

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

---

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЧАПТЕР МЕЖДУНАРОДНОГО ОБЩЕСТВА  
ИНЖЕНЕРОВ-НЕФТЯНИКОВ, г. ТОМСК



# ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Том I

*Труды XV Международного симпозиума имени академика  
М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 110-летию  
со дня основания горно-геологического образования в Сибири*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2011

УДК 504(063)  
ББК 20.1л0  
П78

П78 **Проблемы геологии и освоения недр:** труды XV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири. Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 501 с.

ISBN 978-5-98298-569-9

В сборнике отражены проблемы палеонтологии, стратиграфии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрологии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии, гидрогеохимии, инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, геоинформационных систем в геологии, разработки нефтяных и газовых месторождений, переработки углеводородного сырья, нефтегазопромыслового оборудования, бурения нефтяных и газовых скважин, техники и технологии 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 XV Международного научного симпозиума осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

**УДК 504(063)**  
**ББК 20.1л0**

Главный редактор – О.Г. Савичев, профессор, д.г.-м.н.  
Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.  
Ответственные редакторы секций:  
Секция 1 – А.А. Поцелуев, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 2 – И.В. Кучеренко, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 3 – А.К. Мазуров, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 4 – Н.М. Рассказов, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 5 – С.Л. Шварцев, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 6 – Л.Я. Ерофеев, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 7 – Н.М. Недоливко, доцент, к.г.-м.н.  
Секция 8 – Ю.С. Ананьев, доцент, к.г.-м.н.  
Секция 9 – В.К. Попов, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 10 – А.Т. Росляк, профессор, д.т.н.  
Секция 11 (подсекция 1) – А.В. Кравцов, профессор, д.т.н.  
Секция 11 (подсекция 2) – В.И. Ерофеев, профессор, д.ф.-м.н.  
Секция 12 – В.Д. Евсеев, профессор, д.т.н.  
Секция 13 – С.Я. Рябчиков, профессор, д.т.н.  
Секция 14 – В.Г. Крец, доцент, к.т.н.  
Секция 15 – А.В. Рудаченко, доцент, к.т.н.  
Секция 16 – В.Г. Лукьянов, профессор, д.т.н.  
Секция 17 – Л.П. Рихванов, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 18 – В.И. Верещагин, профессор, д.х.н.  
Секция 19 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.  
Секция 20 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.  
Технические редакторы – А.В. Жилин, ассистент  
– О.Г. Токаренко, ст. преподаватель

ISBN 978-5-98298-569-9

© ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2011  
© Оформление. Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2011

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

---

SPE TOMSK STUDENT CHAPTER



# PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

Tom I

*Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Scientific Symposium of Students,  
Postgraduates and Young Scientists in honor of Academician M.A. Usov,  
Devoted to the 110 anniversary of Mining Education in Siberia*

Tomsk Polytechnic University Publishing House  
2011

UDC 504(063)  
BBC 20.1п0  
P78

P78      **Problems of Geology and Subsurface Development:** proceedings of the 15<sup>th</sup> International Scientific Symposium of Students, Postgraduates and Young Scientists in honor of Academician M.A. Usov, devoted to the 110 anniversary of Mining Education in Siberia. Tom I; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2011. – 501 p.

ISBN 978-5-98298-569-9

Problems of paleontology, stratigraphy, tectonics, historical and regional geology, mineralogy, geochemistry, petrology, lithology, mineral products, hydrogeology, hydrogeochemistry, engineering geology, geophysics, oil geology, hydrocarbon 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 15<sup>th</sup> International Scientific Symposium were published under the information support of Russian Agency of Education (Rosnauka) and under the support of Russian Foundation for Basic Research.

**UDC 504(063)**  
**BBC 20.1п0**

Editor-in-chief – O.G. Savichev, Professor  
Executive editor – G.M. Ivanova, Associate Professor  
Panels' executive editors:  
Panel 1 – A.A. Potzeluev, Professor  
Panel 2 – I.V. Kucherenko, Professor  
Panel 3 – A.K. Mazurov, Professor  
Panel 4 – N.M. Rasskasov, Professor  
Panel 5 – S.L. Shvartzev, Professor  
Panel 6 – L.Ya. Yerofeyev, Professor  
Panel 7 – N.M. Nedolivko, Associate Professor  
Panel 8 – Y.S. Ananev, Associate Professor  
Panel 9 – V.K. Popov, Professor  
Panel 10 – A.T. Roslyak, Professor  
Panel 11 (1) – A.V. Kravtsov, Professor  
Panel 11 (2) – V.I. Yerofeyev, Professor  
Panel 12 – V.D. Yevseyev, Professor  
Panel 13 – S.Y. Ryabchikov, Professor  
Panel 14 – V.G. Krets, Associate Professor  
Panel 15 – A.V. Rudachenko, Associate Professor  
Panel 16 – V.G. Lukyanov, Professor  
Panel 17 – L.P. Rikhvanov, Professor  
Panel 18 – V.I. Vereshagin, Professor  
Panel 19 – G.Yu. Boyarko, Professor  
Panel 20 – L.M. Bolsunovskaya, Associate Professor  
Technical editors – A.V. Zhilin, Assistant  
– O.G. Tokarenko, Senior Teacher

ISBN 978-5-98298-569-9

© State Educational Institution of Higher Professional Training  
«National Research Tomsk Polytechnic University», 2011  
© Design. National Research Tomsk Polytechnic University  
Publishing House, 2011

## ПРЕДИСЛОВИЕ

4 – 8 апреля 2011 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся Пятнадцатый Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири.

Организация и проведение Пятнадцатого 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 в 2011 г. отметил свое 110-летие. Он 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 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; профессор М.К. Коровин, первым указавшей на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири и многие другие. Из почти 14 тысяч выпускников института (факультета) более 350 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 150 – докторами и более 800 кандидатами наук. Из стен ИПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии Наук, 5 Героев Социалистического Труда.

Сегодня Институт природных ресурсов ТПУ представляет собой крупный учебный (около 3000 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 15 кафедр; два инновационных научно-образовательных Центра («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), 2 учебно-научно-производственных Центра («Вода», «Геоцентр»); аналитический центр; учебно-методический центр языковой подготовки; центр учебных геологических практик в Хакасии; 3 музея: минералогический, палеонтологический, кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. В ИПР работают более 412 преподавателей, среди которых 3 – академики РАН, 10 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, 69 докторов и 203 кандидата наук. Институт ведет подготовку кандидатов и докторов наук по 32 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.

В работе Пятнадцатого Международного симпозиума было заслушано и рассмотрено, с учетом стендовых, 878 докладов 970 авторов, среди которых 343 иногородних из 45 городов России и 42 зарубежных участника. Всего на симпозиуме выступили с докладами 590 студентов, 180 аспирантов, 60 молодых научных сотрудников, 20 инженеров, 10 молодых преподавателей, 3 школьника. За 4 дня работы симпозиума в нем приняли участие 1800 человек.

Участники симпозиума представляли 48 вузов и НИИ. Представителями вузов было сделано 780 докладов, представителями Российской академии наук и ее филиалов – 36 докладов, представителями Национальных академий наук СНГ – 8 докладов, представителями отраслевых НИИ – 34 доклада, представителями производственных организаций – 14, школ, лицеев – 3. В работе симпозиума участвовали молодые ученые из Российской Академии наук (г. Москва) и ее филиалов, а также из Национальных Академий наук стран СНГ (Украины, Белоруссии, Азербайджана, Таджикистана, Узбекистана, Армении). Дальнее зарубежье было представлено выступлениями 8 участников из Индии, Германии, Венгрии, Чехии, Вьетнама, Китая, США, Франции.

В день открытия XV Международного симпозиума для участников симпозиума в актовом зале ТПУ были организованы три интересные выставки: 1. «Исторические материалы к 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири». 2. «Научные достижения геологов-политехников». 3. «Традиции и научные достижения студентов ИПР с 1901 г. по 2011 г.» Выставки вызвали большой интерес у участников симпозиума.

География участников симпозиума обширна: на востоке – от Сахалина, г.г. Петропавловск-Камчатский, Южно-Сахалинска, Владивостока, Благовещенска, Красноярска, Читы, Иркутска до г.г. Барнаула, Кемерово, Новокузнецка и др.; на севере – от г.г. Мирного, Якутска, Нерюнгри, Магадана, Нижневартовска, Ханты-Мансийска, Нефтеюганска до г.г. Тюмени, Улан-Удэ, Сыктывкара и т.д.; на западе – от г.г. Минска, Киева, Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбургa до г.г. Самары, Казани, Уфы, Перми и т.д. и ближайшего соседа –

г. Новосибирска; на юге – от городов республик Средней Азии до г.г. Ивано-Франковска, Одессы, Новочеркасска, Симферополя, Новороссийска, Владикавказа, Воронежа, Ставрополя, Астрахани и т.д. Широко была представлена молодежь Урала, Западной и Восточной Сибири. Страны СНГ были представлены участниками из Узбекистана (г. Ташкент, г. Самарканд), Таджикистана (г. Душанбе), Азербайджана (г. Баку), Казахстана (г. Алмата, г. Семипалатинск, г. Караганда, г. Павлодар), Белоруссии (г. Минск, г. Гомель), Армении (г. Ереван, г. Гюмри), Украины (г.г. Киев, Одесса, Ивано-Франковск, Днепрпетровск, Донецк и др.), Киргизии (г. Бишкек). Из томских вузов и НИИ наиболее активно участвовали студенты и молодые ученые Томского политехнического университета, Томского государственного университета, Института геологии нефти и газа СО РАН и др.

Доклады были представлены молодыми учеными и студентами из Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (г. Москва), Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва), Российского государственного геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе (г. Москва), Российского университета Дружбы Народов (г. Москва), Московского государственного университета природообустройства, Всероссийского научно-исследовательского института природных газов и газовых технологий (г. Москва), Всероссийского научно-исследовательского института экономики, минерального сырья и недропользования Министерства природных ресурсов РФ и РАН (г. Москва), Нефтяной компании «Шлюмберже Лоджелко ИпК» (г. Москва), Московского государственного университета путей сообщения, Университета энергии и нефти (г. Дехрадун, Индия), Чешского технического университета (г. Прага, Чехия), Университета г. Манхайм (Германия), Санкт-Петербургского государственного горного университета им. Г.В. Плеханова, Института геохимии и аналитической химии РАН им. В.И. Вернадского (г. Москва), Института экспериментальной минералогии РАН (г. Москва), Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова-Ленина, Института вулканологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский), Китайского геологического университета (г. Ухань, Китай), Института Земной коры СО РАН (г. Иркутск), Института геотехнической механики Национальной Академии Наук Украины (г. Киев), Геологического института Национальной Академии наук Азербайджана (г. Баку), Института геофизики и инженерной сейсмологии Национальной Академии наук Армении (г. Гюмри, Армения), Сибирского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (г. Новосибирск), Института географии СО РАН (г. Иркутск), Новосибирского государственного университета, Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), Научно-исследовательского института геологии Днепрпетровского национального университета (г. Днепрпетровск, Украина), Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток), Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья, Кыргызского головного института инженерных изысканий (г. Бишкек, Кыргызстан), Таджикского государственного университета (г. Душанбе), ЯНИГП Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института (г. Мирный, Якутия), Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), Института геологии, минералогии и петрографии СО РАН (г. Новосибирск), Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ, Коми), Казахского национального технического университета (г. Алмата, Казахстан), Рудненского индустриального института (г. Рудный, Казахстан), Самарского государственного технического университета, Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (г. Якутск, Якутия), Киевского национального университета им. Тараса Шевченко (Украина), Немецкого института философии и политологии (г. Дортмунд, Германия), Якутского государственного университета им. М.К. Аммосова, Бурятского государственного университета (г. Улан-Удэ), Донецкого Национального технического университета (г. Донецк, Украина), Научно-исследовательского центра ZAD «FOLDGAZ STORAGE» (г. Будапешт, Венгрия), University of Central Florida (USA), Южно-Российского государственного технического университета (г. Новочеркасск), Института геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УРО РАН (г. Екатеринбург), Амурского комплексного научно-исследовательского института ДВО РАН (г. Благовещенск), Восточно-Казахстанского технического университета (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), Красноярской государственной академии цветных металлов и золота, Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека (г. Ташкент), Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), Института геологии и геофизики Национальной академии наук (г. Ташкент, Узбекистан), Уральского государственного горно-геологического университета (г. Екатеринбург), Института геологии нефти и газа СО РАН (г. Новосибирск), Института проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск), Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства национальной Академии наук Украины (г. Киев), Гомельского государственного университета им. Франциска Скорины (г. Гомель, Беларусь), Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), Фрайбергской горной академии (г. Фрайберг, Германия), Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института (г. Минск), Кубанского государственного университета (г. Краснодар), Нефтеюганского нефтегазового института (г. Нефтеюганск), Института геофизики и инженерной сейсмологии Национальной Академии наук республики Армения (г. Ереван, Армения), Дальневосточного отделения РАН (г. Магадан), Семипалатинского государственного университета им. Шакаримова (г. Семипалатинск, Казахстан), Института водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул), Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г. Владивосток), Института геофизики СО РАН (г. Новосибирск), Павлодарского государственного педагогического университета (г. Павлодар, Казахстан), Северо-Кавказского государственного технологического университета (г. Владикавказ), Белгородского инженерно-экономического института, Самаркандского государственного университета (г. Самарканд, Узбекистан), Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées (Paris Tech, Франция), Одесского национального

университета им. И.И. Мечникова (Украина), Дальневосточного государственного технического университета (г. Владивосток), Пермского государственного университета им. А. М. Горького, Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, Казанского научного центра РАН (г. Казань), Казанского государственного технологического университета им. Г.В. Плеханова, Института геологии и Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе), Сахалинского государственного университета (г. Южносахалинск), Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья (г. Красноярск), Ивано-Франковского института нефти и газа (Украина), Научно-исследовательского института по повышению нефтеотдачи пластов Академии наук Башкортостан (г. Уфа), Сибирского Федерального университета (г. Красноярск), Горно-геологического института Якутского государственного университета (г. Якутск), Белорусского государственного университета (г. Минск), Астраханского научно-исследовательского и проектного института нефти и газа, Башкирского государственного университета (г. Уфа), Ухтинского государственного технического университета (Республика Коми), ТОО «Корпорация Казахмыс» (г. Жезказган, Казахстан), Уфимского государственного нефтяного технического университета (г. Уфа), Сибирского научно-аналитического центра СО РАН (г. Тюмень), Югорского государственного университета (г. Ханты-Мансийск), Тюменского государственного нефтегазового технического университета, Центрального научно-исследовательского института нерудного сырья (г. Казань), Тульского государственного университета, Физико-технического института Якутского государственного университета (г. Нерюнгри), Амурского государственного университета (г. Благовещенск) Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства национальной Академии наук Украины (г. Киев), Института экологических проблем гидросферы УрО РАН (г. Оренбург), Института геохимии СО РАН (г. Иркутск), Института геологии и геохимии УрО РАН (г. Тюмень), Южного научного центра РАН (г. Ростов на Дону), Института Физико-технических проблем Севера СО РАН (г. Якутск), Института геологии природопользования ДО РАН (г. Благовещенск), Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (г. Новосибирск), Института горного дела СО РАН (г. Новосибирск), Воронежского государственного университета, Томского политехнического университета, Томского государственного университета, Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, Волгоградского государственного технического университета, Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова (г. Абакан), Северо-Восточного Федерального университета (г. Якутск), Института горного дела ДВО РАН (г. Хабаровск) Белгородского государственного технологического университета (г. Белгород), Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, (г. Новосибирск), Читинского государственного университета, Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), Удмуртского государственного университета (г. Ижевск) Кузбасского государственного технического университета (г. Кемерово), Тверского государственного технического университета (г. Тверь), Байкальского института природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ) и др.

Работа симпозиума шла в течение четырех дней одновременно по 20 секциям. 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, 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 сырья, геоинформационных систем в геологии, нефтегазопромыслового оборудования, технике и технологии разведки месторождений твердых полезных ископаемых, добычи, транспорта и хранения нефти и газа, бурения скважин, горного дела, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, горного и природоресурсного права, а также проблемы экономики минерально-сырьевых комплексов России и стран СНГ. Для участников, делавших доклады на английском и немецком языках, работала специальная секция.

XV Международный симпозиум традиционно открыл проректор-директор Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, профессор А.К. Мазуров. Перед участниками симпозиума на открытии каждой секции выступили ведущие ученые, профессора, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 20-ти 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 и 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 XV Международном симпозиуме студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» – 2011 продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В частности, при исследовании в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых 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. В ряде работ молодых ученых были использованы также новейшие математические методы (МКЭ) для моделирования электромагнитных полей в обсаженных скважинах и т.п. Интерес представляет доклад аспиранта В.Ю. Павловой (Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН) «Расчленение разрыва пемзовых отложений Мутновского вулкана (Камчатка) с использованием георадиолокации», в котором представлены результаты георадиолокационного изучения вулканических отложений, представляющих интерес в качестве строительного материала. Выявлены закономерности залегания пород и на основании петрографических исследований проведено расчленение разреза с выделением литологических разновидностей. Интересен также доклад студента Института природных ресурсов ТПУ Ф.А. Буркова «Исследование связи геофизической характеристики отражающего горизонта П<sub>а</sub> с продуктивностью верхнеюрского нефтегазового комплекса», в котором представлены результаты исследований по Крапивинскому нефтяному месторождению. Выявлена корреляционная связь между количественными геофизическими характеристиками разреза и нефтепродуктивностью пластов верхнеюрского нефтегазового комплекса, подтверждающаяся также сейсмическими данными. Интерес представляют и другие доклады.

При минералогических, петрографических, литологических и металлогенических исследованиях использовались такие новейшие методы, как атомная абсорбция, нейтронная активация, эмиссионный спектральный анализ, микророндовый анализ на микроанализаторе, исследования на импульсном оптическом спектрометре, получение ИК-спектров поглощения стекол в коротковолновой области, рентгеноструктурные исследования типохимизма минералов, моделирование минералообразования по методикам М.Б. Букаты, изотропно-геохимические исследования, изучения обогатимости кварцитов посредством аэромеханической очистки с ультразвуковым воздействием, исследования на основе лазерной томографии, электронный, кристаллооптический, фотолюминесцентный анализы, метод осколочной f-радиографии, оригинальные методики расчета количества керогена типа-П по результатам ядерно-геохимической аналитики пород, методики выявления зон флюидомиграции с использованием литогеохимических и петрографических анализов пород, с использованием ГИС-технологий, методов физико-химического моделирования с использованием программного продукта «HydroGeo», сканирующие электронные микроскопы, микроанализаторы, методы изучения кристаллохимии минералов и хромофоров элементов в минералах с помощью метода адсорбционной оптической спектроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентный анализ, методы изучения минерального состава эфельных 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 микрорентгеномостолога THMSG-600 (Linkam) для исследований флюидных включений, метод натяжного сплайна в программном пакете ArcGis, геомикробиологические методы с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологическими методами, показана возможность использования инфракрасных спектров топаза для прогнозных целей и др. При геохимических исследованиях широко применялись уникальные возможности исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Большой интерес вызвал доклад магистрантов ТПУ Ф.С. Прокопьева и А.И. Бушманова «Космоструктурная позиция полиметаллических месторождений Рудного Алтая», посвященный изучению кольцевых структур и линеаментов Рудного Алтая при помощи данных дистанционного зондирования с целью выявления космоструктурных критериев размещения оруденения. В работе приведены результаты обработки данных дистанционного зондирования. Авторами были получены новые данные и выявлены факторы рудоконтроля российской части Рудного Алтая. Авторами установлено, что наиболее информативным для выявления линеаментов и разломов являются данные спутниковой системы Landsat; для выявления кольцевых структур подходят как Landsat, так и Modis (для разных уровней генерации). Установлено, что существует закономерность размещения кольцевых структур относительно разрывных нарушений, выявлена их приуроченность к разломам и трассирование кольцевыми структурами разломов, что связано с зонами глубоинной магматической активности, вдоль которых располагаются разрывные нарушения. Молодыми учеными установлено, что подавляющее большинство всех полиметаллических месторождений тяготеют к сопряжению разрывных нарушений СЗ, СВ и широтного направлений, и оруденения чаще тяготеют к кольцевым образованиям малого диаметра, которые в свою очередь располагаются в структурах более крупного размера. Интересен также доклад студентов ТПУ В.В. Анищева и М.М. Труфанова «Особенности химического состава и



микротвердости зонального граната вольфрамоносных скарнов Карышской группы месторождения». Авторам удалось выявить отличные значения микротвердости у гранатов различного состава, что позволяет использовать этот признак как типоморфный для определения состава минерального вида с целью его диагностики. Студентам Е.Д. Лебедевой и В.А. Силкиной (Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск) по результатам рентгено- флуоресцентного анализа удалось сделать интересную минералогическую находку минерала отенита. Научную новизну и немалый интерес несут и многие другие доклады на 2 и 3 секциях.

При гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях были применены методы и методики гидродинамического и гидрогеохимического моделирования, основанные на использовании компьютерных технологий, а также современные методы изучения ВРОВ (хромато-масс-спектрометрия) и исследования вод, применено более современное оборудование для исследований геологической среды (применение MP3-плеера в качестве устройства регистрации и хранения необходимой информации), использован квалитметрический метод при оценке климато-курортологического потенциала, проведено моделирование уплотнения грунтов в основании сооружения с использованием новейших программных продуктов, изучены вопросы экспериментальной микробиологии, использованы новейшие программные продукты для решения задач моделирования (Abaqus, Plaxis, комплекс геофизических программ для решения вопросов гидрогеологии) и др. Научную и практическую значимость, в частности, представляет доклад А.Е. Бабкиной, аспиранта Санкт-Петербургского государственного университета «Экзогеннодинамические процессы береговой линии Баренцевого моря в районе поселка Териберка – главные факторы, определяющие ее инженерно-геологические условия». В докладе охарактеризованы природные и техногенные факторы, определяющие условия освоения береговой линии Баренцевого моря в связи с освоением соседнего крупнейшего Штокманского нефтяного месторождения. Автором дана оценка инженерно-геологических условий площадок, на которых будут сооружаться основные запроектированные объекты. Научную новизну несет доклад магистранта Института природных ресурсов ТПУ А.А. Лимаревой по теме: «Методика прогнозирования зоны влияния водозабора подземных вод Секисовского горнорудного предприятия (Республика Казахстан) с целью оптимизации программы мониторинга водных объектов». Для оценки границ и оптимизации программы технологического мониторинга водных объектов, находящихся в зоне влияния водозабора, автором использована новая морфоструктурно-гидрогеологическая методика картографирования естественной структуры фильтрационных потоков. Построена детальная прогнозная карта гидроизогипс участка водозабора при наличии только одной скважины с топоривязкой устья и уровня подземных вод. Карта позволила оценить граничные условия депрессионной воронки водозабора, наметить новую сеть наблюдательных пунктов и обосновать особенности методики технологического мониторинга. Результаты выполненной работы переданы Секисовскому горнорудному предприятию. Научный интерес представляет также работа студента ИПР ТПУ К.Ю. Балтрушайтите «Гидрохимические условия АВ<sub>1</sub> горизонта Советского нефтяного месторождения». В процессе разработки нефтяных месторождений происходит существенное изменение первичной гидрогеохимической обстановки, приводящее нередко к активному проявлению негативных техногенных геохимических процессов. Автором изучены изменения гидрогеохимических условий в пластовых водах и установлены следующие факторы, влияющие на техногенные изменения вод: закачка вод, отличных по составу от пластовых в нефтяные пласты, объем и состав технологических растворов, наложенные вторичные геохимические процессы, перераспределение солей внутри залежи, появление новых геохимических барьеров и т.д. В связи с вышесказанным анализ современной ситуации является актуальным. В статье рассматриваются подземные воды Советского нефтяного месторождения (Томская область). Основное внимание уделено особенностям гидрогеологических условий и закономерностей техногенного изменения химического состава подземных вод месторождения, их взаимодействию с породами, вторичному техногенному минералообразованию. Интересны и другие доклады по данному направлению.

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 материалов (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. 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 (Баренцева моря, Карского моря и моря Лаптевых). В данном направлении интерес представляет доклад аспиранта Ф.Р. Губаевой (Санкт-Петербургский государственный горный институт (университет)) «Условия формирования продуктивного пласта БВ-8 Повховского месторождения», в котором

автор на основе тщательного анализа проведенных в районе исследований и детального анализа керна скважин установила локальные закономерности строения песчаных тел продуктивного уровня, выполнила детальную корреляцию разрезов, составленных по керну скважин с применением данных ГИС и сейсмопрофиллирования, обосновала седиментологическую модель, базирующуюся на обширном фактическом материале. Выделенные ее литолого-генетические типы слоев и установленная слоевая последовательность в разрезе пласта БВ-8 Повховского месторождения позволили впервые для территории исследования установить трансгрессивно-регрессивные циклы осадконакопления. Научный и практический интерес представляет доклад студента ИПР ТПУ К.А. Среднякова «Космоструктуры и нефтегазоносность Красноленинского свода Ханты-Мансийского автономного округа», в котором автором по результатам дешифрирования космических снимков и сопоставления их с тектоническими и структурными картами Красноленинского нефтегазоконденсатного месторождения выявлены новые региональные и локальные тектонические нарушения и кольцевые структуры, для последних им установлена приуроченность к основным глубинным тектоническим разломам. В докладе студента ИПР ТПУ Л.К. Кудряшовой «Неантиклинальные ловушки типа «вреза» ранне-среднеюрского возраста – новые перспективные объекты для поиска залежей углеводородов на территории Томской области» предпринята попытка обоснования перспектив нефтегазоносности неантиклинальных ловушек типа «вреза», осложняющих склоны структур первого порядка. На основе сейсмических материалов маршрутных профилей, обработанных по программам REAPAK, показано, что Приколтогорская площадь является опытным сейсмическим полигоном по разработке методик поиска неантиклинальных ловушек с помощью комплексирования данных сейсморазведки и бурения. Интересны и многие другие доклады.

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, Pipl-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 высокообводных скважин, оригинальный метод фотонной корреляционной спектроскопии в исследовании дисперсных систем, применен вибрационный метод для измерения свойств нефтяных систем в области водонефтяного контакта. Молодыми учеными использованы современные методы математического моделирования процессов движения жидкости и газа в пласте, проведено решение теоретических задач по оптимизации процессов фильтрации и повышению точности гидродинамических исследований скважин, также использованы современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений (Eclipse 100t, GeoQuest, Petrel, Tempes). Кроме того, участниками симпозиума предложена механистическая модель лифта скважины при моделировании совместной разработки газовой шапки и оторочки высоковязкой нефти; оригинальная методика определения стратегии разработки нефтяных месторождений Западной Сибири интегрированная с анализом рисков и неопределенностей; оригинальные экспериментальные исследования процессов вытеснения нефти различными композициями из реальных образцов керна. В работах использовано математическое и физическое моделирование процессов нефтеизвлечения, проведены натурные эксперименты и испытания новых устройств и технологий на действующих месторождениях. Молодыми учеными предложены разработки новых оригинальных программ для решения конкретных задач по интенсификации добычи углеводородов и производительности скважин на нефтяных месторождениях на поздних стадиях разработки и при наличии осложнений вызванных асфальтсмолапарафиновыми отложениями. В частности, рассмотрено осложняющее добычу нефти тепловое взаимодействие скважинной продукции и узлов установки электроцентробежного насоса, приводящее к преждевременному выходу из строя погружного оборудования и кабельных линий. Построена физическая и математическая модель вынужденного конвективного теплообмена между трехфазным потоком флюида и погружным электродвигателем при различных свойствах флюида (плотности, вязкости, газонасыщенности, обводненности) и параметрах погружного оборудования (габаритных размеров двигателя, мощности, диаметра эксплуатационной колонны и др.). Актуальность данной проблемы обусловлена часто встречающимся отказом двигателя и кабельных линий по причине недостаточного охлаждения. Кроме того, экспериментальными и теоретическими исследованиями молодых ученых установлено, что образование дисперсных систем (эмульсий) внутри пласта может благоприятно сказываться на подвижности исходной нефти, тем самым, увеличивая ее дебит. Проведены исследования процессов образования и разрушения водонефтяных эмульсий. В качестве объекта исследования выбрана высоковязкая нефть Усинского месторождения. Данная нефть содержит высокий процент смол и асфальтенов (природных эмульгаторов), что позволяет получать устойчивые во времени эмульсии. Молодыми учеными использованы новые методы экспериментальных исследований процессов отложения неорганических солей и подбора ингибиторов для борьбы с этим явлением, а также оригинальные способы и техническое устройство для получения оперативной информации о технологических параметрах нефтедобывающих скважин. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) увеличение нефтеотдачи пластов и производительности скважин путем создания радиальных каналов методом глубокой гидроперфорации горных пород в сочетании с кислотным гидроразрывом пластов; 2) проблемы адаптации гидродинамических моделей к реальным характеристикам конкретных залежей и месторождений; 3) новые

технологии и технические решения по совершенствованию скважинной добычи нефти (зарезка боковых стволов, управляемое бурение горизонтальных скважин, совместная разработка двух объектов и др.; 4) проблемы повышения успешности и прогнозирования эффективности проведения гидроразрыва пласта; 5) вопросы конверсии попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины на цеолитных нанокompозитных катализаторах; 6) влияние ультрафиолетового облучения цеолитных нанокompозитных катализаторов на выход и селективность образования жидких углеводородов. В одном из лучших докладов Горшкова А.М., магистранта ИПР ТПУ отмечается, что в зависимости от состава и внешних условий нефть можно рассматривать как дисперсную систему или молекулярный раствор. Термодинамический анализ фазообразования в дисперсных системах показывает, что изменение размеров ассоциатов под действием различных факторов оказывает влияние на физико-химические свойства дисперсных систем. Таким образом, появляется новая независимая переменная – дисперсность, которая обратно пропорциональна размеру частиц, изменение которой характеризует важнейшие свойства коллоидно-дисперсных систем. Прямые измерения размеров ассоциатов в ультрамикрорегетерогенных и микрорегетерогенных системах практически отсутствуют. Использование для этого методов обычной оптической спектроскопии затруднено из-за низкого разрешения приборов. Для разрешения этой проблемы предложено использовать метод спектроскопии оптического смещения – метод фотонной корреляционной спектроскопии. Цель работы – разработка методики определения размеров частиц в модельных дисперсных системах (золь гидрата окиси железа и золь серы) на приборе PhotoCor Complex, с дальнейшим определением размеров ассоциатов асфальтенов в нефти. Интересен доклад С.В. Кудашева, студента филиала Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Нефтеюганск), в котором установлено, что сброс пластовых вод непосредственно на кустовых площадках – это наиболее эффективная мера по обеспечению надёжности и экономичности всей системы промыслового сбора. При этом решается задача наиболее полной выработки нефтяных месторождений. Продукция скважин, имеющих высокую обводнённость 80 % и более, высокую естественную температуру 30-40 °С и невысокое содержание механических примесей до 20 мг/л, может непосредственно закачиваться в пласт через бездействующие обводнившиеся скважины для поддержания пластового давления. Это позволяет осуществлять эффективное разделение с высокой степенью на фазы без дополнительного нагрева продукции и с уже имеющимся объёмом (бездействующие обводнившиеся скважины) отстойного оборудования. В работе рассматриваются вопросы, связанные с сокращением материальных затрат на добычу воды для системы поддержания пластового давления, на сбор и подготовку продукции высокообводнённых скважин при одновременном увеличении нефтеотдачи пласта. Научное и прикладное значение имеет работа Г.А. Еремяна, студента Национального исследовательского Томского политехнического университета, в котором автором приведены результаты исследований гранулометрического состава осадочных горных пород, позволяющие установить последовательность смены палеогидродинамических уровней среды седиментации в пространстве, провести правильную интерпретацию геофизических исследований, оценить ёмкостные и гидродинамические свойства коллекторов углеводородов, идентифицировать их по типу залежи. Студентом проведены работы по созданию аппаратно-программного комплекса анализа гранулометрического состава горных пород на основе слоевой седиментации частиц и методов разрушения консолидированных образцов с сохранением палеоструктуры. Разработана методика анализа гранулометрического состава на основе седиментации анализируемых частиц из стартового слоя, а также методики корреляции результатов микроскопического, ситового и седиментационного анализа гранулометрического состава. Дополнительно к штатному программному обеспечению «Image Scope S» разработана методика обработки результатов микроскопического анализа в среде MS Excel, обеспечивающая требуемые представительность и точность анализа. Интересны и многие другие научные разработки молодых ученых по данному направлению.

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 исследовании использованы кластерный метод, палеонтологические, математические, а также классические методы исследований, методы электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР), нейтронно-активационный метод люминесцентной микроскопии для изучения органического вещества, анализ аэрофотоснимков и космоснимком. 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 частности, интерес представляет одна из лучших работ – работа М.Н. Шалыхаевой, младшего научного сотрудника ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК» «Использование результатов литолого-петрографических и люминесцентно-битуминологических исследований отложений венда восточной Сибири для оценки нефтегазоносности», в которой автор доказал, что применение люминесцентной микроскопии позволяет оценить нефтегазоносность и выделить зоны нефтегазоаккумуляции, а также оценить качество покрышек. Интересен доклад студента ТПУ А.А. Журавлева «Конвекция минерализованных потоков - непереносное условие образования принципиально разной литосферы (на примере юго-западной окраины Сибирской плиты)». Интересны и другие доклады.

В области исследования бурения нефтяных и газовых скважин и технологии и техники разведки МПИ 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 тампонажных растворах, имеющих повышенную прочность почти в 2 раза и равные адгезионные 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 «ОГПЕ». 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. 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. Значительная часть представленных докладов по данному направлению ориентирована на разработку, либо усовершенствование буровых технических средств с использованием оригинальных идей, в большинстве своем не имеющих аналогов в буровой практике. Так, необходимо отметить разработанную студентами компьютерную программу для расчетов в буровой механике. В ряде докладов излагался ход проектирования и изготовления лабораторных установок для научных исследований в области бурения скважин. Некоторые разработки молодых ученых заслуживают патент или свидетельства на полезную модель. Так, наиболее интересный доклад сделан инженером Пермского государственного технического университета А.В. Анисимовой под руководством профессора Г.М. Толкачёва посвящён весьма актуальной проблеме при креплении скважин цементруемыми обсадными колоннами – поглощению тампонажных растворов в интервалах аномально низких пластовых давлений и зонах катастрофического поглощения. Ей были найдены тампонажные композиции на основе магнезиальных цементов с полимерными волокнами, которые решают проблему поглощения тампонажного раствора при исключении обычного при этом роста гидродинамических потерь давления при цементировании. Интересен доклад студента Национального исследовательского Томского политехнического университета К.В. Бузанова, который подробно рассмотрел опыт применения различных ингибиторов набухания глин, их достоинства и недостатки. Предложил пути совершенствования ингибированных буровых растворов. Вопросам крепления скважин был посвящён доклад директора ООО «Интек-Сервис» А.В. Пахарева на тему «Решение проблем крепления скважин на месторождениях Томской области за счёт облегчённых тампонажных растворов». Он предложил облегчать тампонажные растворы высококремнистыми стеклянными микросферами, которые имеют высокую прочность и не разрушаются при цементировании даже очень глубоких скважин. Доклад, посвящённый результатам исследования влияния технологических факторов на генерацию электрических токов на забое скважины, представили аспиранты Национального исследовательского Томского политехнического университета А.В. Епихин и А.В. Ковалёв. Ими были найдены экспериментальные зависимости величины токов от осевой нагрузки на долото при использовании долот различного типа на стендовой буровой установке. Интересные, содержательные доклады представили самые молодые докладчики, студенты 3-го курса Национального исследовательского Томского политехнического университета К.В. Бузанов и А.В. Байбулатов. Их доклады были посвящены анализу применения ингибиторов набухания глин в буровых растворах и забойных двигателей при бурении скважин с горизонтальным участком ствола. Интересен стендовый доклад аспиранта Санкт-Петербургского государственного горного института им. Плеханова Р.Р. Зарипова, посвящённый описанию разработанного им и его научным руководителем устройством для искривления ствола скважины, отличающимся отсутствием промежуточных звеньев между ним и буровым долотом. Студент Р.Р. Сурмашев из Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова-Ленина представил в своём докладе результаты анализа влияния нижнепермских флюидов на выбор конструкции скважин для Ромашкинского месторождения и предложил оптимальную конструкцию скважины для этих условий. Одним из лучших докладов был доклад, сделанный студентами Томского политехнического университета С.В. Щацем и В.В. Павловым, в котором были приведены результаты теоретических и лабораторных исследований авторов, выполненных в лабораторных условиях Томского политехнического университета. На основании этих исследований им удалось разработать методику расчета специальных буровых снарядов и способов добычи урана методом выщелачивания. Интересны и многие другие доклады в данном научном направлении.

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. и т.п. Одним из лучших докладов по данному направлению является доклад Д.В. Федина, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета на тему «Повышение эксплуатационной надежности промысловых нефтесборных трубопроводов». В докладе рассмотрены способы решения проблемы борьбы с коррозионными повреждениями промысловых трубопроводов с помощью применения технологии внутритрубной очистки и ингибирования. Автором предложен разработанный им новый метод подачи ингибитора и представлена принципиальная схема пробковой технологии подачи ингибитора. Интересен доклад Е.Ю. Ковалевой, инженера ООО «НК «Роснефть» - Научно-технический Центр», доклад на тему «Определение оптимального расположения объекта подготовки и транспорта нефти». В докладе был представлен разработанный автором программный модуль, позволяющий найти координату точки расположения объекта подготовки и транспорта нефти, которая дает наименьшие энергетические затраты на транспортировку нефти от всех объектов нефтедобычи, например, от отдельных скважин и от кустов скважин. В работах И.В. Гришичева и И.В. Марченко, студентов ИПР ТПУ была представлена программа расчета допустимых напряжений элементов сосудов и аппаратов, работающих в коррозионно-активных средах, содержащих сероводород с применением программного продукта Mathcad для облегчения расчетов инженерам, работающим с нормативными документами и производящими прочностные расчеты. Работа передана на производство. Интерес представляют и другие работы молодых исследователей.

По направлению «Машины и оборудование трубопроводного транспорта нефти и газа» участники симпозиума в своих сообщениях отражают решения актуальных сегодня задач, стоящих перед ОАО «Центрсибнефтепровод», ОАО «АК «Транснефть». Научные идеи и инженерные методики расчетов представленных докладов 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, 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 – коррозионное растрескивание со стороны внешней катоднозащищенной поверхности. Проведен анализ методов обнаружения, диагностики и прогнозирования расслоения стенок труб нефтегазопроводов в процессе их эксплуатации. удалось смоделировать напряженно-деформационное состояние монтажных швов вертикального стального резервуара (РВС) в программном комплексе ANSYS® Workbench Simklation (К.В. Карнеев, магистрант ИПР ТПУ). В работе В.Н. Карповича, магистранта Томского политехнического университета, рассматривается возможность применения машин Стирлинга для предотвращения потерь легких фракций углеводородов от испарения при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Одним из лучших докладов, несущих научную новизну, является доклад магистранта ТПУ Р.А. Альгинова «Исследование реламинизации течений в трубопроводах». Автором в работе тщательно проработан вопрос моделирования физических эффектов ламинаризации в условиях тепловой и пространственной деформации турбулентного потока рабочей среды в осесимметричных каналах. Интересен доклад студента ТПУ К.В. Карнеева, в котором он предлагает новое решение вопроса повышения надежности сварных соединений резервуаров для хранения нефти. Одним из интересных докладов признан доклад магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета А.Ф. Бархатова «Создание средств повышения эффективности диагностики и контроля электрохимической защиты магистральных трубопроводов». В его работе отмечается что, в системах противокоррозионной защиты трубопроводов предлагается использовать новые методы измерений и принципы построения датчиков для определения коррозионной активности грунта, основанные на использовании потенциодинамических процессов. В отличие от известных датчиков, это позволит обеспечить экспрессность и мобильность измерений, в несколько раз увеличить срок службы электродов сравнения для определения коррозионной активности грунта и расширить перечень контролируемых факторов влияющих на коррозию. Датчики коррозионной активности грунта позволят определить оптимальный потенциал катодной защиты с учетом рельефа местности, заболоченности, загрязненности коррозионно-активными элементами и сезонности. Научная новизна предложенной автором методики определения коррозионной активности грунта основана на разделении измеряемых величин тока или потенциала на временную, стационарную и случайную составляющих, что позволяет определять удельное сопротивление грунта, pH и количественное содержание веществ и ионов (хлорид, кислорода, трехвалентного железа и других), способствующих коррозии. На основании этого даются рекомендации для прокладки трассы магистрального трубопровода для транспорта газа и нефти и оптимизации режимов катодной защиты. В работе студента ИПР ТПУ М.Х. Салахутдинова новым в решении вопроса повышения надежности и усталостной долговечности трубопроводов для барообработки высоковязких нефтей представляется попытка моделирования напряженно-деформированного состояния данного трубопровода с помощью пакета конечно-элементного анализа ANSYS®. Неожиданная и интересная идея была предложена студентом ИПР ТПУ Н.С. Стригиным - возможность и целесообразность применения дирижаблей в качестве транспортного средства для доставки попутного нефтяного газа крупным газопотребителям. Предложенная автором идея аргументирована им, рассчитана и возможность ее доказана. Научное и практическое значение имеют и другие доклады.

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 управления мобильными (самоходными) машинами, опыт 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. И это отражено в докладах молодых исследователей. В частности на секции отмечен доклад Е.А. Портяной, студента Пермского государственного технического университета на тему «Определение прочностных и деформационных свойств соляных пород при сжатии на образцах различного размера», в котором представлены и определены прочностные и деформационные свойства при сжатии образцов соляных пород (красный и полосчатый сильвинит) различных размеров. Испытания проводились автором на оборудовании, обеспечивающем жесткий режим нагружения и автоматическую запись в память компьютера. Определение физико-механических свойств соляных пород осуществлялось в соответствии с действующими стандартами и методиками. Для сопоставления результатов испытаний было произведено нормирование всех рассматриваемых параметров по сравнительной методике. Интересная конструкторская разработка была представлена в работе молодых доцентов ТПУ А.В. Шадринной и А.Л. Саруева «Эффективность разрушения гранита ударными импульсами, передаваемыми по колонне бурильных труб длиной 50 метров». Интересен доклад аспиранта В.Ю. Тимофеева (Юргинский технологический институт) «Создание нового подхода к проблемам формирования подземного пространства с использованием нового проходческого комплекса». Интересны разработки авторов - научного сотрудника Е.В. Денисова, аспирантов С.Ю. Гаврилова, А.П. Хмелинина (Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск) – устройство для измерения дальности до инструмента для формирования горизонтальных скважин. Научный и практический интерес представляют и другие доклады.

В процессе исследования геоэкологических проблем и охраны и защиты окружающей среды молодыми учеными использовались такие методы, как метод осколочной f-радиографии, инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ISP), методы гамма и альфа - спектрометрии, метод лазерного микроанализа с применением компьютерных методов обработки результатов исследований, рентгено-структурный анализ, катодная люминесценция, биотестирование и др. В работе молодых ученых 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 частности, предложено рассмотрение поведения брома, как элемента-индикатора техногенного воздействия на различные среды; 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 очистных 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. Научный и практический интерес по данному направлению, в частности, представляет собой доклад Б.Р. Соктоева, студент Института природных ресурсов Томского политехнического университета по теме «Геохимические особенности солевых отложений питьевых вод Прибайкальского региона», в котором представлены новые данные об уровнях накопления радиоактивных, редких, редкоземельных, благородных элементов и тяжелых металлов в напипи питьевых вод, используемых населением г. Закаменска, являющегося зоной экологического бедствия. Показано, что накипь является хорошим индикатором состояния питьевых вод. Научный и практический интерес имеют доклады Л.А. Петровой, магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета по теме «Геохимические особенности почв г. Усть-Каменогорска» и доклад Ш.Ж. Усеновой, студента Павлодарского государственного педагогического института (Казахстан) «Оценка

содержания тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb, Cu) в волосах студентов из г. Павлодара и Павлодарской области». Много и других интересных и злободневных докладов по экологическому направлению.

В направлении «Переработка углеводородного сырья» молодыми учеными использовались следующие новые методы, такие, как 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  $^{13}\text{C}$ , метод ГХ-МС, спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$ , ИК, метод математического моделирования, применение интеллектуальных программных комплексов 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 сажи 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. Одним из лучших докладов является доклад аспиранта А.С. Медведева (Томский политехнический университет), студента И.С. Хомякова (Томский государственный университет), М.В. Ерофеева, научного сотрудника (Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск) «Исследование влияния активации цеолитных катализаторов плазмохимической обработкой на выход и селективность высокооктановых бензинов из прямогонных бензинов газового конденсата», в котором приведены результаты исследований влияния активации наноструктурированных цеолитных катализаторов плазмохимической обработкой на выход и селективность образования высокооктановых бензинов из прямогонных бензинов газового конденсата. Обработка цеолитного катализатора осуществлялась низкотемпературной плазмой разряда, возбуждаемого высоковольтным генератором наносекундных импульсов РАДАН-220, плотность УФ-излучения в области длин волн 200-400 нм составляла  $0,3 \text{ мкДж/см}^2$ . При плазмохимической обработке варьировалось количество импульсов: 10, 40, 60, 120. На основе проведенных исследований установлено, что при плазмохимической обработке наноструктурированного цеолитного катализатора, по сравнению с процессом превращения прямогонных бензинов на цеолитном катализаторе без плазмохимической обработки, наблюдается повышение выхода ароматических углеводородов на 1,5-2,5 % и увеличение октанового числа получаемых высокооктановых бензинов на 0,5-1,5 пункта. Максимальный эффект наблюдается при плазмохимической обработке цеолитного катализатора 120 импульсами. Интересен доклад Е.Ю. Беляевой, ведущего инженера-технолога исследовательского отдела Службы контроля и качества продукции ЗАО «Сибур-Химпром» на тему «Изучение процесса окисления 2-этилгексаналя до 2-этилгексановой кислоты». В докладе представлены результаты экспериментального исследования процесса получения 2-этилгексановой кислоты - сырья для производства сиккативов, растворителей, оловоорганических соединений, в процессе получения солей металлов, служащих катализаторами в производстве пластификаторов. Проведенные исследования позволили оценить влияние различных параметров технологического режима на процесс окисления 2-этилгексаналя до 2-этилгексановой кислоты. Также был исследован ряд катализаторов и выявлено, что большую каталитическую активность проявили катализаторы платиновой группы. В студенческом докладе Е.А. Кустовой, Т.В. Синявиной (Томский политехнический университет) «Использование комплексов тетрахлорида титана с винильными мономерами в синтезе модифицированных нефтеполимерных смол» отмечается, что наличие функциональных групп в полимерах позволяет проводить химическую модификацию, структурирование и другие аналогичные превращения с целью получения продуктов с заданным комплексом свойств. В работе проведены исследования полимеризации мономеров фракции  $\text{C}_9$  жидких продуктов пиролиза под действием комплекса тетрахлорид

титана – полярный сомономер. В качестве полярных сомономеров использовались бутилметакрилат и акрилонитрил. Проведенные исследования показали, что полимеризация мономеров фракции  $C_9$  под действием комплексов тетраоксида титана с полярными сомономерами бутилметакрилатом и акрилонитрилом приводит к получению модифицированных смол, покрытия на основе которых обладают улучшенной адгезионной стойкостью. Интересен доклад студента Института природных ресурсов Томского политехнического университета К.В. Дериной на тему «Исследование технологических режимов и оптимизация реакционно-ректификационного процесса синтеза метил-трет-бутилового эфира». В докладе представлены результаты построения математической модели реакционно-ректификационного процесса синтеза метил-трет-бутилового эфира. На модели было проведено исследование влияния технологических параметров процесса, таких как паровое и флегмовое числа, а также состав питания колонны на выход и состав продукта. Полученные в итоге результаты позволили определить оптимальные значения технологических параметров, соответствующие прежде всего максимальному содержанию метил трет-бутилового эфира в потоке кубового остатка. Полученная модель может являться основой для дальнейшего динамического анализа процесса синтеза высокооктановых добавок посредством реакционной ректификации. Научный и практический интерес представляют и другие доклады.

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, инверсионная вольтамперометрия и др. Молодыми учеными 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 и т.д. Так, интерес представляет научная работа магистранта Томского политехнического университета В.С. Стрюкова «Теплоизоляционные керамические материалы на основе природного сырья». Пористые керамические изделия играют важную роль в современной технике, что обусловлено их низкой теплопроводностью и теплоемкостью, высокой газо- и жидкостной проницаемостью, значительной адсорбционной способностью. Преобладающую часть пористых керамических изделий используют в качестве промышленной теплоизоляции, позволяющей уменьшать массу и толщину ограждающих поверхностей тепловых агрегатов, снижать потери теплоты на аккумуляцию и излучение, обеспечивать равномерное распределение температур в рабочем пространстве, повышать производительность печей и др., что в совокупности ведет к значительной экономии топлива, энергии, времени, капитальных затрат. В.С. Стрюков предложил получение эффективных теплоизоляционных керамических материалов по пластичной технологии на основе природного кремнеземистого сырья – диатомитовой породы с использованием пороформирующих и пластифицирующих добавок. Интересны и другие доклады студентов и молодых ученых по данному направлению, в частности, доклад магистранта ТПУ А.П. Новоселова «Исследование влияния добавок на процессы гидратации и твердения цемента» и доклад магистранта ТПУ Л.Г. Кияевой «Пористые керамические материалы на основе вермикулита». Интересны и многие другие работы по данному направлению.

В секции «Землеустройство. Наука и практика» доклады выполнены студентами и молодыми учеными на высоком современном уровне. Актуальность 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. Представлены 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, предоставленной государственными структурами и на применении современных методов анализа. Наиболее интересным докладом является доклад студента ИПР ТПУ Ю.В. Вакарь на тему «Образование на поверхности Земли зон антропогенеза вследствие литосферно-атмосферно-космических процессов». В докладе рассмотрены области выхода на поверхность Земли электромагнитных систем (плазменные объекты с замкнутыми электрическими и магнитными полями, их приуроченность к сочленению геологических структур и тектоническим зонам). Показано, что выход на поверхность электромагнитных систем в атмосферу на поверхности Земли изменяется рельеф, происходит деструкция почв, возникают пожары, формируются геохимические аномалии. Обоснована необходимость считывания рисков, связанных с проявлениями быстропотекающих непериодических явлений в окружающей среде, в землеустроительном проектировании. Интересен также доклад А.Е. Кравчук, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета на тему «Земельно-имущественные отношения на территории Обь-Томского междуречья в связи с эксплуатацией подземных вод». В докладе представлены результаты исследования гидрогеоэкологических условий эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья, обозначены общие проблемы и тенденции развития земельно-имущественных отношений в связи с введением частной собственности на землю, намечены основные пути их решения для эффективного развития землеустройства на территории Обь-Томского междуречья.

В секции «Геоинформационные системы в геологии» представленные доклады актуально ориентированы на решение прикладных вопросов и проблем в геологии. Авторы продемонстрировали оригинальность научных идей, нестандартный подход к решению поставленных задач с использованием современных геоинформационных технологий, современные методы обработки геологических и геофизических данных, разномасштабных мультиспектральных космических снимков с применением современные



специализированных программ: ArcGIS, Erdas Imagine, MacroMine, Roxar, Easy Trace, и др. Один из наиболее интересных докладов был доклад студента ТПУ А.С. Янковича «Использование программного обеспечения ArcGIS для изучения закономерностей распределения элементов в природных водах Хакасии», а также работа Р.В. Байкова, инженера Сибирского федерального университета (г. Красноярск) «Использование блочной модели и компьютерных программ оптимизации границ ведения горных работ для целей решения задач стратегического планирования развития горного производства на примере месторождения «Золотое». Очень интересна работа молодых специалистов А.В. Антропова и М.С. Голобородова («НК «Роснефть» - Научно-технический Центр» РФ, г. Краснодар) «Перспективы использования web-технологий в гидродинамическом моделировании с помощью ГИС-технологий». Научное и прикладное значение имеет также доклад Д.А. Самданова, инженера, Н.В. Глушкова, научного сотрудника Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск) «Анализ цифровых моделей рельефа при геоморфологическом районировании территории по степени расчлененности рельефа для оптимизации поисков алмазоносных россыпей».

На секции «Экономика минерального сырья и 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 энергоемких отраслей ТЭК; экономическое обоснование 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. Интересным докладом в данном направлении является доклад аспиранта З.В. Энгельбрехт-Зенкиной (ТПУ, Германия) на тему «Метропольрегионы Германии». В докладе были представлены новые идеи организации технико-внедренческих зон для России и показана практика использования метропольрегионов в Германии. Интересен также доклад студентов А.В. Бяковой, А.Н. Темникова, О.С. Юдиной (Удмуртский государственного университета, г. Ижевск) на тему «Экономическое обоснование оптимизации фонда скважин на примере Ошворцевско-Дмитриевского месторождения Удмуртской республики». Авторами показана методика работы с проблемным фондом скважин, позволяющая управлять нерентабельным фондом бездействующих скважин. Интерес вызвал доклад А.Н. Голоскокова, научного сотрудника Института проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск) по теме «Критерии сравнения эффективности добычи энергоресурсов и технологий производства жидкого топлива». Практическое значение имеют также доклады В.К. Агафонова, студента Томского государственного университета на тему «Предоставление налоговых и иных льгот как способ стимулирования недропользователей к надлежащему выполнению обязанностей по ликвидации и консервации объектов горного производства» и доклад Д.И. Зайцевой, студента Национального исследовательского Томского политехнического университета по теме «План-фактный анализ как основной инструмент бюджетирования затрат на предприятиях нефтяной и газовой отрасли». Интересны и другие доклады на данной секции.

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 был представлено 85 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 англо-язычной литературы и литературы на немецком языке.

В процессе работы симпозиума на секциях использовались современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «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.

Конкурсное жюри симпозиума наградило авторов лучших докладов дипломами, призами и памятными подарками. Всем докладчикам были вручены сертификаты. Награждение лауреатов состоялось в торжественной и праздничной обстановке в Международном культурном центре Национального исследовательского Томского политехнического университета. Для участников симпозиума был дан праздничный концерт.

В период работы симпозиума для участников была организована интересная культурная программа. Были проведены экскурсии по городу, в музей редких и древних книг, в музей истории Томского политехнического университета, в музей-кабинет академиков В.А. Обручева и М.А. Усова, в минералогический и палеонтологический музей Томского политехнического университета, в библиотеку Томского политехнического университета, в Центр подготовки магистров в области нефтяного инжиниринга, созданного на базе Эдинбургского университета «Херриот-Ватт» (Великобритания) и Томского политехнического университета, в современное автоматизированное хранилище с лабораторно-аналитическим Центром. Гости симпозиума познакомились с учебными корпусами и лабораториями ИПР ТПУ, с двумя Инновационными научно-образовательными Центрами ИПР («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), оснащенными новейшим современным оборудованием на уровне мировых стандартов. Для гостей был показан фильм об истории, традициях и научных достижениях ИПР ТПУ.

Учитывая финансовые трудности в стране, редакционная коллегия в целях поддержки научной молодежи приняла решение опубликовать материалы большинства представленных докладов. Критерием отбора служили 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 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, ведущим исследования в данных научных направлениях.

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

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

# ПОСВЯЩАЕТСЯ 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРИ

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

### ДЕСЯТИЛЕТИЕ - ПОД ЗНАКОМ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА! (К 115-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

**П.С. Чубик, профессор, ректор**

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

2009 год ознаменован для Томского политехнического университета эпохальным событием — он стал единственным техническим вузом в азиатской части страны, который будет строить свою жизнь как Национальный исследовательский университет (НИУ).

Победа в конкурсе Министерства образования и науки РФ на установление категории «НИУ» определила вектор движения вуза на ближайшие десять лет. Впрочем, перемены планируются столь значительные, что под знаком этого десятилетия пройдёт и весь XXI век.

Государство выделило средства, чтобы ТПУ, вошедший в элиту российских вузов (сейчас их 23), в долгосрочной перспективе стал университетом мирового уровня. Такие университеты, по мнению ведущих зарубежных экспертов, характеризует: передовой уровень студенческих кадров, передовые преподавательские ресурсы, передовое оборудование и оснащение, а также соответствующая высокая оценка со стороны общественности.



*Ректор ТПУ П.С. Чубик с Президентом РФ Д.А. Медведевым и Губернатором Томской области В.М. Крессом на выставке современных научных достижений Томского политехнического университета*

сегодня Россия — в числе наиболее ресурсоемких стран мира. Например, коэффициент полезного действия наших материальных ресурсов (если за 100 % брать мировой уровень) — 30 %, трудовых — 35 %, информационных — 40 %, а энергетических — всего 25 %. Мы «выбрасываем на ветер» в год столько электроэнергии, сколько потребляет вся Франция. А между тем весь земной шар ждёт энергетический дефицит — к 2030 году потребление энергоресурсов в мире увеличится в два раза при обозримой ограниченности запасов основных энергоносителей.

При этом разработка и внедрение современных ресурсосберегающих технологий может привести к уменьшению себестоимости российской продукции в несколько раз.

Необходимость коренных изменений по отношению к ресурсосбережению назрела давно. И ключевым шагом в этом направлении должно стать формирование единого научно-образовательного центра, который сфокусируется на проблемах эффективного использования ресурсов, на распространении культуры, знаний и технологий ресурсосбережения.

Таким центром в России призван стать Томский политехнический университет. Нужно отметить, что в нашей стране немало научных центров, ведущих фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям науки, технологии и техники, но они во многом дистанцированы от практики. Именно эту дистанцию сократит ТПУ в ближайшие десять лет — место традиционного политехнического университета займёт Университет исследовательского типа, который держит высочайшую планку преподавания,

Глобальная тема, выбранная нашим университетом — ресурсоэффективность, — именно то направление, развитие которого волнует сейчас как крупные производственные компании, так и простого гражданина; как российскую, так и мировую общественность.

#### **Злободневная ресурсоэффективность**

Одним из ключевых факторов, снижающих конкурентоспособность российской экономики и негативно влияющих на уровень жизни, является низкая эффективность использования ресурсов. Национальный масштаб этой проблемы обусловлен несовершенством технологических и управленческих процессов, износом материально-технической базы, отсутствием традиций ресурсосбережения, укоренившимися представлениями о «неисчерпаемости» ресурсов. Россия настолько щедро обеспечена природными ресурсами, что мы ведём себя по отношению к ним более чем расточительно. Поэтому

фундаментальных и прикладных исследований, но в то же время создает и внедряет в производство самые передовые инновационные технологии и разработки.

#### Государственное финансирование

Программа развития НИУ рассчитана на 10 лет. В течение пяти ближайших из средств федерального бюджета на развитие вуза поступит 1,8 млрд. рублей. Нужно отметить, что уже в 2009 году в рамках Программы уже было получено 250 млн. И на эти средства приобретено самое новейшее техническое оборудование. Однако средства даются ТПУ «не на приобретение рыбы, а на удочки»: используя свой существенно усиленный научно-образовательный потенциал, имеющиеся и будущие научные разработки, наш коллектив обязан заработать в несколько раз больше на выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, предоставлении образовательных и других услуг, на коммерциализации наших научных разработок.

#### Программа развития ТПУ на ближайшие десять лет

Цель Программы, по которой будет развиваться наш вуз до 2018 года, – становление Томского политехнического университета как национального исследовательского университета мирового уровня, ориентированного на кадровое обеспечение и разработку технологий для ресурсоэффективной экономики.

Для достижения поставленной цели в будущем были определены пять перспективных направлений развития (ПНР):

- «Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов»;
- «Традиционная и атомная энергетика, альтернативные технологии производства энергии»;
- «Нанотехнологии и пусково-плазменные технологии создания материалов с заданными свойствами»;
- «Интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы мониторинга и управления»;
- «Неразрушающий контроль и диагностика в производственной и социальной сферах».



*Главный корпус Национального исследовательского Томского политехнического университета*

Все направления «заточены» под идею ресурсоэффективности, и, следуя выбранному вектору развития, ТПУ предполагает на базе каждого из них создать крупные интегрированные институты. Научный и образовательный процессы в институтах объединятся, фундаментальные и прикладные исследования будут неразрывно связаны с практическими и лекционными занятиями, заведовать лабораториями и учебными кафедрами будут преимущественно одни и те же люди. Такое «прорастание друг в друга», кооперация науки и образования — насущная потребность времени.

#### Государство поставило перед вузом ряд сложнейших задач, решение которых поможет развитию науки, образования и экономики России

1. Создание системы подготовки высококвалифицированных специалистов для разработки и реализации ресурсо- эффективных технологий.

В вузе будет генерироваться профессиональная элита в области ресурсоэффективных технологий — поможет в этом расширение магистерской подготовки в партнёрстве с ведущими университетами и промышленными предприятиями. Активно будет развиваться материально-техническая, учебно-методическая и информационная база учебного процесса. Расширится международное сотрудничество в образовательной сфере.

2. Создание инфраструктуры научной и инновационной деятельности.

Развитие получит инфраструктура фундаментальных и прикладных исследований, а также инновационной деятельности. На базе каждого института начнут работать не менее двух научных школ, признанных в России и мире. Особое внимание будет уделяться привлечению и стимулированию научной молодежи, международному научному сотрудничеству. Кроме этого, в инновационном поясе ТПУ будет создано свыше 40 новых предприятий — объектов интеллектуальной собственности вуза, обеспечивающих ежегодный прирост к 2018 году 300—450 новых рабочих мест.

3. Развитие кадрового потенциала.

В вуз будут привлекаться высокопрофессиональные научно-педагогические кадры. Предполагается, что из сторонних организаций в аспирантуре и докторантуре к 2018 году будет обучаться более 600 человек. Планируется масштабная профессиональная переподготовка и повышение квалификации научно-педагогических и управленческих кадров в области ресурсоэффективности.

4. Совершенствование системы управления университетом.

Организационная структура будет оптимизирована. Получит развитие многоканальное финансирование вуза. ТПУ готовится к переходу в автономное учреждение. Общие доходы НИУ РЭТ в 2018 году должны составить не менее 10 млрд. руб. Кроме этого, будет совершенствоваться система управления качеством образовательной и научной деятельности университета.

### Перспективный путь развития ТПУ ближайше десять лет

Выполнение задач Программы НИУ РЭТ, которые зафиксированы в конкретных показателях на каждый год, превратит ТПУ в университет мирового уровня.

На протяжении более ста лет главным принципом в подходах к обучению в Томском политехническом остаётся соответствие времени и востребованность выпускников экономикой и обществом. Из стен вуза ежегодно выходит более трёх тысяч высококлассных специалистов. В последние годы, как правило, на одного выпускника очной формы обучения пришлось 1,75 заявки от работодателей, — 91 % молодых политехников получили распределение. География трудоустройства показывает, что ТПУ готовит профессионалов для всех федеральных округов и регионов России, включая Москву и Санкт-Петербург, а также страны ближнего и дальнего зарубежья. В ближайшие годы планируется реализовать полномасштабный переход от классической



*Профессора Национального  
исследовательского Томского  
политехнического университета на  
праздновании 115-летия ТПУ*

модели образования «на всю жизнь» к концепции образования «в течение всей жизни», причем, начиная со школы. При вузе для отбора и обучения талантливых старшеклассников, в том числе из малоимущих семей, будет создан Лицей-интернат с выпуском до 1200 человек в год. Аудитории уже оснащаются современными техническими средствами, мультимедийным оборудованием, лабораторной базой мирового уровня. Свободнее становится доступ к внутренним и мировым информационным ресурсам. Подготовка магистров достигает нового уровня, их будут активнее приобщать к научным исследованиям и практической деятельности. Ещё большее развитие получат программы двойных дипломов с зарубежными вузами и другими лучшими отечественными университетами. Лекции студентам будут читать профессора — лидеры научных школ.

### В основе обучения – передовые научные достижения

Сейчас в ТПУ 1800 научно-педагогических работников. Благодаря кадровой политике создаются условия, которые позволят им максимально реализовывать свой потенциал, обеспечат профессиональный и должностной рост. В ближайших планах — формирование передовых преподавательских ресурсов за счёт значительного увеличения числа магистрантов, аспирантов и докторантов. В вузе активно работает кадровый резерв, ежегодно защищается до 20 докторских и 110 кандидатских диссертаций. Вуз берёт на себя обязательства: через десятилетие их число будет, соответственно: 55 и 360. Они вырастут из сегодняшних магистрантов — в вузе их более тысячи.

Научная деятельность является для ТПУ определяющей. Создана система её мотивации, в частности растут стимулирующие надбавки сотрудникам за вклад в научную репутацию вуза. Учёные, отмеченные мировым сообществом, будут выдвигаться на конкурсы по избранию в РАН и другие государственные и зарубежные академии. В политехнический уже привлекаются лучшие преподаватели-исследователи региона и страны. Для этого поддерживается лидерство университета по уровню гарантированной оплаты труда среди вузов Томской области и Сибирского федерального округа.

Для полноценной реализации научных амбиций лаборатории обеспечиваются самыми современными приборами и оборудованием, мировые источники научной информации становятся доступными. Готовятся к реализации крупные междисциплинарные научные проекты — вокруг них будут сконцентрированы талантливые учёные и значительные материальные ресурсы. Междисциплинарные молодёжные научные исследования будут поддерживаться внутривузовскими грантами.

### Передовое оборудование и оснащение лабораторной базы вуза

#### *От разработок – к внедрению с брендом ТПУ*

Значительная модернизация технического оснащения ТПУ прошла в 2007 году, когда он стал одним из победителей конкурса инновационных образовательных программ в рамках приоритетного национального проекта «Образование». ТПУ эффективнее, чем какой-либо другой вуз, использовал полученные федеральные средства, и за два года реализации Программы переместился в рейтинге технических и технологических вузов России с восьмого (2006 год) на второе (2008 год) место, уступив лишь МГТУ им. Н.Э. Баумана. Среди основных итогов программы — создание девяти, так называемых, «Центров превосходства» — междисциплинарных центров, оснащённых самым современным оборудованием. Сейчас они «вписаны» в приоритетные направления развития, и от них ожидается ещё большая отдача.

В каждом институте, созданном в рамках ПНР, будет работать центр коллективного пользования, способный удовлетворить потребности в исследовательских услугах как заказчиков Сибирского федерального округа, так и страны в целом. В работе и учёбе политехникам будет помогать участие ТПУ в Российском суперкомпьютерном кластере (сейчас в нём 22 вуза). Предполагается, что в него войдут и ведущие научно-образовательные центры мира. Кроме того, в рамках Программы развития НИУ, в вузе появится проектно-конструкторский институт с опытным производством. Рождённые в лабораториях идеи томских учёных-политехников воплотятся в опытные образцы в этом институте, где на самых новейших программных средствах будут работать профессионалы. На выходе мы получим ресурсоэффективный коммерческий продукт с привлекательным дизайном. Тиражирование опытных образцов будет производиться в «инновационном поясе» — сети

малых предприятий, сформированных вокруг университета. Предполагается, что такие предприятия начнут работу чуть ли не при каждой кафедре, и их продукция пойдёт на рынок с брендом ТПУ.



*Студенты на атомном исследовательском реакторе Национального исследовательского Томского политехнического университета*

которые они принесут, намного больше экономического эффекта. Томский политехнический — современный, передовой технический университет, входящий в международные рейтинги и имеющий независимую экспертную позицию, заметно улучшит международную репутацию страны.

#### **ТПУ на пути к университету мирового уровня**

Томский политехнический был первенцем инженерного образования в азиатской части России, остаётся первым и сейчас и сохранит своё лидерство в будущем, став научно-образовательным центром мирового уровня. Это здоровые амбиции, подтвержденные славным прошлым, достойным настоящим и уверенным будущим вуза!

### **НАУЧНЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ТОМСКИХ ПОЛИТЕХНИКОВ**

**(К 115-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)**

**В.А. Власов, профессор, проректор по научной работе и инновациям**

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

В 2009 г. Томскому политехническому университету присвоен статус «Национальный исследовательский университет» (НИУ). Целью Программы НИУ является становление Томского политехнического университета как университета мирового уровня, ориентированного на кадровое обеспечение и разработку технологий для ресурсоэффективной экономики. Достижение поставленной цели требует от научного сообщества университета решения следующих задач:

- подготовка высококвалифицированных специалистов для разработки и реализации ресурсоэффективных технологий;
- создание инфраструктуры научной и инновационной деятельности;
- развитие кадрового потенциала.

Задачи декомпозируются в мероприятия: проведение фундаментальных и прикладных исследований мирового уровня, развитие научных школ, создание эффективной инфраструктуры научной и инновационной деятельности, ресурсное обеспечение.

Выбраны основные приоритетные направления развития (ПНР), основанные на научных школах ТПУ и приоритетных направлениях науки и техники, названных Президентом РФ Д.А. Медведевым:

- Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов.
- Традиционная и атомная энергетика, альтернативные технологии производства энергии.
- Нанотехнологии и пучково-плазменные технологии создания материалов с заданными свойствами.
- Интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы мониторинга и управления.
- Неразрушающий контроль и диагностика в производственной и социальной сферах.

Всемирно признанные научные школы, оказавшие большое влияние на формирование приоритетных направлений развития Национального исследовательского университета: ускорители заряженных частиц; неразрушающий контроль качества материалов; ядерная физика и техника; сибирская геологическая и

#### **Высокая оценка ТПУ со стороны мировой общественности**

Важнейшим результатом выполнения Программы развития станет создание на территории России значительного интеллектуального актива — университета научно-исследовательского профиля в области ресурсоэффективных технологий. Университет будет конкурентоспособен на мировом уровне и привлекателен созданной в нем творческой средой. Он заметно выделится среди «собратьев» продуктивностью научных исследований и проектных разработок, а также высоким качеством образовательных услуг.

Такого рода активы всегда ценились в мире, а в XXI веке, в связи с потребностью перевода экономики на инновационные технологии, приобретают еще большее значение. Наличие в стране подобных научно-образовательных центров свидетельствует о серьезности претензий России на лидирующие позиции. И выгоды,



*Проректор по научной работе и инновациям ТПУ В.А. Власов с Президентом РФ Д.А. Медведевым*

гидрогеохимическая школы; геология и геохимия благородных металлов; геоинформатика и геоинформационные технологии; физическая мезомеханика нано- структурных поверхностных слоев и наноструктурных покрытий в экстремальных условиях нагружения; электрофизика; нанокерамические и нанокompозитные материалы; химия и химические технологии, эффективность и надежность систем производства и передачи электрической энергии и др., четыре из которых получили государственную поддержку по грантам Президента РФ.

В настоящее время университет успешно развивает накопленный ранее потенциал. Свидетельствами признания его научных достижений на российском и мировом уровнях служит следующее:

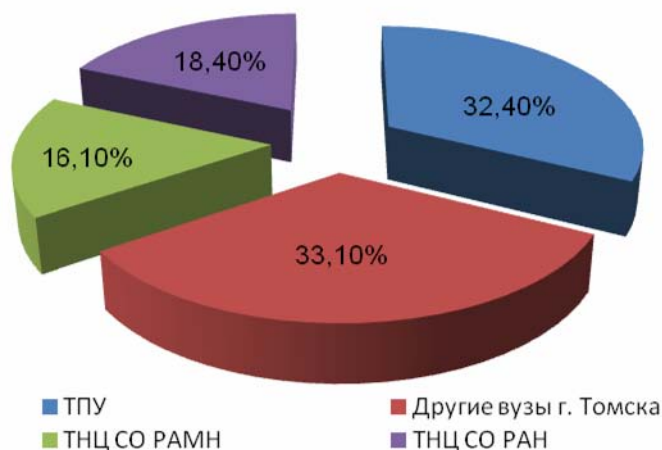
- ТПУ является единственным в мире производителем малогабаритных бетатронов на энергию от 1 до 18 МэВ, предназначенных как для медицинских целей, так и для рентгенографического контроля крупногабаритных изделий.

- Разработанные в нашем университете технологии и установки используются для нанесения плазменных терморегулирующих покрытий на поверхность космических летательных аппаратов системы ГЛОНАСС и модифицирующих плазменных покрытий на бортовые элементы этих аппаратов для их защиты от излучения Солнца.

- 6 сотрудников в последний год университета стали лауреатами Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за научные разработки для неразрушающего контроля материалов и изделий, технологий энергетики, энергосбережения и рационального природопользования.

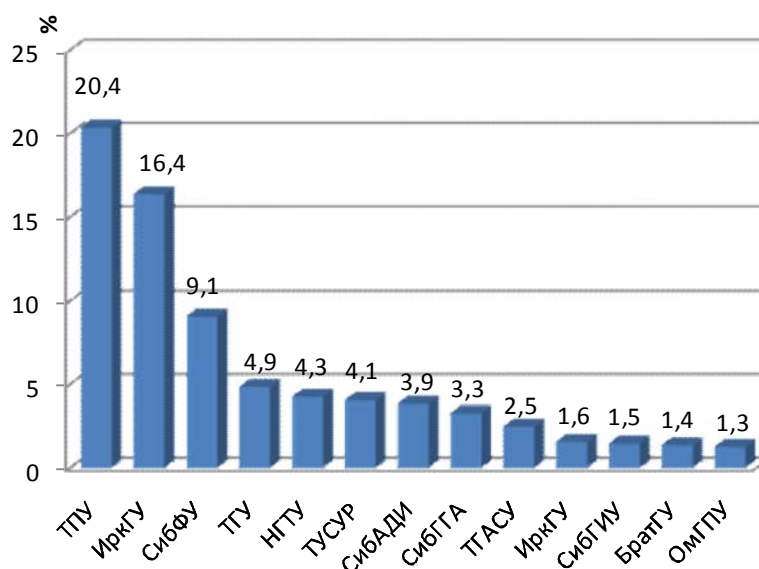
Томский политехнический университет — один из крупнейших в стране научно-образовательных комплексов с хорошо развитой инфраструктурой научных исследований и подготовки кадров высшей квалификации. Объем внебюджетных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) университета составляет более 50 % от объема всех вузов г. Томска, 33 % — от всего Томского научно-образовательного комплекса и 20,4 % от вузов Сибирского федерального округа. Университет традиционно занимает лидирующие места по объему НИОКР, зарубежных контрактов, количеству опубликованных статей и полученных патентов среди вузов и организаций Федерального агентства по образованию.

ТПУ является учредителем некоммерческого партнерства по научной и инновационной деятельности «Томский атомный центр» и межведомственного центра нанотехнологий «Томскнанотех». В рамках федеральных целевых программ в вузе созданы и работают центры: «Обеспечение радиационной безопасности» и «Нанотехнологий». Наш университет вступил в некоммерческие партнерства проектировщиков, строителей и изыскателей Томской области. Наличие необходимых допусков от саморегулирующихся организаций и новых лицензий на широкий перечень видов деятельности позволит университету привлечь значительные объемы внебюджетных средств в результате хозяйственной деятельности с промышленностью, малым и средним бизнесом.



**Объемы внебюджетных НИОКР  
Томского научно-образовательного комплекса**

Одним из важнейших направлений развития университета является научная интеграция с академическими учреждениями и крупными производственными предприятиями. Накоплен положительный опыт развития интеграционных связей между Томским политехническим университетом и академическими учреждениями, которые сложились еще при создании томского Академгородка. В 2004 году заключен договор о сотрудничестве между ТПУ и Томским научным центром Сибирского отделения Российской Академии наук (ТНЦ СО РАН), а в 2009 г. — стратегический договор с СО РАН. Кроме того, заключен договор о сотрудничестве с СибГМУ и институтами ТНЦ СО РАМН о ключевых аспектах совместной инновационной деятельности по нанотехнологиям в медицине. Созданы и работают совместные кафедры, научно-образовательные центры и лаборатории. В университете работают 15 академиков РАН.



Объем внебюджетных НИОКР вузов Сибирского федерального округа

Сформированы и действуют долгосрочные программы с крупнейшими производственными предприятиями по разработке новых технических решений, подготовке и переподготовке кадров: ОАО «Российские железные дороги», «Сибирский химический комбинат», «Томсктрансгаз», «Томский инструмент», «Томскнефтехим», «Востокгазпром», «Кузбас-энергосервис», «Томскнефть», «Роснефть», «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева и горнохимический комбинат г. Железногорска.



8 корпус ТПУ – второй горный

Для развития научной инновационной деятельности в университете создана комплексная инфраструктура, включающая Инновационно-технологический центр, Центр трансфера технологий, Студенческий технологический бизнес-инкубатор, ООО «Технологический инкубатор Томского политехнического университета», Выставочный центр инновационных, научных и образовательных достижений университета. Инновационная инфраструктура университета является связующим звеном между научным сектором университета, малыми инновационными предприятиями (МИП), промышленностью и позволяет реализовывать завершённый инновационный цикл, обеспечивающий выявление коммерчески перспективных

разработок, привлечение финансирования инновационных проектов, доведение разработок до стадии серийного производства, в том числе путем создания малых инновационных предприятий.

В «инновационный пояс» университета входят 50 малых инновационных предприятий, тесно взаимодействующих с университетом в вопросах кадрового обеспечения и совместного выполнения НИОКР. Инновационные предприятия выступают как соисполнители совместных с ТПУ работ, так и заказчиками НИОКР. В деятельность таких предприятий активно вовлечены студенты и сотрудники подразделений университета. Права на интеллектуальную собственность между университетом и предприятиями «инновационного пояса» урегулированы лицензионными договорами и договорами о распределении прав на совместные патенты.

Сложились взаимовыгодные партнёрские отношения между университетом и малыми предприятиями: ООО «Инком», «Фотон», «Акватех», «Томьяналит», «Техноаналит», «ЮМХ». Отдельные научно-производственные предприятия, например, такое как ООО «Инком», одним из первых начало сотрудничество с Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках основного конкурса. По программе СТАРТ сотрудниками университета создано 25 малых инновационных предприятий. Данный показатель соответствует уровню развития инновационного предпринимательства ведущих исследовательских университетов мира. Так, в Массачусетском технологическом университете (США) учреждается около 19 компаний в год.

В связи с созданием на территории Томска особой экономической зоны технико-внедренческого типа (ТВЗ) наш университет имеет перспективы для развития и совершенствования деятельности в сфере коммерциализации и трансфера разработок, создания и внедрения современных технологий подготовки кадров для инновационной деятельности.



В университете ведутся разработки по всем обозначенным направлениям деятельности ТВЗ: новые материалы и нано- технологии, биотехнологии и медицинское приборостроение, информационные технологии и электроника. В 2007—2008 гг. три предприятия «инновационного пояса» университета стали резидентами ТВЗ с проектами «Системы сбора и передачи данных для труднодоступных подвижных объектов» (ООО «НПЦ СТРЕЛА»), «Разработка и изготовление малогабаритных источников рентгеновского излучения и дефектоскопических комплексов на их основе» (ООО «Фотон») и «Создание автоматизированного аналитического комплекса для контроля токсичных и контролируемых примесей и характеристик в пищевых, экологических, биологических объектах» (ООО «Томьяналит»). Целью вышеназванных проектов является разработка и расширение производства наукоемкой продукции для отечественного и зарубежного рынков.

- Разработанные в ООО «Инком» аппаратно-программные комплексы для передачи данных по различным каналам успешно используются в подразделениях МЧС удаленных застав пограничной службы, Росгидромета, лесничествах и других предприятиях и организациях. ООО «Инком» поставил несколько тысяч таких комплексов. Годовой финансовый оборот ООО «Инком» превышает 100 млн руб.

- ООО НПФ «Магнуст» успешно сотрудничает с предприятиями Объединенных Арабских Эмиратов, поставляя им устройства для магнитной обработки воды (декарбонизаторы). Планируется поставка еще нескольких десятков устройств на сумму в несколько десятков миллионов рублей.

- ООО «Фотон» совместно с НИИ интроскопии ТПУ являются мировыми лидерами в производстве малогабаритных бетатронов. Бетатроны широко используются во всем мире: в досмотровых системах, устройствах неразрушающего контроля, медицине. Финансовый оборот ООО «Фотон» составляет около 40 млн руб. в год.

- Разработки ООО «Инфрамед» в области технологий тепловизионного контроля широко используются для контроля самолетов (аэропорты России и США), поиска утечек тепла и неразрушающего контроля нефтепроводов, зданий и сооружений, поиска мин (Ирак). Годовой финансовый оборот ООО «Инфрамед» составляет около 10 млн руб.



10 корпус ТПУ



Лекция в компьютеризированной лекционной аудитории ТПУ

- Сотрудники ТПУ и ООО «Томьяналит» совместно разработали четыре ГОСТа и 40 методических указаний (МУК) в области анализа воды, пищевых продуктов на содержание различных элементов. Эти ГОСТы и МУК, также как и приборы вольтамперометрического анализа, выпускаемые ООО «Томьяналит», широко используются в лабораториях Роспотребнадзора, органов сертификации, лабораториях, занимающихся охраной окружающей среды, и различных предприятий в России и странах СНГ.

Развивается сотрудничество с зарубежными организациями в сфере технологического трансфера и вывода разработок нашего университета на мировые рынки. Установлено сотрудничество и подготовлены предложения по разработкам университета в рамках проекта «Новая франко-российская модель коммерциализации науки» при участии компании «Inno»

(Франция). В рамках подписанного соглашения с венчурной компанией «Imprimatur Capital Ltd.» (Великобритания) ведется отбор проектов наших ученых для посевного финансирования и последующего создания start-up компаний. Заключен договор о патентном сотрудничестве с компанией Samsung Electronics Co. Ltd, расширяющий возможности университета по зарубежному патентованию. Подписаны соглашения о сотрудничестве в области коммерциализации и трансфера технологий с Центром по внедрению российских технологий г. Далянь и Ляояньским международным инкубатором (КНР). Подписано соглашение о сотрудничестве с технопарком Bucheon Industrie Promotion Foundation (г. Пучен, Республика Корея) в сфере совместных научных исследований, семинаров и стажировок.

Установлено стратегическое сотрудничество между Томским политехническим университетом и Ассоциацией «Научно-технологическое сотрудничество для Лотарингии» (CSTL) по совместной коммерциализации научно-технических разработок и реализации инновационных проектов Томской области и региона Лотарингия (Франция). Для достижения названных целей организован «Центр технологического партнерства Лотарингия — Томская область», функции которого возложены на Инновационно-технологический центр нашего университета. Главной целью Центра является содействие образованию «технологических пар» между университетами, исследовательскими институтами и высокотехнологичными предприятиями Томской области и региона Лотарингия. Подписанное соглашение открывает перспективы трансфера и коммерциализации

технологий ученых нашего университета в странах Европейского союза, включая создание совместных предприятий.

Университет активно включился в процесс организации малых инновационных предприятий. С 2009 года проводится конкурс по поддержке научных проектов, которые могут являться основой создания малых инновационных предприятий. По результатам конкурса поддержано 10 проектов, на основе которых в 2009 г. учреждены инновационные предприятия, основанные на объектах интеллектуальной собственности университета.

Стимулирование научно-исследовательской и инновационной деятельности на фоне содействия в реализации сотрудниками университета своего творческого потенциала является важным звеном в цепи мероприятий по формированию конкурентного, инновационного мышления, направленного на решение стратегических задач университета. Потому сегодня так актуальна подготовка высококвалифицированных кадров, в первую очередь молодых, способных не только управлять инновационными процессами, но и реализовывать их на деле.

В 2009 г. отремонтированы и сданы новые помещения для Студенческого технологического бизнес-инкубатора (СТБИ) Томского политехнического площадью более 700 м<sup>2</sup>. СТБИ — ресурсоэффективная среда для инновационного бизнеса. На конкурсной основе проведен отбор первых резидентов СТБИ, которые в перспективе станут малыми инновационными предприятиями в составе «инновационного пояса» ТПУ.



*Зал 3D-визуализации в Центре профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела на базе Эдинбургского университета (Великобритания) и ИПР ТПУ*

Важную роль в подготовке кадров для инновационной деятельности выполняет государственная программа «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.). В настоящее время в университете проведено девять аккредитованных по программе У.М.Н.И.К. мероприятий: симпозиумов, конференций и школ-семинаров, на которых участниками программы стали 86 молодых ученых, аспирантов и студентов, что составляет около 50 % всех «умников» Томской области.

Наш университет стремится занять почетное место в ряду элитных вузов развитых государств и заботится о ежегодном возрастании количества высококвалифицированных специалистов и научных работников, повышении качества их подготовки. В университете

обучаются более 600 аспирантов и докторантов и 200 человек — в качестве соискателей. В аспирантуре обучается 32 иностранных гражданина из Египта, Ирака, Иордании, Ирана, Вьетнама, Китая, Нигерии, Таиланда, Колумбии, Казахстана и Кыргызстана.

В университете работают 15 диссертационных советов по защите докторских диссертаций. Ежегодно сотрудниками университета защищается более 100 докторских и кандидатских диссертаций.

Большую роль в повышении эффективности подготовки кадров высшей квалификации и высококвалифицированных специалистов для сфер науки, образования, производства, наукоемкого бизнеса, специалистов с инновационным, творческим образом мышления, способных к осуществлению деятельности в условиях рыночной экономики, играет развитие молодежной науки. Современная концепция молодежной науки Томского политехнического университета охватывает научно-исследовательскую работу студентов (НИРС), научно-техническое и инновационное творчество молодежи (НТИТМ), а также научную работу учащихся (НРУ) — будущих абитуриентов ТПУ. Для реализации этой задачи в университете создано единое Управление магистратуры, аспирантуры и докторантуры (УМАД), основной целью деятельности которого является реализация системы обучения в магистратуре, аспирантуре и докторантуре, приводящей к значительному увеличению эффективности подготовки кадров высокой и высшей квалификации в соответствии с концепцией развития Национального исследовательского университета ресурсоэффективных технологий.

Одним из методов решения поставленных задач является создание впервые в России комплексной Программы модульной системы аспирантской и предаспирантской подготовки в рамках Школы молодого ученого (ШМУ). Развитие ШМУ позволит достичь высоких результатов в повышении общего уровня подготовки аспирантов и компетентности молодых ученых, закрепить в научно-образовательной и инновационной деятельности университета перспективные и талантливые молодые кадры.

Для формирования конкурентной среды в университете ежегодно проводится конкурс грантов для молодых ученых, готовящих диссертацию.

К различным формам НИР ежегодно привлекается более 40 % студентов дневной формы обучения. Ежегодно студенты и молодые ученые на конкурсах и олимпиадах различного уровня получают около 400 наград. За последние годы получено 18 медалей РАН, более 70 стипендий Президента и Правительства РФ, три молодежных гранта международного фонда «Глобальная энергия».

Наш университет — лидер по количеству патентов и научной продукции среди технических вузов Российской Федерации. Ежегодно сотрудники университета публикуют более 70 монографий, 6000 статей, докладов, в том числе 1500 статей в рецензируемых российских и зарубежных журналах, более 200 статей в ведущих мировых изданиях Science Citation Index; получают более 140 патентов.

Журнал «Известия ТПУ», включенный ВАК в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, рассылается в библиотеки 13 стран. С 2006 года журнал выпускается на английском языке.

Молодые ученые и студенты университета вносят значительный вклад в развитие научных исследований. 547 молодых ученых являются руководителями НИРС, индивидуально и в соавторстве публикуется более 2000 работ, издается около 20 монографий; молодые ученые получают более 100 патентов.

В 2009 году университет принял активное участие в новой Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 гг. На конкурсы в рамках этой программы подано более 170 заявок, по результатам которых заключены государственные контракты на сумму 122,1 млн руб.

В рамках различных форм научного сотрудничества активно развиваются партнерские отношения с ведущими мировыми научными центрами, университетами, промышленными предприятиями из 31 страны мира, в том числе Германии, Франции, Австрии, Чехии, США, Японии, Южной Кореи, Великобритании, Испании, Италии, Нидерландов, Финляндии, Дании, Венгрии, Канады, Индии, Китая, Сингапура, Белоруссии и Казахстана.

Университет сотрудничает с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в области безопасности и нераспространения ядерных материалов, физической защиты ядерных установок и культуры физической ядерной безопасности. За этот период на базе ТПУ в 2008 г. проведен образовательный семинар МАГАТЭ «Культура физической ядерной безопасности», в сентябре 2009 г. на базе Инновационно-образовательного центра ядерных технологий и нераспространения проведены Региональные учебные курсы МАГАТЭ по физической защите исследовательских реакторов. Цель учебных курсов — ознакомить участников с руководящими материалами МАГАТЭ по физической ядерной безопасности и помочь обеспечить более эффективную физическую защиту ядерных исследовательских реакторов и связанных с ними материалов и площадок. В курсах принимали участие специалисты, работающие в области организации системы физической защиты исследовательских реакторов из России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Узбекистана. В качестве лекторов МАГАТЭ пригласило ведущих специалистов в области физической защиты ядерных материалов и установок из США, Германии, Украины, Австрии и России.

В 2009 г. в нашем университете проведена Международная научная конференция «Становление и развитие научных исследований в высшей школе», посвященная 100-летию со дня рождения профессора А.А. Воробьева, ректора Томского политехнического института в период с 1944 по 1970 гг., создателя новых научных школ и направлений в общей и прикладной физике, ученого редкой величины, новатора, незаурядного организатора высшего образования Сибири. Тематика конференции была направлена на взаимодействие ученых, инженеров, специалистов вузов, научно-исследовательских институтов, предприятий, научно-промышленных комплексов. В конференции приняли участие более 300 человек из России и из-за рубежа.

В университете создана уникальная материально-техническая база, позволяющая обеспечить проведение научных исследований и подготовку кадров на современном уровне: физический комплекс излучательных установок с широким диапазоном энергий и видов ускоренных частиц; единственный за Уралом учебно-исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т, электронный синхротрон «Сириус», циклотроны, электростатический генератор, комплекс бетатронов, микротроны, сильноточные ионные и электронные ускорители. В университете работают 12 центров коллективного пользования, в том числе «Научно-аналитический центр» (включен в федеральный перечень ЦКП Минобрнауки РФ), «Центр измерения физических и эксплуатационных характеристик новых материалов и покрытий», ЦКП в рамках Научно-образовательного инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии», ЦКП в рамках Инновационно-образовательного центра опережающей подготовки специалистов мирового уровня в области физики ускорителей и медицинской физики, Центр коллективного пользования «Суперкомпьютерный кластер» и др.

В целях активизации научно-педагогических сотрудников, молодых ученых и студентов университета, а также выполнения научных исследований и подготовки высококвалифицированных кадров на мировом уровне, способных обеспечить становление ТПУ как университета инновационного типа, проводятся рейтинги подразделений университета по научной деятельности и молодежной науке; ежегодные конкурсы индивидуальных грантов ТПУ для молодых ученых и на лучшую НИР в номинациях «Фундаментальные исследования», «Циклы работ», «Научные разработки»; ежегодные конкурсы научно-инновационных проектов и «Ученый года ТПУ» по номинациям «Доктор наук» и «Кандидат наук», конкурс «Лучший студент ТПУ» и другие мероприятия.

Достигнутые результаты привели к системному эффекту — повышению инновационного потенциала вуза — и создали условия для становления и развития университета как вуза исследовательского типа, оказывающего существенное положительное влияние на развитие Томской области, а также всего Сибирского Федерального округа и Российской Федерации в целом.



*Молодые ученые за работой в научной лаборатории ТПУ*

## ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА – ВСЕ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ

(К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРИ)

**О.Г. Савичев, профессор, начальник научного отдела Института природных ресурсов  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Приказом Министерства образования и науки России № 613 от 17.11.2009 г. утверждена Программа развития Национального исследовательского Томского политехнического университета, в которой были выделены пять приоритетных направлений развития университета, в том числе ПНР-1 «Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов». Для реализации ПНР-1 решением Учёного совета ТПУ от 11.05.2010 г. на базе структурных подразделений университета был создан Институт природных ресурсов (ИПР).



*20 корпус ТПУ – Институт природных ресурсов*

В состав ИПР вошли все подразделения Института геологии и нефтегазового дела (ИГНД), образованного в 2001 г. на базе геолого-разведочного факультета, Центр переподготовки специалистов нефтегазового дела (ЦППС НД), кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики, технологии основного органического синтеза и высокомолекулярных соединений, физической и аналитической химии бывшего химико-технологического факультета и кафедры теоретической и прикладной механики бывшего машиностроительного факультета. Таким образом, Институт природных ресурсов является полноправным правопреемником более чем столетних традиций, возникших в рамках известных научных геологических и химических школ, основанных и получивших развитие благодаря академикам В.А. Обручеву, В.А. Усову, Н.Н. Семёнову, В.А. Кузнецову, Ю.А. Кузнецову, К.И. Сатпаеву, членам-корреспондентам АН СССР (ныне РАН) А.А. Иванову, Г.А. Хельмквисту, А.С. Хоментовскому, Ф.Н. Шахову, профессорам Н.М. Кижнеру, Е.В. Бирону, А.Г. Стромбергу, М.К. Коровину, И.К. Баженову, В.П. Казаринову, А.А. Белицкому, М.И. Кучину, И.И. Молчанову, К.В. Радугигу, П.А. Удолову и многим другим замечательным учёным, внесшим огромный вклад в развитие мировой науки и освоение Сибири и Дальнего Востока.

Сегодня в институте работают 433 преподавателя (с учетом внутривузовских и внешних совместителей), в том числе 5 академиков и членов-корреспондентов РАН, 28 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, 58 докторов наук и 202 кандидата наук, а традиции, заложенные более века назад, успешно развиваются в рамках крупных научных школ, получивших признание не только в России, но и в мире: Сибирская гидрогеохимическая школа (руководитель – профессор Шварцев С.Л.); Школа геологии и геохимии благородных металлов (профессор Коробейников А.Ф.); Сибирская научная школа в области бурения геологоразведочных скважин (профессор Сулакшин С.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 топлива и газа (профессор Кравцов А.В.); Томская электрохимическая школа (профессор Бакибаев А.А.).

Целью Института природных ресурсов сегодня является: 1) создание новых современных технологий прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых, геолого-экономической оценки разработки природных ресурсов с применением экологически безопасных приемов и способов их комплексного освоения с максимальным извлечением полезных компонентов и максимально возможной глубиной переработки на востребованные товарные продукты, создания лекарственных средств и биологических комплексов на основе растительного сырья и иных природных источников; 2) подготовка профессиональной элиты для национальной экономики. Для достижения этих целей в ИПР используется комплексный, междисциплинарный подход к решаемым проблемам с широким применением современных методов математического и физического моделирования, информационных технологий и коммерческой апробацией полученных результатов как в рамках малых предприятий при ТПУ, так и с помощью партнёров – ведущих компаний России и Сибири.



*Центр учебно-геологических практик  
ИПР имени Г.А. Иванкина в Хакасии*

В рамках решения указанных выше целей перед ИПР поставлены четыре основные задачи: 1) разработка и коммерциализация технологий поисков, добычи, разделения, транспортировки и переработки нефти, газа и угля, ориентированных на повышение достоверности геологического прогноза и моделирования залежей углеводородов, повышение эффективности разработки месторождений нефти и газа и переработки сырья с получением товарных продуктов; 2) разработка и коммерциализация технологий поисков, добычи, разделения и переработки чёрных, цветных, благородных и редких элементов, ориентированных на повышение достоверности геологического прогноза и моделирования рудных залежей, повышение эффективности разработки месторождений и переработки руд с получением товарных продуктов; 3) исследование, поиски и разведка водных ресурсов Сибири и их экологическое состояние, разработка методологии рационального использования и охраны водных объектов для обеспечения населения и производства качественной водой; 4) оценка ресурсов и разработка технологий переработки перспективных природных источников для создания лекарственных средств и биологических комплексов.

Для решения указанных задач в структуре Института природных ресурсов выделено три направления: 1) нефтегазовое (6 кафедр – бурения скважин, геологии и разработки нефтяных месторождений, транспорта и хранения нефти и газа, иностранных языков института природных ресурсов, теоретической и прикладной механики, проектирования объектов нефтегазового комплекса, 3 инновационно-научно-образовательных центра по разным специализациям, 2 лаборатории); 2) горно-геологическое (6 кафедр – общей геологии и землеустройства, гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии, геофизики, геологии и разведки полезных ископаемых, экономики природных ресурсов, геоэкологии и геохимии, 3 научно-образовательно-производственных центра, 2 лаборатории); 3) химико-технологическое (4 кафедры – химической технологии топлива и химической кибернетики, физической и аналитической химии, общей химической технологии, технологии основного органического синтеза и высокомолекулярных соединений, 1 центр, 5 лабораторий). Кроме того, имеются четыре отдела (учебный, научный, по социально-воспитательной работе и связям с общественностью, административно-хозяйственный), два общеинститутских центра (центр учебных геологических практик в Хакасии и центр технического обеспечения образовательной деятельности), а также музеи (минералогический, палеонтологический, музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова).

Перечисленные цели и задачи имеют прочное основание, подготовленное более чем столетней историей ТПУ и достижениями тысяч выпускников. В настоящее время в Институте природных ресурсов осуществляется подготовку кадров по очной (более 2600 студентов), заочной (1917 студентов) и очно-заочной (66 студентов) формам обучения, в том числе: бакалавров по 8 направлениям; магистров по 21 программе; дипломированных специалистов по очной форме обучения – по 15 специальностям, по заочной форме – по 9 специальностям. Кроме того, оказываются дополнительные платные образовательные услуги: в части профессиональной переподготовки специалистов – по 12 программам; в части подготовки рабочих кадров – по 3 профессиям; в части повышения квалификации – по 38 программам. В процессе обучения студенты получают необходимые теоретические знания на самом современном уровне, для закрепления которых проводятся учебные практики для студентов первого и второго курсов на полигоне в Хакасии при посещении крупнейших горнодобывающих и химических предприятий юга Сибири, а для старшекурсников – производственные практики в ведущих компаниях России.



**Мемориальный кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова в ИПР ТПУ**

Стратегическая линия образовательного процесса в Институте природных ресурсов заключается в резком повышении конкурентноспособности выпускников. При этом важное значение придаётся интеграции образовательного и научного процессов, а также подготовке по программам уровня «Двойной диплом» совместно с ведущими университетами мира, причём уже сейчас в ИПР ведётся подготовка магистров по двум программам уровня «Двойной диплом»: «Геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа» (университет НУ, Великобритания); «Экологические проблемы окружающей среды» (Университет Paris SUD 11, Франция).

Дальнейшее развитие ИПР основывается на углублении указанных направлений и соблюдении следующих базовых принципов: 1) единство научной и учебной деятельности, дающее специалистам глубокие общенаучные знания; 2) фундаментальная инженерная и практическая подготовка, позволяющая выпускникам быстро адаптироваться в современных производственных условиях; 3) высокий уровень требований к студентам и преподавателям, гарантирующий соответствующее качество подготовки специалистов; 4) новаторство, требующее от студентов, преподавателей, ученых и менеджеров университета постоянно находить лучшие пути решения стоящих перед ними задач.



**Лаборатория гидродинамики Инновационного научно-образовательного Центра подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа ИПР ТПУ**

## ВКЛАД ИНСТИТУТА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ТПУ В ПОДГОТОВКУ ТВОРЧЕСКИХ ВЫСОКОПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ И НАУЧНЫХ КАДРОВ РОССИИ

(К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРИ)

**Г.М. Иванова, доцент, заместитель начальника научного отдела ИПР ТПУ**

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

Сегодня, в XXI веке, наука и образование стали 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. Конкурентоспособный специалист сегодня должен быть не только высокопрофессиональным, но и творческой личностью. Решить подобную задачу под силу лишь высшему образованию высокого уровня, в основе которого лежит система единства науки-образования-производства при



*Первый корпус ТПУ – горный*

наличии постоянного поиска и отбора одаренной и талантливой молодежи и воспитания творческой личности. 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-изобретательскую самостоятельную деятельность. Осуществить это можно тогда, когда

учебно-научно-воспитательный процесс будет построен таким образом, что студенту (обучающемуся) 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.

За 110-летнюю историю воспитания высокопрофессиональных и творческих специалистов в ИПР сложилась и действует эффективная сквозная система подготовки таких специалистов: НРУ (научная работа учащихся) – НИРС (научно-исследовательская работа студентов) – НТИИТМ (научно-техническое и инновационно-исследовательское творчество молодежи, включая аспирантов и молодых ученых до 35 лет).

Подобная система воспитания творческой личности складывалась и развивалась в Институте природных ресурсов (ранее 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 (ГРФ, ИГНД) 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 110 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 и помогая в дальнейшем любимому институту и вузу.

Учебно-научно-воспитательный процесс, заложенный основателями ИПР, продолжается. Так, из 14 тыс. выпускников Института (факультета) более 350 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых (104 нефтяных месторождения в стране открыто выпускниками ИПР (ГРФ, ИГНД), 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 150 – докторами и более 800 – кандидатами



*Академик В.А. Обручев*



**Академик М.А. Усов**

наук. Из стен ИПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии наук, 5 Героев Социалистического Труда. ИГНД 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 и Н.Ф. Шахов, Д.А. Стрельников, подготовивший 15 Героев Социалистического труда и многие, многие другие. Выпускники Института природных ресурсов ТПУ возглавляют вузы, академические институты, научно-исследовательские и производственные организации России, являются министрами РФ, руководителями областных администраций, депутатами областной и Государственной Думы РФ, и все они прошли через НИРС. Достаточно вспомнить лишь некоторые открытия, сделанные нашими выпускниками и сотрудниками в области геологии горного и нефтегазового дела и ясна, сколь огромна роль наших предшественников. В 1921 г. группа томских студентов-геологов под руководством выпускника ГРФ ТТИ (ТПУ) профессора Н.Н. Урванцева открыла крупнейшее в мире Норильское медно-никелевое месторождение на северо-востоке страны и заложила первый дом, дав начало строительству современного г. Норильска и разработке уникального месторождения, которое служит стране до сих пор. В 20-х годах выпускником ТТИ (ТПУ), М.А. Капелюшниковым был создан первый в мире турбобур, положивший начало механическому вращательному бурению скважин. Профессор М.А. Капелюшников являлся также строителем первого в СССР крекинг-завода. В 1939 г. К.В. Радугин, профессор ГРФ ТТИ (ТПУ) было открыто крупнейшее Усинское месторождение карбонатных марганцевых руд в Кузнецком Алатау, сыгравшее большое значение в создании самой лучшей в мире брони II Мировой войны для знаменитого танка Т-34 на Кузнецком металлургическом комбинате. Всем известно, какую огромную роль сыграл в Победе нашей страны легендарный танк Т-34. За это открытие К.В. Радугину была присуждена Сталинская премия. В 1941 г. выпускник ГРФ ТТИ (ТПУ), профессор И.К. Баженов открыл крупнейшие залежи нефелина, положившие начало развитию алюминиевой промышленности в Сибири, что дало толчок и широкие возможности к развитию самолетостроения в стране. В 1945 г. профессором ГРФ ТТИ (ТПУ) М.К. Коровиным было дано теоретическое обоснование нефтегазоносности Западной Сибири, где он добился проведения геологоразведочных работ на нефть. Научное предвидение М.К. Коровина подтвердилось. Сегодня Западная Сибирь – крупнейший в мире нефтегазовый бассейн. За это открытие М.К. Коровин был удостоен Ленинской премии.

В 60-е годы впервые в мире автоматическая станция «Луна-16», совершив мягкую посадку на поверхность Луны, произвела забор грунта Луны, который был доставлен на Землю. Создателем бурового грунтозаборного устройства был выпускник-горняк ТТИ (ТПУ) академик О.Д. Алимов, за что ему была присуждена Государственная премия СССР. В настоящее время в музее истории ТПУ стоит макет космического аппарата «Луна-16» с буровой установкой О.Д. Алимова.

О высочайших достижениях наших ученых и выпускников можно говорить много и долго. Но все эти достижения связаны с высоким уровнем профессиональной подготовки выпускников ИПР (ГРФ, ИГНД) ТПУ и высокой квалификацией их учителей.

На базе ГРФ (ИГНД, ИПР) учеными факультета (института) были созданы новые научные и образовательные институты. Так академиком К.И. Сатпаевым создана Казахская Академия наук – первая в мире среди Азиатских республик. Его имя внесено в список выдающихся людей мира ЮНЕСКО при ООН.

В 60-е годы на базе кафедры петрографии ГРФ ТПИ (ТПУ) под руководством профессора, зав. кафедрой Ю.А. Кузнецова был создан отдел и лаборатория магматических формаций и петрологии магматических пород нового, вновь создаваемого Института геологии и геофизики только формировавшегося тогда Сибирского отделения Академии наук СССР в г. Новосибирске. В г. Кемерово на базе горного отделения ТПУ был организован Кузбасский государственный технический университет (ранее горный институт). В настоящее время вместе со своими учениками возглавляет Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (г. Томск) выпускник ТПИ (ТПУ), профессор ИПР ТПУ, Лауреат Государственной премии СССР С.Л. Шварцев и подобных примеров можно приводить бесконечно.

Каждый этап в истории развития ИПР (ГРФ, ИГНД) укреплял эти добрые традиции, развивая их в соответствии с теми задачами и новыми 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 (ТПУ) и факультета (ИГНД) должны были выполнять, кроме обычного дипломного проекта, еще и научно-исследовательскую дипломную работу, в основе которой лежали научные исследования автора.



**Профессор  
К.В. Радугин, Лауреат  
Сталинской и  
Государственной премий**

*Методы и формы привлечения студентов к научной деятельности.  
Молодежные научные объединения*

Первый научный кружок в ТПУ возник на горном факультете в 1909 году. Руководил им академик В.А.Обручев. В 30-х годах на факультете создается 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.



*Научный руководитель студенческого кружка «Палеонтолог» доцент ИПР Э.Д. Рябчикова с группой студентов, занимающихся научной работой*

структуре организации, чем прежде. Сегодня в ИПР работают разнообразные по форме 18 молодежных научных объединений. Появились в современных условиях и инновационные молодежные научно-производственные предприятия, организованные и возглавляемые самими студентами. Примером является ООО «Нефтьинвент» и завод сварочной техники создателем, организатором и директором которых является магистрант ИПР (ИГНД) А.В. Кокорин (2009 г.), а также «Union Petroleum UP», «Иннорэт» и др. В основе таких научных молодежных объединений лежит единство научных школ института (факультета), научных академических институтов и производства.

*Формы отбора талантливой молодежи привлечение школьников и студентов-первокурсников к научной деятельности*

На протяжении многолетнего опыта НИРС на факультете (в ИПР, ИГНД) удалось создать систему отбора талантливой молодежи и воспитания творческой личности, которая функционирует и эффективно действует и в настоящее время, что является большим достижением института (факультета). Эта система включает в себя на первом этапе – поиск и отбор способной, талантливой молодежи еще в школьный период и привлечение их в МНО, СНИЛ, СНК, а также привлечение студентов к НИРС еще на первых курсах обучения. Большое значение в этом направлении имеет создание и деятельность еще в 70-е годы геологической школы «Юный геолог» для школьников. С 2007г. мы возродили деятельность этой школы, благодаря которой увлеченные, получившие начальные профессиональные знания школьники и лицеисты, становятся студентами ИГНД, и которые уже с младших курсов начинают заниматься научной деятельностью, вливаясь в молодежные научные коллективы. Эти школьники и первокурсники уже начинают делать свои первые шаги в творчестве, выступая на студенческих научных конференциях, участвуя в олимпиадах и конкурсах студентов младших курсов.

Ежегодно школьники, подготовленные в школе ИПР «Юный геолог» успешно участвуют во Всероссийских и Международных геологических олимпиадах для школьников. В этом 2011 г. на базе Института природных ресурсов ТПУ проводится II Международная геологическая олимпиада для школьников.

Студенты - младшекурсники (I-III курсы) активно участвуют в ежегодной университетской геологической конференции с элементами научной школы-семинара им. профессора М.К. Коровина для студентов младших курсов «Творчество юных – шаг в успешное будущее», на которых студенты выступают со своими докладами. В частности, в 2010 г. их доклады были посвящены 50-летию открытия и освоения



*Работа юных геологов-школьников на обнажении во время Международной геологической олимпиады школьников (2010 г., Казахстан). Команда г. Томска «Юный геолог» подготовлена в ИПР ТПУ*



нефтегазовых месторождений в Западной Сибири, а в этом 2011 г. посвящены теме: «Геология и Космос» к 50-летию полета первого человека в космос – Ю.А. Гагарина.

В ИПР традиционно ведется постоянная большая индивидуальная работа педагогов с одаренной молодежью, начиная с первого курса обучения до последнего, вплоть до выпуска его в самостоятельную профессиональную деятельность. Ежегодно для студентов младших курсов проводятся конкурсы на лучшую НИР, лучшие из которых награждаются.

Истоки такого наставничества идут еще от основателей факультета (института) – талантливых педагогов – академиков В.А.Обручева и М.А.Усова, о которых было сказано выше. В частности, на ГРФ (ИГНД) студенты уже с 1-го курса подключают к экспедиционным полевым исследованиям на учебном полигоне в Хакасии, или в научных экспедициях кафедр, приобщая их уже с первых шагов к творческой исследовательской деятельности.

#### *Учебно-исследовательская работа, её формы*

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 геологоразведочного факультета ТПИ (ТПУ) П.П. Халфин. В 1942 году на занятиях по палеонтологии студенты получали индивидуальные научные задачи. 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 (ИГНД, ИПР) 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. Профессор ИПР С.С. Сулакшин впервые в ТПУ ввел курс «Основы научных исследований» на кафедре техники разведки в 1966-1967 гг. Данный курс, а также курс «Основы научного эксперимента» (разработчик – профессор, ныне ректор ТПУ П.С. Чубик), получили развитие на многих кафедрах факультета (института) в университете. В настоящее время такие учебные курсы УИРС успешно продолжают вести 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.

В ИПР широко распространены курсовые и дипломные работы с элементами исследований, лучшие из которых представляют на конкурсы различного уровня. В ИПР распространены также индивидуальные задания исследовательского характера, которые выполняются студентами в учебные часы самостоятельной работы.



*Зал 3D-визуализации. Защита геологами-магистрантами дипломных работ в ЦППСНД ИПР ТПУ по магистерским программам Эдинбургского университета Heriot-Watt (Великобритания)*

#### *Привлечение студентов и молодых ученых к инновационной деятельности*

В настоящее время студенты, аспиранты и молодые ученые ИПР активно участвуют в конкурсах индивидуальных и коллективных инвестиционных грантов различного уровня для проведения научно-исследовательских работ и выигрывают их. В частности, в конкурсе Российского молодежного научно-инновационного конкурса грантов «У.М.Н.И.К.», проводимых студенческим Бизнес-инкубатором и Инновационно – технологическим Центром ТПУ, в 2007 г. выиграла аспиранты ИПР (ИГНД) А.В. Шадрина, А.В. Таловская, А.Н. Никитенков, а в 2008 г. в аналогичном конкурсе грантов «У.М.Н.И.К.» выиграла студенты ИПР (ИГНД) Е.Л. Мещерякова, С.В. Онучин, В.Д. Покровский и аспиранты Н.В. Гусева, А.А. Лукин. В 2010 г. грант «У.М.Н.И.К.» выиграла аспирант А.В. Жилин и студенты А.В. Епихин и А.В. Ковалев. Гранты на научные исследования в 600 тыс. руб. каждый в 2004 г. выиграла выпускники ИГНД И.А. Губин и И.И. Юрчик, а в 2005 г. – студенты ИПР (ИГНД) А.В. Таловская и Д.Ю. Расковалов, в 2010 г. – студенты Т.Ю. Жарова и Е.С. Зеленова. Победителем в конкурсе



*Магистрант ИПР А.В. Кокорин – создатель и директор научно-производственного предприятия ООО «Нефтьинвент», на награждении дипломом Международной выставки «Нефть. Газ. Геология. – 2007»*

Томской области предпринимательских проектов «Бизнес – старт» и победителем областного конкурса на размещение малого предприятия на территории конструкторско-технологического Бизнес-инкубатора Томской области в 2007 г. стал магистрант ИПР А.В. Кокорин, и этот список можно продолжать. В 2009 г. был выигран Федеральный коллективный инновационный грант аспирантами Ю.Л. Замятиной, Д.В. Швецовою и студенткой Е.А. Литусовой. Молодой доцент А.В. Шадрин и студент Д.В. Федин выиграла грант ФЦП в 1,5 млн. руб. В 2008 г. был выигран грант в 1 млн. руб., позволивший создать научно-молодежный Инновационный Центр «Union Petroleum UP». В 2010 г. С.А. Попов выиграл грант по программе «Лучшие аспиранты РАН» и в студенчестве – Медаль и Диплом Всероссийского конкурса инновационно-технических идей и проектов (2009 г.). Кроме того, к инновационной деятельности привлекаются студенты через Инновационно – образовательный Центр «Урановая геология» и Инновационно – научно – образовательный Центр подготовки магистрантов и специалистов трубопроводного нефтегазового транспорта, научные и учебные лаборатории которых оснащены современным оборудованием мирового уровня. Талантливые аспиранты и молодые специалисты проходят подготовку к инновационной деятельности в Центре переподготовки специалистов нефтегазового дела по программе Heriot-Watt (Великобритания) в ТПУ. Ежегодно студенты ИПР зарабатывают по грантам и премиям от 1..3,5 млн. рублей (2006 г.) до 14,7 млн. рублей в 2010 г.

### Международные связи

Новой традицией в молодежной науке ИПР стало развитие интенсивных международных связей в научном направлении. Научные контакты ИПР (ИГНД, ГРФ) с учебными и научными учреждениями бывших



*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; Лауреат медали Академии наук СССР студент гр. 2360 В.В. Хитров; Заслуженный деятель науки и техники, профессор Д.С. Миков*

Советских Республик в составе СССР – ныне Стран Независимых Государств (СНГ) устанавливались и развивались еще с 1976 г., когда ИГНД (ГРФ) стал организовывать Всесоюзные научные студенческие конференции. В последующие годы эти связи сохранились и упрочнились. Международные связи ИПР с научной молодежью дальнего зарубежья стали развиваться с 1996 г., когда институт стал организовывать и проводить Международные научные симпозиумы студентов и молодых ученых. Международные контакты ИПР по НИРС осуществляются и развиваются сегодня в основном по нескольким направлениям.

**1 направление** – В процессе организации и проведения ИПР Международных молодежных научных симпозиумов.

**2 направление** – Участие и

выигрыши студентами ИПР в конкурсах грантов на научные стажировки и обучения за рубежом. Так, в 2001 г. прошла научную стажировку во Франции в Страсбургском университете студентка ИГНД Т.С. Некрасова. В 2002 г. выиграла стипендию Президента РФ на научную стажировку за рубежом А.Ю. Фальк, которая успешно прошла ее в Германии в Мюнстерском университете. В 2003 г. студентка ИГНД А.И. Загородняя прошла научную стажировку в Гарвардском университете, а студент ИГНД Т.К.Баранов – в Эдинбургском университете (Великобритания). В 2003 г. подобную научную стажировку успешно прошла в университете Heriot-Watt (Шотландия) и в Испании студентка ИГНД О.В.Лысова. В 2004-2005 г. на научную стажировку в Италию в Пизанский университет выехали студенты ИГНД И.Н.Баландин и Л.В.Жорняк, которая выиграла стипендию Правительства Италии для зарубежных студентов. В 2005 г. в научных командировках за рубежом побывали студентка ИГНД Е.О.Коновалова – в университете им. Луи Пастера (г. Страсбург, Франция), Е.И.Павликовская – в Пражском университете (Чехия), в 2004 г. она также прошла научную стажировку в Лондоне (Великобритания), М.Г. Сваровская выезжала с научными исследованиями по программе компании «Шлюмберже» в г. Порт-Харкорт (Нигерия, Африка), А.С. Горлушко в 2005-2006 гг. участвовала в полевых экспедиционных работах по теме исследований в



*Открытие VIII Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (2004 г.)*

провинции Шаньси (Китай). В 2006 г. стипендию Президента РФ на научную стажировку за рубежом выиграла студентка ИГНД Е.Ю. Сурова, которая успешно прошла ее в Эдинбургском университете (Великобритания). В 2009 г. студент В.Д. Покровский выехал на научную стажировку в Германию; Е.С. Зеленова – в Австрию и в Испанию и т.д. В 2010 г. выиграла гранты Правительства Франции на научные стажировки в Франции студенты



*Виджай Кумар, Камал Чандра, студенты Университета энергии и нефти г. Дехрадун (Индия) на XV Международном симпозиуме им. М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (2011 г.)*

Е.Д. Ксенофонтова и Д.В. Василенко и т.д.

**3 направление** – Активное участие студентов ИПР в зарубежных научных конференциях, поездки студентов на эти конференции. Например, в 1999-2000 г. с научными докладами выступила на международной конференции в Канаде А.Ю. Фальк, шесть студентов ИГНД выступили в Германии – это Е.В. Домрочева, И.В. Трусова (Шишко), А.В. Леонова (Кривошеева), О.А. Безрукова, Ю.И. Троицкая, А.Е. Саенко; в 2004-2006 г. в Казахстане – Л.В. Жорняк, А.В. Таловская; в 2005 г. на Украине – А.А. Лукин; в 2007 г. в Казахстане – Т.Н. Игнатова, Л.В. Жорняк, А.В. Таловская, Е.А. Галочкина, в 2010 г. в Германии – студент В.Д. Покровский; в Финляндии – А.Ф. Бархатов; в Индии – студенты Д.В. Федин, Е.С. Зеленова, А.Ф. Бархатов и др. В настоящее время в ИПР по линии НИРС установлены международные контакты со 180 университетами и вузами стран

ближнего и дальнего зарубежья – Австрии, Бельгии, Болгарии, Великобритании, Германии, Канады, Индии, Италии, Китая, Кореи, США, Франции, Чехии, Монголии, Узбекистана, Белоруссии, Туркмении, Таджикистана, Армении, Азербайджана, Украины, Киргизии и др. Пока эти связи недостаточно прочные, но они развиваются.

**4 направление** – Издание сборника трудов ежегодного Международного молодежного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр», одна из секций которого проводится и публикуется на английском и немецком языках. Сборник симпозиума, проводимого ИПР, востребован за рубежом.

**5 направление** – Развитие международных контактов кафедр в научной деятельности и подключение к ним молодых исследователей, работающих на кафедрах. Здесь можно привести в пример аспирантов кафедры ТХНГ А.В. Жилина, С.С. Байкина, выезжавших на научные стажировки в 2007 и 2008 гг. во Францию, Канаду, Финляндию, США. В 2009 г. аспирант Т.Н. Игнатова (каф. ГЭГХ) прошла научную стажировку в Греции, в 2010 г. научную стажировку в США прошла аспирант Е.Ю. Пасечник и т.д.

#### *Международные симпозиумы студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр»*

На факультете в 70-х годах была введена новая традиция – организация и проведение ежегодных межвузовских, затем Всесоюзных, Всероссийских и, наконец, Международных научных студенческих конференций и симпозиумов, которые сыграли и продолжают играть большую роль в развитии НИРС, популяризации престижа научной деятельности среди молодежи, в 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 преподавателей и научных сотрудников факультета. С 1972 года на факультете стала ежегодно проводиться межвузовская научная студенческая конференция, которая с 1974 года получила статус Всероссийской, а с 1976 года – Всесоюзной и ей было присвоено имя академика М.А. Усова. Благодаря многолетней работе конференций институт (факультет) установил тесные связи со всеми геологическими вузами страны. Последние десять лет труды участников конференций публикуются в специально выходящих сборниках. В 1996 году на базе ИПР (ИГНД, ГРФ) ТПУ 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 Международные научные симпозиумы ИПР проводит ежегодно с 1996 года и по настоящее время. В 2011 г. был проведен юбилейный XV Международный молодежный научный симпозиум



*Награждение победителей по секции «Экология» XV Международного симпозиума им. М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (2011 г.)*

имени академика М.А. Усова. В таких научных форумах принимают участие до 700 – 900 молодых ученых и лучших студентов России, стран Содружества Независимых Государств, а также представителей дальнего зарубежья – США, Германии, Индии, Норвегии, Китая, Франции, Сирии, Марокко, Венгрии, Чехии, Судана, Алжира, Вьетнама и других стран. Доклады делают студенты и молодые ученые по 20 направлениям (секциям). Ежегодно лучшие доклады публикуются в сборнике научных трудов симпозиума. Такой симпозиум – это сильная мотивация для студентов, аспирантов и молодых ученых активнее вести научно-исследовательскую деятельность. В рамках симпозиума проходит выставка научных достижений молодежи, новинок научных публикаций, для участников симпозиума проводится конкурс Федерального гранта «У.М.Н.И.К.», авторы лучших докладов награждаются премиями.

#### ***Олимпиадное движение в ИПР***



***Лучшие студенты вузов России выполняют практические задания по комплексу фундаментальных геологических наук на Всероссийской олимпиаде на базе ИПР ТПУ (2007 г.)***

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 20 университетских профессиональных олимпиад. С 2001 по 2007 г. ИПР проводил 7 Всероссийских олимпиад по разным геологическим специальностям, с 2008 г. по настоящее время – 4 Всероссийские олимпиады (III и II тур) по комплексу фундаментальных геологических наук; по поискам и разведке подземных вод и инженерно-геологическим изысканиям; по геофизическим методам поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, по геологии нефти и газа. Среди многочисленных победителей студенческих олимпиад необходимо отметить, прежде всего, студента ИПР (ИГНД) С.А. Редикульцева, победителя десяти олимпиад высшего уровня – это Международной олимпиады по высшей математике, Всероссийских олимпиад по теоретической механике, высшей математики, сопоставлению материалов, разработки нефтяных и газовых месторождений, физики пласта, а также студентов ИПР (ИГНД) П.В. Мельникова, И.А. Губина, Д.С. Белицера и М.П. Кириллову – неоднократных победителей различных профессиональных олимпиад, в том числе Всероссийских олимпиад по комплексу фундаментальных геологических наук и минералогии. Все они очень талантливые молодые люди.

#### ***Конструкторская деятельность молодежи ИПР***

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 постсоветское. В 1972 г. им являлся М.Д. Некрасов (науч. рук. доц. Л.П. Рихванов); в 1982-1983 гг. – Л.И. Литвинов (науч. рук. доц. В.И. Брылин); в 1987 г. – О.С. Кабылбеков, Е.А. Марченко, С.В. Пикунов (науч. рук. доц. В.И. Брылин); в 1988 г. – Е.Ю. Орехов (науч. рук. доц. В.И. Брылин); в 1999 г. – С.Н. Будюгин (науч. рук. доц. В.И. Брылин); в 2001 г. – А.Б. Хавроня; в 2003 и 2004 гг. – А.В. Таловской было получено два патента (науч. рук. доц. Е.Г. Язиков); в 2005-2006 гг. получено три патента студентом И.Б. Бондарчуком (науч. рук. проф. С.Я. Рябчиков); в 2007 г. – два патента получил студент А.В. Котов (науч. рук. проф. С.Я. Рябчиков, асс. И.Б. Бондарчук). Достаточно сказать, что в 2007-2010 гг. студентом, а затем аспирантом И.Б. Бондарчуком получено до 15 патентов и лицензий на изобретения и полезную модель.

#### ***Участие и награды студентов на конкурсах и выставках НИР Международного и Всероссийского уровня***

Традиции НИРС, передаваемые из поколения в поколение на ИПР (ИГНД) на протяжении более столетия, подтверждаются высокими наградами лучших студентов института на протяжении многих лет и профессиональными достижениями выпускников ИПР (ИГНД). В советский период – это Золотые медали и дипломы Минобразования СССР и Академии наук 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 конкурсы 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» для выпускников вузов, готовящих специалистов минерально-сырьевого комплекса. С 2008 г. стал проводиться ежегодный Международный конкурс на звание «Золотой резерв нефтегаза РФ», организованный нефтегазовыми компаниями России. И на всех этих конкурсах наши студенты и



**В.В.Хитров – студент ИПР (ИГНД, ГРФ),  
Лауреат Медали и Диплома Академии наук СССР за  
научную работу, первооткрыватель золоторудного  
месторождения в шельфе Японского моря (1976 г.).  
В настоящее время – крупнейший специалист по  
морской разведке шельфов северных и восточных  
морей России**

выпускники выигрывают, что свидетельствует о высокой профессиональной подготовке специалистов в ИПР. Кроме того, ежегодно проходит конкурс на звание лауреата Томской области в сфере науки и образования, ежегодный конкурс на звание «Лучший студент года ТПУ», областной конкурс на Премию Томской Государственной Думы для молодых дарований и т.д. и т.п.

Каждый год лучшие студенты ИПР (ИГНД, ГРФ) уже на протяжении десятков лет получают эти высокие награды. Многие награды студентов ИПР являются уникальными и не имеют аналогов в ТПУ и других вузов Сибири. К ним относятся Медали Академии Наук СССР и медали РАН за лучшие научные работы. Шестеро студентов ИГНД получили такие высокие награды. **Медалью Академии наук СССР за научную работу в 1976 г. был удостоен студент гр.2360 ГРФ В.В. Хитров** (науч. рук. доц. С.С. Ильенко, аспирант А.М. Сазонов). Это единственный случай столь высокой награды в советское время в ТПУ и в других вузах Сибири. Медаль АН СССР В.В.Хитрову вручал лично Президент АН СССР М.В.

Келдыш в г. Москве на заседании Президиума АН СССР. Позднее с 1999 г. Российская Академия наук (РАН) стала ежегодно проводить конкурс на лучшую студенческую НИР. **Медали РАН получили студенты ИПР (ИГНД): А.Ю. Фальк – 1999 г.** (науч. рук. доцент Б.Л. Васильев), **Т.И. Архангельская – 2000 г.** (науч. рук. доцент Л.П. Рихванов), **Ю.С.Тимакова (Сыроватко) – 2002 г.** (науч. рук. доцент Н.Г.Наливайко), **А.В. Таловская – 2004 г.** (науч. рук. доцент Е.Г. Язиков), **Е.Ю. Пасечник – 2006 г.** (науч. рук. доц. Н.Г. Наливайко, проф. С.Л. Шварцев).



**Вручение Медали и диплома Российской Академии Наук  
за лучшую НИР студентке ИПР (ИГНД) А.Ю.Фальк  
Президентом РАН Ю.С.Осиповым (1999 г.). А.Ю.Фальк  
– абсолютный победитель конкурса на звание «Лучший  
студент ТПУ» (2000 г.). В настоящее время – к.г.-м.н.,  
доцент ИПР ТПУ**



**Т.А.Архангельская – студентка ИПР (ИГНД),  
Лауреат Медали и диплома Российской  
Академии Наук за лучшую НИР (2000 г.), лучший  
студент ТПУ. В настоящее время – к.г.-м.н.,  
доцент ИПР ТПУ**

**Победителями конкурса «Лучший выпускник России»** среди выпускников вузов минерально-сырьевого комплекса по своим специальностям стали студенты ИПР (ИГНД): **И.А. Губин** (2004 г., науч. рук. доц. Ю.В. Колмаков, доц. Б.Д. Васильев), **И.И. Юрчик** (2004 г., науч. рук. проф. М.Б. Букаты), **А.В. Таловская** (2005 г., науч. рук. проф. Е.Г. Язиков), **Д.В. Расковалов** (2005 г., науч. рук. доц. Г.Г. Номоконова), **Е.Ю. Пасечник** (2006 г., науч. рук. доц. Н.Г. Наливайко), **О.Г. Токаренко** (2006 г., науч. рук. доц. Ю.Г. Копылова), **А.В. Жилин** (2006 г., науч. рук. доц. В.И. Хижняков), **С.С. Булахов** (2006 г., науч. рук. доц. С.Я. Рябчиков), **Б.В. Белозеров** (2007 г., науч. рук. доц. Г.Г. Номоконова), **А.А. Лукин** (2007 г., науч. рук. доц. Ю.В. Колмаков, доц. Е.В. Гусев), **Н.В. Гусева** (2007 г., науч. рук. доц. Ю.Г. Копылова), **А.В. Котов** (2008 г., науч. рук. проф. С.Я. Рябчиков, асс. И.Б. Бондарчук), **С.В. Соколов** (2008 г., науч. рук. доц. Ю.В. Колмаков), **А.В. Кокорин** (2009 г., науч. рук. доц. А.В. Рудаченко), **Е.В. Галочкина** (2009 г., науч. рук. доц. Н.В. Барановская), **Р.В. Столяров** (2009 г. науч. рук. проф. В.Д. Евсеев), **Е.А. Литусова** (2010 г., науч. рук. доц. Н.В. Барановская), **Т.Ю. Жарова** (2010 г., науч. рук. проф. Г.Ю. Боярко), **А.В. Епихин** (2010 г., науч. рук. проф. В.Д. Евсеев, доц. М.А. Самохвалов), **С.А. Попов** (2010 г., науч. рук. проф. В.И. Исаев), **Е.С. Зеленова** (2010 г., науч. рук. проф. Г.Ю. Боярко), **Д.В. Федин** (2011 г., науч. рук. доц. В.Г. Крец), **Д.И. Зайцева** (2011 г., науч. рук. доц. В.Б. Романюк), **К.Ю. Баранова** (2011 г., науч. рук. доц. Ю.Г. Копылова).

От России на конкурсе «Лучший выпускник Европы и Азии» в 2007 г. выступил студент ИПР (ИГНД) **Б.В. Белозеров**, занявший II место. В 2009 г. **А.В. Кокорин** стал «Лучшим выпускником мира» по своей специальности, а в 2010 г. такую победу завоевала **Т.Ю. Жарова** (II место). Победителями



**Ю.С. Тимакова (Сыроватко)** с научным руководителем доцентом **Н.Г. Наливайко** после награждения Медалью и дипломом Российской Академии Наук за лучшую НИР (2002 г.). В настоящее время – к.г.-м.н., доцент ТППУ

Международного конкурса «Золотой резерв нефтегаза РФ» в 2008 г. стали студенты ИПР: в номинации «Геологоразведка» – С.В. Онучин (науч. рук. доц. Т.А. Гайдукова); в номинации «Экология» – Т.Н. Игнатова (науч. рук. доц. Н.В. Барановская); в номинации «За высокие достижения в научной деятельности» – Т.Н. Игнатова; в номинации «За активную общественную деятельность» – Е.Л. Мещерякова (науч. рук. доц. Т.А. Гайдукова). Кроме того, Е.Л. Мещерякова стала еще и лауреатом в номинации «Геологоразведка». В 2009 г. победителями Международного конкурса «Золотой резерв нефтегаза» стали студенты ИПР ТПУ: в номинации «Экология» – Е.В. Галочкина (науч. рук. доц. Н.В. Барановская) и А.В. Кокорин в номинации «За высокие достижения в научной деятельности» (науч. рук. доц. А.В. Рудаченко). Лауреатами стали: Р.В. Столяров (науч. рук. проф. В.Д. Евсеев); М.В. Мартынов (науч. рук. доц. Т.А. Гайдукова); В.Н. Дашковский (науч. рук. ст. преп. Л.А. Нечаева). В 2010 г. победителями стали А.В. Епихин в номинации «Бурение нефтяных и газовых скважин» и «За лучшую научную работу» (науч. рук. проф. В.Д. Евсеев, доц. М.А. Самохвалов), Е.С. Зеленова – в номинации «Экономика в минерально-сырьевом комплексе» (науч. рук. проф. Г.Ю. Боярко), Е.А. Литусова – в номинации «Экология» (науч. рук. доц. Н.В. Барановская), Р.В. Савицкий – в номинации «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» (науч. рук. доц. Н.В. Боярко). Лауреатами стали: С.А. Попов (науч. рук. проф. В.И. Исаев) и Т.Ю. Жарова (науч. рук. проф. Г.Ю. Боярко).



**А.В.Таловская** – студентка ИПР, Лауреат Медали Российской Академии Наук за лучшую НИР (2005 г.), победитель конкурса на звание «Лучший выпускник России» (2005 г.), абсолютный победитель в конкурсе на звание «Лучший студент ТПУ» (2005 г.) с научным руководителем профессором **Е.Г.Язиковым**. В настоящее время – к.г.-м.н., доцент ИПР ТПУ



**Е.Ю.Пасечник** – студентка ИПР, Лауреат Медали Российской Академии Наук за лучшую НИР (2006 г.), победитель конкурса на звание «Лучший выпускник России» (2006 г.), абсолютный победитель в конкурсе на звание «Лучший студент ТПУ» (2007 г.), с проректором по научной работе ТПУ **В.А.Власовым**. В настоящее время – к.г.-м.н., ст. преподаватель ИПР ТПУ

Медалями Минобразования СССР и РФ за лучшую научную работу с 1970 по 2010 гг. награждены 44 студента ИПР. Это студенты: в 1970 г. – М.Л.Марьин (науч. рук. доц. В.П.Рожков); в 1974 г. – В.В.Хитров (науч. рук. доц. С.С.Ильенок, асп. А.И.Сазонов); в 1980 г. – С.А.Дыбин (науч. рук. доц. Ю.А.Фомин); в 1981 г. – Г.С.Лепилин (науч. рук. доц. А.Д.Миков); в 1982 г. – В.В.Вавилов (науч. рук. доц. Л.П.Рихванов); в 1983 г. – М.П.Феронов (науч. рук. доц. В.Г.Храменков); в 1984 г. – В.М.Давиденко (науч. рук. доц. Ю.А.Фомин); в 1986 г. – А.И.Литвинов (науч. рук. доц. В.И.Брылин); в 1990 г. – С.В.Новоселов, Л.М. Новоселова (науч. рук. доц. С.И.Арбузов); в 1993 г. – О.А.Миков (науч. рук. доц. Е.Г.Язиков); в 1994 г. – А.В.Рязанов (науч. рук. доц. К.И.Борисов), О.С.Радченко (науч. рук. доц. А.П.Проскурин); в 1995 г. – А.Ю.Дмитриев (науч. рук. доц. К.И.Борисов); в 1996 г. – К.Ю.Кудрин (науч. рук. доц. Б.Д.Васильев); в 1999 г. – А.Ю.Шатилов (науч. рук. доц. Е.Г.Язиков), Е.Ю. Панова (науч. рук. доц. Г.К.Автеньев); в 2000 г. – Н.А.Третьякова (науч. рук. доц. Н.Ф.Столбова), Э.Я.Муслимов (науч. рук. ст. преп. В.А.Чеканцев); в 2001 г. – Ю.Н.Шишкин (науч. рук. доц. Н.Ф.Столбова), С.Н.Будюгин (науч. рук. доц. В.И.Брылин), В.Д.Шишов (науч. рук. доц. В.И.Рязанов); в 2002 г. – Т.А.Архангельская (науч. рук. проф. Л.П.Рихванов), А.Ю.Фальк (науч. рук. доц. Б.Д.Васильев); в 2003 г. –

О.Е.Петрова (науч. рук. доц. Ю.Г.Копылова), Д.С.Михальченко (науч. рук. ст.преп. В.Д.Чеканцев); в 2004 г. – Р.А.Шишкин (науч. рук. проф. Л.Я.Ерофеев); в 2005 г. – А.В.Таловская (науч. рук. проф. Е.Г.Язиков), Е.Ю.Пасечник (науч. рук. доц. Н.Г.Наливайко); в 2006 г. – С.А.Редикульцев (науч. рук. доц. В.Г.Креп), М.С.Холькин (науч. рук. доц. Л.А.Краснощекова); в 2007 г. – Т.И.Игнатова (науч. рук. доц. Н.В.Барановская), К.В.Шахматов (науч. рук. доц. М.А.Самохвалов) (Фото 15); 2009 г. – Н.В. Столяров (науч. рук. проф. В.Д. Евсеев); 2010 г. – А.В. Пашагин (науч. рук. доц. Ю.Г. Копылова), Р.Е. Терещенко (науч. рук. проф. С.Н. Харламов), А.А. Балобаненко (науч. рук. проф. Е.М. Дутова), Ю.Н. Пичугина (науч. рук. доц. Н.В. Чухарева).



**Е.Ю.Сулова – студентка ИПР, абсолютный победитель конкурса на звание «Лучший студент ТПУ» (2006 г.). В настоящее время – полевой старший инженер компании «Шлюмберже» (г. Ред Дир, Канада)**



**И.И. Юрчик и И.А. Губин - студенты ИПР, победители конкурса на звание «Лучший выпускник России» (2004 г.), лучшие студенты ТПУ (2004 г.), обладатели индивидуальных грантов в 600 тыс. руб. каждый. В настоящее время оба – к.г.-м.н., научные сотрудники Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН г. Новосибирск**

Дипломами Минобразования СССР и РФ за лучшую научную работу с 1970 по 2010 гг. награждены 155 студентов ИПР. С 2002 г. Министерство образования и науки РФ стало проводить Всероссийские конкурсы на лучшие выпускные квалификационные работы (ВКР), на котором награждены дипломами Минобразования РФ 104 студента ИПР. С 1999 г. Российское геологическое общество и Евро-Азиатское геофизическое общество стало ежегодно проводить конкурс на лучшую НИРС с присуждением денежных премий и публикацией лучших работ студентов. Лауреатами этих конкурсов стали 45 студентов ИГНД. С 2001 – 2007 гг. ежегодно проводится Всероссийский конкурс на звание «Эколог XXI века». Победителями этого престижного конкурса стало 9 студентов ИГНД. Ими являются Ю.С.Тимакова (2001 г.), О.Е.Петрова, О.В.Лысова, Т.М.Гунда (2002 г.),



**А.В. Кокорин – победитель конкурса «Лучший выпускник мира» по своей специальности и Е.А.Галочкина – победитель в конкурсе «Лучший выпускник России» в номинации «Экология» (2009 г.). В настоящее время А.В. Кокорин – аспирант ИПР ТПУ и Генеральный директор завода сварочной техники; Е.А. Галочкина – ведущий специалист в ОАО «Томск НИПИНефть»**



**Б.В. Белозеров – студент ИПР, победитель конкурса на звание «Лучший выпускник России» (2007 г.), победитель на звание «Лучший выпускник Европы и Азии» в своей специальности (II место) (2007 г.), лучший студент ТПУ (2007 г.). В настоящее время – аспирант ИПР ТПУ и ст. преподаватель в ЦППСНД ИПР ТПУ**

В.А.Ковязина (2003 г.), А.В.Таловская (2004 г.), Е.Ю.Пасечник (2005 г.), О.Г.Токаренко (2006 г.), Т.Н.Игнатова (2007 г.).

Дипломами Министерства образования и науки РФ и премиями по поддержке талантливой молодежи в РФ в 2010 г. награждены студенты ИПР – Д.С. Белицер и Ф.С. Прокопьев.

*Именные стипендиаты*

В начале 90-х годов была создана новая замечательная традиция в ИПР (ГРФ, ИГНД) – 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, именные стипендиаты Ученого Совета университета и института, а также лауреаты различных спонсорских стипендий. Все эти премии лучшие студенты могут получить лишь после победы в открытом конкурсе.

Двоим студентам ИПР (ИГНД, ГНФ) – А.Ю. Фальк (1999 г.) и Д.А. Новикову (2000 г.) – удалось выиграть на Всероссийском конкурсе стипендии Академии наук РФ; студентам А.Ю. Фальк (2000 г.), Т.А. Архангельской (2001 г.), А.В. Таловской (2002 г.) – Международную стипендию Сороса. Стипендию Государственной Думы РФ выиграла в 2004 г. студентка ИПР Е.Ю. Пасечник. Студенты ИПР Д.А. Новиков (1999 г.), Е.В. Домрочева (2000 г.), Н.В. Душехватова (2001 г.), О.Е. Петрова (2002 г.), О.В. Лысова (2003 г.), А.В. Таловская (2004 г.), Е.Ю. Пасечник, В.А. Ковязина (2005 г.), О.Г. Токаренко (2006 г.), Т.Н. Игнатова (2007 г.) завоевали Международную



**Победители конкурса «Лучший выпускник России – 2009», победители Международного конкурса «Золотой резерв нефтегаза – 2009», лучшие студенты ТПУ (нижний ряд, слева направо): Е.Л.Мещерякова, Т.Н.Игнатова; (второй ряд справа) – С.В.Онучин. В настоящее время Т.Н.Игнатова – к.г.-м.н., ст. преподаватель ИПР ТПУ; Е.Л.Мещерякова – ведущий специалист ОАО «Томскгазпром» и аспирант ИПР ТПУ; С.В.Онучин – аспирант ИПР ТПУ**



**Победители конкурса «Лучший выпускник России - 2010», победители Международного конкурса «Золотой резерв нефтегаза – 2010», лучшие студенты ТПУ: А.В. Епихин, Т.Ю. Жарова, С.А. Попов, Е.С. Зеленова, Р.В. Савицкий, Е.Н. Литусова. Т.Ю. Жарова выиграла конкурс «Лучший выпускник мира» по своей специальности (II место). В настоящее время – все они аспиранты ИПР ТПУ**

стипендию им. академика В.И. Вернадского. Стипендию Геологической службы России выиграла студентка ИПР Е.Н. Потехина (2007 г.). Международную стипендию Евро-Азиатского геофизического общества в 2005 г. выиграл студент Б.В.Белозеров, в 2006 г. – студент В.В.Серов, в 2008 г. – студент С.А. Попов, а в 2009 г. – студент М.О. Коровин. Международную стипендию им. В.Г. Шухова Международного и Российского Союзов научных и инженерных объединений в 2009 г. завоевал студент А.В. Епихин, а в 2010 г. – студент Д.В. Федин. В этом же году стипендию Правительства Франции выиграла студентка ИПР Е.Д. Ксенофонтова и Д.В. Василенко. Стипендию Президента РФ завоевали студенты ИГНД: Л.В. Жорняк (2001, 2002 г.), О.Е. Петрова (2003 г.), А.В.Таловская (2004 г.), Е.Ю.Пасечник (2005 г.), Н.В.Гусева (2006 г.), К.В.Карнеев (2009 г.), Д.В. Федин (2010г.). Стипендию Правительства России также выиграла студентка ИПР: Ю.С.Уколова (2001 г.), О.Е.Петрова (2002 г.), О.В.Лысова (2003 г.), А.В.Таловская (2004 г.), С.А.Редикульцев (2005 г.), А.А.Лукин (2006 г.); Т.Н.Игнатова, А.С.Кремис (2007 г.), Г.А.Дашковский (2008 г.), Д.В.Федин (2009 г.), Е.С.Зеленова (2009 г.), К.В.Карнеев (2010г.), А.Ф. Бархатов (2010 г.).

С 2006 г. стала разыгрываться стипендия губернатора Томской области, которую выигрывали ежегодно от 3-5 студентов ИПР (ИГНД): Н.В.Гусева, Т.Н.Игнатова, Е.Л.Мещерякова, С.В.Онучин, В.В.Серов, А.В.Кокорин, Е.А.Галочкина, Г.А. Дашковский, К.В.Карнеев, А.В.Епихин, Д.В.Федин, Е.С.Зеленова, А.Ф. Бархатов, В.Д. Покровский и Ф.С. Прокопьев.



С 2004 г. разыгрывается стипендия мэра г. Томска, ее выиграли студенты ИПР – Е.Ю. Сурова (2004 г.), М.Г. Сваровская (2005 г.), Е.Ю. Пасечник (2006 г.), В.Д. Покровский (2008 г.), Д.В. Федин, С.А. Попов (2009 г.), Е.А. Филимонок (2010 г.), А.Ф. Бархатов (2010 г.). Такие же высокие стипендии Президента РФ, Правительства РФ и т.п. выигрывают аспиранты ИПР.

Кроме того, в настоящее время проводятся ежегодные конкурсы на звание лауреата Премии Томской области в сфере науки и образования, на лауреата Премии Государственной Думы Томской области, в которых лучшие студенты ИПР также получают высокие награды.

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 НИРС, владеющие в совершенстве иностранными языками и т.д. Ежегодно по итогам этого конкурса в двадцатку лучших студентов ТПУ попадает от 5 до 10 студентов ИПР (ИГНД). Всего с 1999 по 2011 г. это звание получили 75 студентов ИПР, из них пятеро становились абсолютными победителями этого конкурса. В 2000 г. **абсолютным победителем звания «Лучший студент ТПУ»** стала **А.Ю. Фальк** (науч. рук. доц. Б.Д. Васильев). В 2005 г. абсолютным победителем конкурса на звание «Лучший студент ТПУ» стала **А.В. Таловская** (науч. рук. проф. Е.Г. Язиков). В 2006 г. абсолютным победителем на звание «Лучший студент ТПУ» стала студентка ИПР **Е.Ю. Сурова** (науч. рук. доц. В.Г. Крец). В 2007 г. абсолютным победителем на звание «Лучший студент ТПУ» стала **Е.Ю. Пасечник** (науч. рук. доц. Н.Г. Наливайко, проф. С.Л. Шварцев). В 2011 г. «Лучшим студентом ТПУ» стал студент ИПР **Д.В. Федин**.

### *Система организации и управления научной работой молодежи*

К началу 70-х годов на факультете сформировалась стройная система организации НИРС. Появились студенческие и преподавательские Советы НИРС, занимающиеся организацией научно-исследовательской работой студентов в ИПР (ИГНД). В учебных группах в 70-80-е годы стали выбирать ответственных за НИРС студентов, а к руководству студенческими исследованиями привлекались не только преподаватели, но и сотрудники НИЧ ИПР (ИГНД, ГРФ). Сегодня наиболее тесно осуществляется связь кафедр с академическими и отраслевыми научными институтами. Многие лучшие студенты сейчас исполняют обязанности инженеров-исследователей, проектировщиков, лаборантов в научных учреждениях, совмещая отличную учебу и научную деятельность.



**Руководитель НИРС ГРФ (ИГНД) 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**

комиссии института и постоянно поднимал проблемы НИРС на Ученом Совете факультета (института). Ученый совет ГРФ (ИГНД, ИПР) всегда помогал в их положительном решении. Этот опыт организации НИРС позднее лег в основу деятельности НИРС в ТПУ и других вузах страны.

Еще одна традиция 70-х годов – 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. Самым активным студентам присваивали звание «Отличник НИРС» и вручали почетный знак и удостоверение, а лучшие по НИРС учебные группы награждались поездками в геологические заповедники. Лучшим научным молодежным объединениям вручался переходящий вымпел. Награждались также лучшие кафедры и их руководители. Эти начинания по НИРС на ГРФ легли в основу организации НИРС в университете, где получили свое дальнейшее развитие. Так, в течение последних десяти лет в ТПУ ежегодно в конце учебного года проводятся праздники по чествованию лучших студентов и лучших научных руководителей ТПУ. Сегодня такие

На ГРФ (ИГНД, ИПР) уже в 70-х годах 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 звание «Отличник НИРС». В настоящее время эта система осуществляется 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 ИПР определяется лучшая кафедра по организации НИРС. В этих конкурсах ИПР уже на протяжении десятков лет занимает первые места среди других факультетов (институтов) ТПУ. Большую роль в организации НИРС на факультете в то время имел студенческий Совет НИРС.

Придавая большое значение развитию НИРС, на факультете (институте) была введена должность зам. декана по НИРС, который являлся членом Ученого Совета факультета (института) и членом Методической

праздники проводятся также при подведении итогов Всероссийских и университетских профессиональных олимпиад, на которых награждаются лучшие студенты в своей профессии.

В настоящее время в соответствии с новыми требованиями в ИПР организован и работает отдел по организации НИР студентов и молодых ученых (до 35 лет). В соответствии с Положением «О научной работе молодежи в ТПУ» в ИПР ежегодно приказом ректора утверждается Совет по НИР студентов и молодых ученых каждого подразделения университета. Председателем его является руководитель отдела ОНИР С и МУ ИПР, он же являлся до 2008 г. членом Ученого Совета ИГНД и членом методической комиссии ИГНД. Во всех других подразделениях ТПУ это сохранено, т.к. придает значимость НИРС и МУ и способствует её организации. В настоящее время эту работу возглавляет зам. начальника научного отдела ИПР.

В ИПР (ИГНД, ГРФ) благодаря богатым традициям и их развитию в новых условиях, таким образом, выросли и работают прекрасные организаторы НИРС и научные руководители талантливой молодежи. Часть из них за свою большой значимости деятельность в деле воспитания научных кадров и творческих высококвалифицированных специалистов награждены Почетными наградами Минвуза СССР и РФ. Так, в 1985 г. Почетным Знаком Минвуза СССР, Всесоюзного Совета научно-технических обществ СССР и ЦК ВЛКСМ за вклад в успешное развитие научно-исследовательской работы студентов в вузах страны награждена доцент ИПР (ИГНД) Г.М. Иванова, в 1986 г. она же награждена Медалью ВДНХ СССР за работу «Научно-методические основы развития творческого потенциала студентов на основе единства научных исследований и учебно-воспитательного процесса в вузе», а уже в 2002 г. Г.М. Иванова награждена за руководство научной работой студентов Почетным Знаком Министерства образования РФ. В 1982-1983 гг. Дипломом Минвуза РСФСР, ЦК ВЛКСМ ВСНТО и Президиума ВОИР за руководство научной работой студентов награжден доцент ИПР (ИГНД) Е.В. Черняев. В 2007 г. Почетным Знаком Министерства образования РФ за руководство научной работой студентов награждена доцент Ю.Г. Копылова, в 2008 г. – доцент Н.Г. Наливайко. Дипломами Минвуза РФ за руководство научной работой студентов награждены: 28 профессоров и доцентов ИПР.

Многолетнему успешному развитию НИРС и МУ в институте (факультете), несомненно, способствовала постоянная активная помощь руководства института (факультета). Большую поддержку и помощь в развитии научно-исследовательской работы среди молодежи постоянно оказывал и оказывает ректор ТПУ и отдел по организации НИР студентов и молодых ученых во главе с его руководителем Л.М. Зольниковой.

Положительный опыт организации НИРС на ИПР (ИГНД, ГРФ) изучался, методически обобщен и получил распространение на всех факультетах ТПУ и в ряде вузов страны. Методы и формы организации НИРС на ИПР (ИГНД, ГРФ) неоднократно демонстрировались на Всесоюзных научно-методических конференциях, а в 1986 году с накопленным опытом ИПР (ИГНД, ГРФ) ТПИ (ТПУ) по успешному сочетанию учебно-воспитательного процесса и научных исследований в подготовке высококлассных специалистов познакомили участников научно-методического семинара на ВДНХ СССР. В 1985 году на базе ТПИ была проведена Всероссийская научно-методическая конференция по проблемам внедрения комплексных планов НИРС и УИРС в вузах СССР. На конференции демонстрировался передовой опыт ТПУ, в том числе опыт геологоразведочного факультета ТПИ (ИПР ТПУ) по развитию, организации и реализации НИРС и УИРС по подготовке высококлассных и творческих специалистов. 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)», в организации которого большую роль сыграли ГРФ (ИГНД, ИПР) ТПУ. На семинаре были рассмотрены важнейшие проблемы совершенствования высшего образования, где участники познакомились с передовым опытом лучших вузов страны, в том числе с опытом ТПУ и ИПР (ИГНД, ГРФ). В настоящее время, более чем столетний положительный опыт организации НИРС и УИРС ИПР ТПУ, методически обобщен и широко используется и развивается теперь уже в новых экономических условиях.

За более, чем столетие в институте (на факультете) сменилось 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 (ИГНД, ГРФ), 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,



*Студенты ИПР – Лауреаты конкурса на звание «Лучший студент ТПУ – 2003» (слева направо) О.В.Лысова, О.Е.Петрова (Лепокурова), А.В.Таловская с научным руководителем доцентом Ю.Г. Копыловой, первым проректором ТПУ П.С. Чубиком и руководителем НИР СиМУ ИПР Г.М. Ивановой на ректорском приеме*

соответствующих современному уровню науки и техники и способных в будущем влиять на научно-технический прогресс нашего Отечества.

Сегодня воспитание и подготовка высокопрофессиональных конкурентноспособных специалистов в России, сохранение и развитие её интеллектуального потенциала, сохранение и помощь одаренной и талантливой молодежи очень актуальны. Только наука, ученые и высокопрофессиональные специалисты с гражданским самосознанием могут вывести страну из любого кризиса и обеспечить ей перспективное будущее.

**Ежегодно факультет получает благодарности за подготовку творческих высококвалифицированных специалистов от различных организаций, в том числе от Минвуза РФ, Российского геологического общества и Комитета природных ресурсов РФ и др. Мы приведем лишь одно из них.**

*Ректору Томского политехнического университета, доктору т.н., профессору Ю.П. Похолкову*

Уважаемый Юрий Петрович!

Российское геологическое общество подвело итоги Всероссийского конкурса на лучшую студенческую работу по актуальным проблемам геологических наук и геологоразведочных работ за 2000 г. и сообщает, что было представлено 74 работы по девяти номинациям из 11 высших учебных заведений и 8 научно-исследовательских институтов России. Наибольшую активность проявили аспиранты и студенты Томского политехнического университета. Всего было представлено 17 работ, из которых 9 были отмечены премиями.

Эксперты отметили высокий научный и практический уровень всех работ, представленных факультетом геологоразведки и нефтегазодобычи Томского политехнического университета, что, несомненно, является заслугой преподавательского коллектива университета и Вас, уважаемый Юрий Петрович, как его руководителя, которые растят достойную смену специалистов геологической службы.

По поручению президиума Российского геологического общества выражаю Вам благодарность за большую работу, которую Вы проводите со своим коллективом по подготовке специалистов геологической службы высокой квалификации, и признательность за воспитание нового поколения в духе общественной солидарности.

Президент Российского геологического общества, доктор экономических наук, профессор, академик Российской академии естественных наук **В.П. Орлов**.  
11.01.2001.

## Секция 1

# ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

### НИЖНЕКЕМБРИЙСКИЕ ТРИЛОБИТЫ ХРЕБТА МАЛЫЙ КАРАТАУ

О.Ю. Асканаква

Научный руководитель доцент Э.Д. Рябчикова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью данной работы является описание коллекции образцов с фауной трилобитов хребта Малый Каратау, определение их возраста и таксономического положения. Данные образцы были присланы кафедре Общей и исторической геологии геологами-съемщиками Малого Каратау.

Хребет Малый Каратау давно известен как район развития непрерывных морских отложений кембрийской системы, с которыми связаны уникальные пластовые месторождения фосфоритов [2].

Изучением фауны кембрия данного района в разные годы занимались многие исследователи: Б.М. Гиммельфарб, К.А. Лисогор и др. Уточненный нижнекембрийский возраст отложений был установлен Г.Х. Ергалиевым и Н.А. Покровской, которые в 60-е годы 20 века занимались стратиграфией и изучением палеонтологических остатков трилобитов данного района [1].

Нижний кембрий хребта Малый Каратау по объему охватывает отложения чулактауской и нижней части (100-120 м) шабактинской свиты, тесно связанных историко-геологически и палеонтологически. Образцы нашей коллекции относятся к низам шабактинской свиты, имеющей широкое площадное распространение. Нижнекембрийская ее часть (120-140 м) сложена чередующимися разнозернистыми слоистыми доломитами, иногда песчанистыми и плитчатыми, реже массивными афанитовыми известняками темно-серыми тонкослоистыми с желваками кремней и водорослевых образований. Массивным доломитам и известнякам подчинены пласты тонкоплитчатых розовых и пестроцветных песчанистых, алевропесчанистых известняков. Шабактинская свита фаунистически изучена хорошо. Нижнекембрийская часть ее содержит многочисленные остатки трилобитов и других групп фауны верхней части алданского и ленского надъярусов нижнего кембрия [6].

К окремненным известнякам относится изученная нами фауна трилобитов. В представленной коллекции содержится 40 образцов, в них было обнаружено 25 кранидиев и 33 пигидия хорошей сохранности. Целых экземпляров в образцах не нашлось. В процессе исследования автор овладел методикой описания фауны трилобитов [3, 4, 5], изучил доступную литературу, описал и сравнил все образцы. Изначально образцы были отнесены к известному нам роду *Olenoides* (так мы решили по строению пигидия и наличию шипов). После детального описания было выяснено, что образцы относятся к роду *Kootenia* Walcott. И в результате изучения литературы по данной тематике была установлена принадлежность образцов к виду

*Kootenia tersa* Ergaliev (рис. 1, 2). Ниже приведено его монографическое описание.

ТИП ARTHROPODA

КЛАСС *TRILOBITA* WALCH, 1771

ОТРЯД *POLYMERA* JAEKEL, 1909

Надсемейство *CORYNEXOCHOIDEA* ANGELIN, 1854

Семейство *DORYPYGIDAE* Kobayashi, 1933

Подсемейство *DORYPYGINAE* Kobayashi, 1933

Род *Kootenia* Walcott, 1889

Вид *Kootenia tersa* Ergaliev

**Типовой вид.** *Kootenia dawsoni* Walc., 1889, средний кембрий, Британская Колумбия, Канада.

**Голотип.** Хребет Малый Каратау, низы шабактинской свиты, р. Коксу, нижний кембрий, ленский надъярус (богомский и тойонский ярусы), зона *Redlichia chinensis* – *Kootenia gimmeljarbi*.

**Описание.** Кранидий выпуклый в продольном и поперечном направлении. Глабель субцилиндрическая, со слабой тенденцией к расширению вперед, выпуклая, слабо изогнутая в обоих сечениях. Неподвижные щеки понижены относительно глабели и приспущены к глазным крышкам. Пигидий полукруглый, выпуклый. Рахис выпуклый, возвышается над плеврами, слабо суживается назад и вертикально нависает над каймой, с которой соединяется узкой перемычкой. Он состоит из четырех колец и задней лопасти. Краевая кайма достаточно широкая, слабо выпуклая, с пятью парами длинных, направленных назад, шиловидных шипов, из которых третья и четвертая пары более длинные, чем остальные. Поверхность мелкобугорчатая.

**Сравнение.** Изученные пигидии *Kootenia tersa* Ergaliev из хребта Малый Каратау по основным морфологическим особенностям и по общему облику почти идентичны пигидиям вида *Kootenia elongata* Rasetti, отличаются незначительно длиной краевых шипов. Глабели же имеют другое строение.

**Распространение.** Хребет Малый Каратау; нижний кембрий, ленский ярус, зона *Redlichia chinensis* – *Kootenia gimmeljarbi*.

**Материал и местонахождение.** 40 образцов хорошей сохранности, 25 кранидиев, 33 пигидия, встречаются в розовато-желтых песчанистых известняках низов шабактинской свиты.

Система	Отдел	Надъярус	Мощность(м)	Характеристика
Кембрийская Нижний Ленский	Алданский	плитчатые известняки, трилобиты	12-16	плитчатые известняки, трилобиты
		массивные доломиты	1-10	массивные доломиты
		полимиктовые конгломераты	0.7	полимиктовые конгломераты
		фосфоритоносные породы	6	фосфоритоносные породы
		кремнистые, кремнисто-фосфатовые сланцы	25-28	кремнистые, кремнисто-фосфатовые сланцы
		фосфоритоносные породы	20	фосфоритоносные породы
		кремни	6	кремни
		песчаники с доломитовым цементом	8	песчаники с доломитовым цементом

Рис 3. Стратиграфическая колонка нижнекембрийских отложений Малого Каратау



Рис. 1. Кранидий *Kootenia tersa Ergaliev*



Рис. 2. Пигидий *Kootenia tersa Ergaliev*

Таким образом, в ходе научной работы было изучено 40 образцов палеонтологических остатков раннекембрийских отложений хребта Малый Каратау, было проведено монографическое описание, была построена стратиграфическая колонка, показывающая положение трилобитовой фауны в разрезе (рис. 3). В результате исследования уточнен возраст образцов: вторая половина раннекембрийской эпохи, ленский надъярус, ботомский и тойонский ярусы, установлена принадлежность 40 образцов коллекции к виду *Kootenia tersa Ergaliev*.

#### Литература

1. Ергалиев Г.Х., Покровская Н.В. Нижнекембрийские трилобиты Малого Каратау. - Алма-Ата: Наука КазССР, 1977. - 120 с.
2. Геологическое строение СССР, том 1, Стратиграфия. - М.: Недра, 1958. - С.164
3. Коробков И.А. Палеонтологические описания. - Л.: Недра, 1971. - 198 с.
4. Основы палеонтологии, том «Трилобитообразные и ракообразные» / Под ред. Н.Е Чернышева. - М.: Недра, 1960. - С. 78-80
5. Розова А.В., Розов С.Н, Москаленко Т.А. Описание палеонтологических объектов с применением латинских термиков. - Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1975. - С. 17-114.
6. Стратиграфический словарь СССР / Под ред. И.Е. Занина, Б.К. Лихарева. - Л.: Недра, 1975. - С. 72, 216-217, 423, 509, 512.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ  
ПРОВИНЦИИ****А.Г. Ахметшин**Научный руководитель профессор С.К. Мустафин  
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Открытые в середине 80-х годов в Архангельской области Российской Федерации алмазоносные кимберлитовые трубки положили начало широкомасштабным поисковым работам на алмазы в этом регионе.

К настоящему моменту по результатам поисковых работ обоснована площадь, обладающая в той или иной степени перспективностью на выявление коренных месторождений алмазов палеозойского возраста, получившая название Архангельская алмазоносная провинция (рис.). Она приурочена к зоне сочленения Русской плиты и Балтийского щита и протягивается с севера на юг вдоль западной границы Архангельской области. Восточная ее граница проведена исходя из палеозойского возраста прогнозируемых проявлений кимберлитового магматизма [3]. Доказанной перспективностью обладает северная часть Архангельской провинции - так называемый, Зимнебережный алмазоносный район, в пределах которого известны трубки взрыва кимберлитового состава, содержащие алмазы. Шесть трубок содержат алмазы промышленной значимости (месторождение им. Ломоносова – 5 трубок и месторождение им. Гриба – 1 трубка) [1]. Кимберлитовая трубка Архангельская на месторождении им. Ломоносова вовлечена в разработку (ООО «Севералмаз».) Трубка им. Гриба на одноименном месторождении подготавливается к разработке ЗАО «Архангельскгеолдобыча» являющимся дочерним предприятием ОАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ». К сожалению, за последние почти 20 лет новых промышленных объектов в Зимнебережном алмазоносном районе не выявлено, хотя суммарные объемы финансирования геологоразведочных работ разными компаниями достигали 750 млн. руб. в год. Возможно, поисковый потенциал Зимнебережного алмазоносного района на сегодняшний день исчерпан. В последнее время в процесс опосредования вовлекаются новые площади Архангельской алмазоносной провинции, обладающие теми или иными признаками перспективности, однако существенных успехов пока нет.

С юго-востока к Архангельской алмазоносной провинции примыкает Северодвинская перспективная область, потенциальная перспективность которой обоснована еще в 80-х годах прошлого века. Тогда же было высказано предположение о том, что на территории этой площади возможно развитие другого, отличного от Зимнебережного района типа кимберлитового магматизма, более молодого (предположительно позднепермского-раннетриасового).

На возможную перспективную алмазоносность Северодвинской области указывают следующие факты:

1) Северодвинская область расположена в пределах жестких блоков кристаллического фундамента – Шенкурского и Водлозерского, имеющих архейский возраст - около 3 500 млн. лет. Именно такой характер фундамента свойственен крупнейшим алмазоносным провинциям Южной Африки и Якутии. Согласно современным теоретическим представлениям, именно в условиях такого фундамента могли формироваться мантийные очаги кимберлитового магматизма, продуктивные на алмазы. В этом аспекте Северодвинская область гораздо предпочтительнее для формирования месторождений алмазов, чем Зимнебережный алмазоносный район.

2) В пределах Северодвинской области широко распространены места находок, как минералов-спутников алмазов, так и единичные находки мелких обломков самих алмазов.

В результате поисковых работ ЗАО «Архангельские алмазы» в 2003-2004 гг. в аллювиальных осадках левого притока р. Кодима ручья Ольшанка Еремина обнаружено два пространственно сближенных местонахождения двух обломков алмаза размерами 0.9x0.85x0.7 и 2.4x1.9x1.5 мм, которые предположительно являются частями одного крупного кристалла. В 2009 году при проведении полевых работ в верховьях р. Зимняя в шлиховой пробе отобранной из шурфа пройденного в моренных отложениях найден кристалл алмаза размером 3.8x3.4x3.0 мм весом 52 мг (0.26 карата). Все эти кристаллы алмаза, кроме визуального определения, были исследованы с помощью фотолюминесценции, растровой электронной микроскопии и ИК-спектроскопии.

По результатам изучения алмазов можно сделать следующие выводы (применительно к геологической обстановке Архангельской алмазоносной провинции):

1. Находка алмаза на р. Зимняя сделана в ледниковых отложениях кайнозойского возраста (моренные суглинки). Ранее алмазы удавалось находить только в современном аллювии.

2. Кристаллы уникально крупного размера до 4 мм. Обычно находки алмазов в современном аллювии не превышают 1 мм.

3. Кристаллы октаэдрического габитуса с тригональной формой граней, с протоматическим характером сколов, достаточно высокого качества - чистые, прозрачные, бесцветные, без включений, с единичными каналами травления, без признаков пластических деформаций и древности (пятен пигментации). В пределах Архангельской алмазоносной провинции известны, как в коренном залегании, так и в современных аллювиальных образованиях, только округлые додекаэдровиды обычно с признаками древности.

Все эти данные комплексных исследований позволяют высказать обоснованное предположение, о том, что в пределах Архангельской алмазоносной провинции, может быть выделена Северодвинская алмазоносная область, отличающаяся развитием коренных источников алмазов нового и весьма перспективного для всей алмазоносной провинции типа.

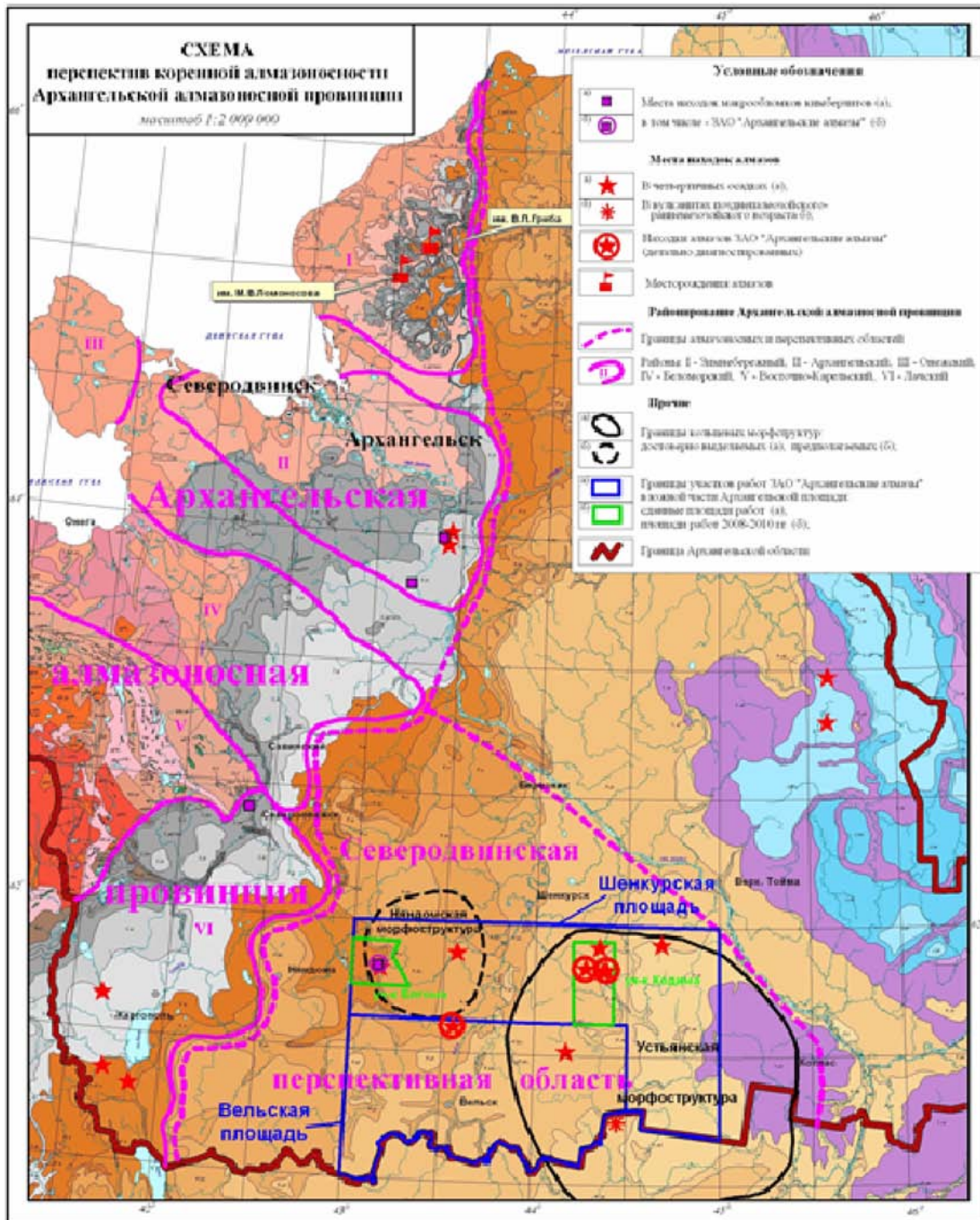


Рис. Схема перспектив коренной алмазности Архангельской алмазоносной провинции

Литература

1. Ваганов В.И., Голубев Ю.К. Перспективы алмазности Европейской части России // Минер. ресурсы России – 1997, № 4, с. 6-10
2. Прусакова Н.А. Геолого-геофизическая прогнозно-поисковая модель Зимнебережного кимберлитового поля. Автореферат канд. Дисс.М.,2004
3. Третьяченко В. В., Гаранин К. В. Месторождения алмаза на территории северо-запада Европейской части России// *Фундаментальные проблемы геологии месторождений полезных ископаемых и металлогении: Труды XXI Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика В. И. Смирнова.* – Москва, 2010. – С. 81 – 82.

## ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ ФЛОРА СЕВЕРА КУЗБАССА

Ю.В. Гольцова

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

Лицей при Национальном исследовательском Томском политехническом университете,  
г. Томск, Россия

Во всей Северной Азии разрез верхнего палеозоя Кузбасса занимает очень важное место: он характеризуется полнотой, обилием, разнообразием, хорошей сохранностью органических остатков и ясной стратиграфической последовательностью отложений. Он достаточно хорошо изучен и неоднократно детально описан. История изучения ископаемых растений карбона Кузбасса освещена во многих работах [1, 2, 5, 7].

Детальное морфолого-анатомическое изучение ископаемых палеозойской флоры Сибири позволило установить, что она произрастала в условиях умеренно-влажного, сравнительно тёплого климата с периодической сменой времён года [6]. Этот вывод был основан на следующих особенностях растений данной области: наличие у ископаемых растений древесины с годовыми кольцами прироста, наличие тонких волосков на пёрышках, рассматриваемых как предохранительные образования при резкой смене температуры и влажности, образование покровных листьев-чешуй и др.

В фондах палеонтологического музея Томского политехнического университета находится уникальная коллекция растительных остатков А.К. Скрипко со скважин и шахт севера Кузнецкой котловины, с Анжеро-Судженского района. Коллекция содержит порядка 300 образцов, из которых автором данной работы пока было определено 170 отпечатков растений. Среди них птеридофиты: *Angarodendron*, *Calamites* и *Annularia*; пинофиты: *Gondwanidium*, *Angaropteridium*, *Cordaites* и *Noeggerathiopsis*. Наиболее многочисленны, среди описанных, оказались кордаитовые.

Описание ископаемых растений:

Отдел Pteridophyta Птеридофиты  
Класс Lycopodiopsida Плауновидные  
Порядок Lepidodendrales. Лепидодендроновые  
Род *Angarodendron* sp.  
(рис. 1)

Синонимика *Angarodendron obrutschewii* Zalessky.

О п и с а н и е . Небольшие подушечки овально-ромбической формы, слабо заострённые по бокам; с закруглёнными верхними и нижними углами. Совокупность этих подушечек по виду напоминает слепок чешуи рыбы. Длина подушечек 5-7 мм, ширина 4-6 мм.

Р а с п р о с т р а н е н и е . Карбон Алтае-Саянской области.

М е с т о н а х о ж д е н и е . Анжерский район, шахта 9-15, горизонт-10.

Класс Equisetopsida Членистостебельные  
Порядок Calamitales. Каламитовые  
Род *Calamites* sp.  
(рис. 2)

Синонимика *Calamites nodus* Sternberg.

О п и с а н и е . Членистый ствол с длинными междоузлиями (более 5 см), узловые линии слабо заметны. Рёбра хорошо выражены и переходят через узлы не прерываясь с одного междоузлия на другое.

Р а с п р о с т р а н е н и е . Карбон-пермь Западной Европы, Малой Азии.

М е с т о н а х о ж д е н и е . Минусинский бассейн: р. Енисей; р. Абакан, черногогорская свита, Кольвань-Томская складчатая зона; окрестности г. Томска, басандайская толща, Анжеро-Судженский р-н.



Рис. 1



Рис. 2

Отдел Pinophyta. Голосеменные  
Порядок Cordaitales. Кордаитовые  
Род *Noeggerathiopsis* sp.  
(рис. 3)

С и н о н и м и к а . *Noeggerathia* (*Cyclopteris*).



**Описание.** Удлиненные, ребристые, ланцетовидные листья, постепенно суживающиеся к основанию и чуть быстрее к верхушке. Жилки многочисленные, равносильные, слегка дугообразные у верхушки.

Сами отпечатки листьев достаточно крупного размера.

**Распространение.** Карбон-пермь Кузнецкого, Тунгусского и Горловского бассейнов; Кендерлькская впадина.

**Местонахождение.** Кузбасс – повсеместно в отложениях верхнебалахонской свиты. Горловский бассейн – Шадринское месторождение. Кендерлькская впадина, Анжеро-Судженский р-н.

Порядок Pteridospermidae. Семенные папоротники

Род *Angaropteridium* sp.

(рис. 4)

**Синонимика.** *Neuropteris cardiopteriodes*.

**Описание.** Лист пёрышковидной формы. Основание сердцевидное с неравномерно развитыми ушками. Жилкование веерное, от точки прикрепления жилки расходятся веерообразно. Ширина остаётся почти одинаковой у основания и ближе к верхушке.

**Распространение.** Карбон-пермь Кузбасса.

**Местонахождение.** Заломненский, Порывайский, Прокопьевский, Мрасский, Томь-Усинский, Кемеровский, Анжеро-Судженский районы.



Рис. 3



Рис. 4

Род *Gondwanidium* sp.

(рис. 5)

**Синонимика.** *Neuropteridium validum* Feistmantel.

**Описание.** Листья перистые, пёрышки попарно сближенные, широкоовальные. Жилкование идет, как бы, от одной средней жилки. Боковые жилки мелкие и многочисленные. Прикреплены к стеблю всей частью основания. По направлению к верхушке пера, пёрышко уменьшается.

**Распространение.** Карбон – пермь Сибири (Кузнецкий, Минусинский, Тунгусский, Горловский бассейны); Северо-западная Монголия, Индия, Южная Африка, Анжеро-Судженский р-н.

На основании анализа флористических комплексов севера Кузбасса из каменноугольных отложений замечена некоторая идентичность ее с комплексами Рудного Алтая. Вместе они входили в Тунгусскую (по Криштофовичу, 1957) или Ангарскую (по Радченко, 1985) флористическую провинцию. В отличие от Рудного Алтая в комплексе севера Кузбасса добавляются каламитовые формы.



Рис. 5

Для севера Кузбасса (район Анжеро-Судженска) в каменноугольно-пермский периоды характерно существование лагунных, озерно-болотных обстановок, с распространением разнообразной птеридоспермо-кордаито-каламитовой растительностью. Болотистые равнины прибрежной аккумулятивной равнины, отступающего на северо-запад Западно-Сибирского морского бассейна, способствовали обильному произрастанию данной растительности [4, 8, 10].

Таким образом, в результате изучения коллекции ископаемых растений карбона-перми Анжеро-Судженского района получены новые данные о составе позднепалеозойской флоры севера Кузбасса. Наибольшего расцвета в карбоне-перми на территории Кузбасса достигли кордаитовые, т.к. они наиболее часто встречающиеся в разрезах скважин и в шахтах Анжеро-Судженского района. Кордаитовые являлись основными углеобразователями Анжеро-Судженского района в карбоне-перми.

Таблица

Схема корреляции палеофлористических комплексов некоторых областей Ангариды (Баженова, 2006, с дополнением автора) [3, 9].

система	отдел	ярус	серия	п/серия	Рудный Алтай	Север Кузбасса (Анжеро-Судженский р-н)
каменноугольная	верхний	гжельский касимовский	балахонская	нижнебалахонская	кордаитовый	птеридоспермо-кордаито-каламитовый
	средний	московский			птеридо-спермовый	
		башкирский		птеридо-спермовый		
	нижний	серпуховский		острогская	лепидофитовый	лепидофитовый

Состав, разнообразие позднепалеозойской растительности и годовые кольца стволов этих растений показывают озерно-аллювиальную обстановку осадконакопления с умеренно-влажным, сравнительно тёплым климатом, с периодической сменой времён года. Угли, накопившиеся на севере Кузбасса можно отнести к лимническому и потамическому типу [13, 14].

Сходство флоры севера Кузбасса, с флорами регионов Алтае-Саянской складчатой области (Рудного Алтая), позволяет ее также включать в состав Ангарской или Тунгусской флористической области. Эндемичными для этой флоры являются роды *Angaropteridium* sp. и *Noeggerathiopsis* sp. Наличие лепидофитов (род *Angarodendron* sp.) сближает ее с казахстанской и уральской флорами. Наличие в кузбасской флоре рода *Gondwanidium* sp. сближает ее с северо-гондванской флорой. Это говорит о том, что эти флоры в карбоне-перми существовали в схожих физико-географических условиях [11, 12].

Переход от карбона до перми на севере Кузнецкого бассейне не сопровождался никакими резкими изменениями в составе растительности, а значит и в обстановках осадконакопления.

#### Литература

1. Артамонцева М.Д. Кордаиты угленосных отложений Кузбасса: Автореферат. Дис. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 1954.
2. Атлас руководящих форм ископаемых фауны и флоры Западной Сибири. Под ред. А.В. Аксарина. – Москва, 1955.
3. Баженова Я.А. Каменноугольная флора рудного Алтая и её стратиграфическое значение. Автореферат дисс-и на соискание учёной степени геол.-минерал. наук. – Томск, 2006. – 24 с.
4. Биостратиграфия палеозоя Саяно-Алтайской горной области. Под ред. Л.Л. Халфина. – Новосибирск, 1962. – 861 с.
5. Горелова С.Г. Детальная фито-стратиграфия – один из основных методов при расчленении и корреляции континентальных угленосных отложений верхнего палеозоя средней Сибири // Становление и эволюция континентальных биот: Тезисы докладов XXXI сессии Всесоюзного палеонтологического общества. – Ленинград, 1985. – С. 20-21.
6. Глухова Л.В. Основы палеоботаники. – Учебное пособие. – Красноярск, 2002. – 82 с.
7. Глухова Л.В. Каменноугольные и раннепермские кордаиты средней Сибири. Автореферат дисс-и на соискание учёной степени геол.-минерал. наук. – Томск, 1971. – 16 с.
8. Криштофович А.Н. Палеоботаника. – Ленинград, 1957. – 650 с.
9. Кузбасс – ключевой район в стратиграфии верхнего палеозоя Ангариды: Сборник научных трудов – Новосибирск, 1996. – Т.1. – 122 с.
10. Мейен С.В. Кордаитовые верхнего палеозоя северной Евразии: Автореферат. Дис. канд. геол.-минер. наук. – Москва, 1964.
11. Пороховниченко Л.Г. Позднепалеозойская флора Норильского района и ее стратиграфическое значение. Автореферат. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2006. – 22 с.
12. Стратиграфический словарь СССР. Карбон, пермь / Отв. ред. Г.В. Котляр; Гл. ред. В.Н. Верещагин. – Л.: Недра, 1977. – 535 с.
13. Угольная база России т. 2: Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны, месторождения Алтайского края и Республики Алтай) / гл. ред. В.Ф. Череповский. – М.: Геоинформцентр, 2003. – 602 с.
14. Хахлов В.А. Верхнепалеозойская флора севера Сибири. – Издательство Томского Университета, 1964.

**НОВОЕ О РУГОЗАХ КУЗБАССА****И.А. Дорофеева**

Научный руководитель доцент Н.В. Гумерова

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

Данные исследования проводилась по инициативе Российской девонской региональной стратиграфической комиссии по Сибири и Дальнему Востоку. Целью этой работы явилось совершенствование Международной стратиграфической шкалы девона, в частности уточнение границы среднего и верхнего девона на примере опорных разрезов Кузбасса, так как они являются наиболее полными в данном регионе [4].

Во время полевого сезона 2010 года сотрудниками Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья и института нефти, газа геологии и геофизики РАН были проведены полевые работы по сборам морской бентосной фауны, спор и пыльцы из пограничных горизонтов разреза по р. Изьлы в районе д. Вассино.

Подстилающими толщами разреза (рисунок) являются переслаивающиеся терригенные и терригенно-карбонатные отложения изылинского горизонта. Их возраст был определен споро-пыльцевым анализом. Выше изылинского горизонта по разрезу согласно залегают серые массивные известняки с богатыми остатками разнообразной морской фауны кораллов, брахиопод, конодонтов, остракод и др. [3], характерных для позднеживетско-франской трансгрессии Западно-Сибирского моря.

Разрез венчают массивные известняки шубкинского горизонта.

Нам было поручено определение и монографическое описание кораллов ругоз, отобранных из массивных известняков разреза. При нашем непосредственном участии были рассмотрены и разрезаны образцы, присланные сотрудниками Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья и института нефти, газа геологии и геофизики РАН. В результате исследования прозрачных шлифов нами определен следующий комплекс кораллов: *Peneckiella belskayae Ivania*, *Phillipsastraea astreiformis Ivania*, *Tabulophyllum macconnelli (Whiteaves)* [1, 2]. Всего было изучено 30 экземпляров в поперечном и продольном сечении.

В результате определения данного комплекса ругоз был сделан вывод о принадлежности их к комплексу, характеризующему вассинский горизонт ранне-франского возраста. Таким образом, массивные известняки, согласно залегающие выше по разрезу изылинского горизонта, принадлежат к вассинскому горизонту ранне-франского возраста.

## Описание ругоз

***Peneckiella belskayae Ivania***

(рис.1)

*Материал.* Описано 8 шлифов.

*Диагноз.* Густо ветвистая колония мелких цилиндрических кораллитов. Характерно обрастание кораллитов строматопоратами.

При диаметре кораллитов 5-7 мм имеется 36-40 септ двух порядков. Септы утолщаются к периферии, образуя ободок. Септы I порядка немного не доходят до оси, закручиваясь в приосевом пространстве. Септы II порядка составляют  $\frac{1}{2}$  длины больших септ, также слегка закручиваясь на концах.

Днища вогнутые или почти плоские, редкие. Количество днищ на 5 мм – 2-3.

Диссепименты мелкие, узкие, почти вертикальные, состоят из двух рядов.

*Возраст.* Средний девон, живетский ярус.

*Распространение.* Салаир, Северо-Западный Кузбасс.

***Phillipsastraea astreiformis Ivania***

(рис. 2)

*Материал.* Описано 18 шлифов.

Массивная астревидная колония. При диаметре 8-12 мм имеется 24-27 септ двух порядков. Септы каринированы, утончаются в осевой зоне. Септы I порядка длинные, доходят до оси и там слегка закручиваются. Септы II порядка составляют  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{2}$  длины септ I порядка.

Днища плоско-выпуклые, расщепленные. Количество днищ на 5 мм – 7-8.

Два ряда диссепиментов.

*Возраст.* Средний девон франский ярус.

*Распространение.* Салаир, Северо-Западный Кузбасс.

***Tabulophyllum macconnelli (Whiteaves)***

(рис. 3)

*Материал.* Описано 4 шлифа.

Одиночный крупный цилиндрический коралл. При диаметре 30 мм имеется 64-72 септ двух порядков, редуцированных в зоне днищ. Расположение септ двустороннесимметричное. Главная септа укорочена, расположена в фоссуле. Септы I порядка достигают оси, местами разорваны. Септы II порядка составляют  $\frac{1}{2}$  длины больших септ и также разорваны.

Днища тонкие, многочисленные и расщепленные в пучки.

Диссепименты крупные, длинные, почти вертикальные.

**Онтогенез.** На молодой стадии при диаметре 8-10 мм количество септ составляет 28-30. Септы тонкие, длинные, доходят до оси, на периферии слабо редуцированные. Отличием от взрослой стадии является наличие ободка в периферической зоне и более ярко выраженная фосула.

**Возраст.** Средний девон франский ярус.

**Распространение.** Салаир, Северо-Западный Кузбасс.

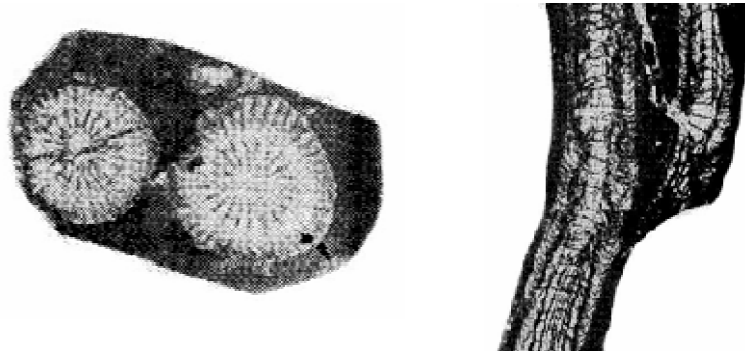
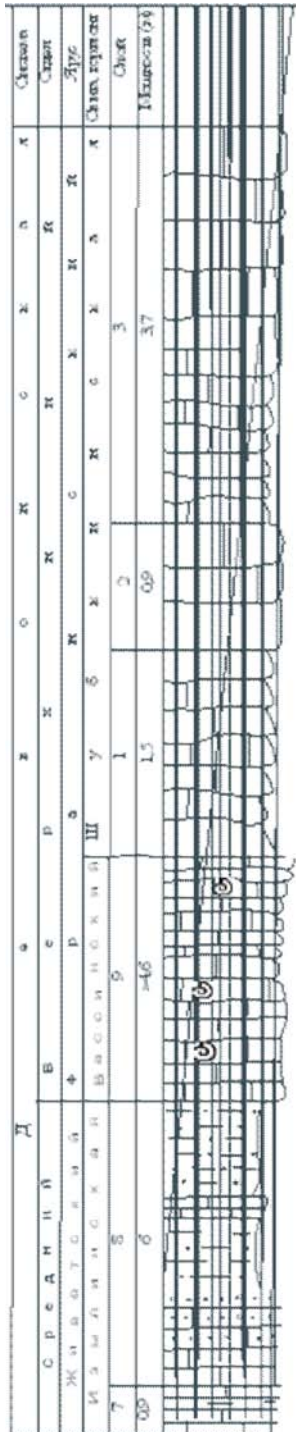


Рис. 1. *Peneckiella belskayae* Ivania: поперечный разрез; продольный разрез



Рис. 2. *Phillipsastraea astreiformis* Ivania: поперечный разрез; продольный разрез

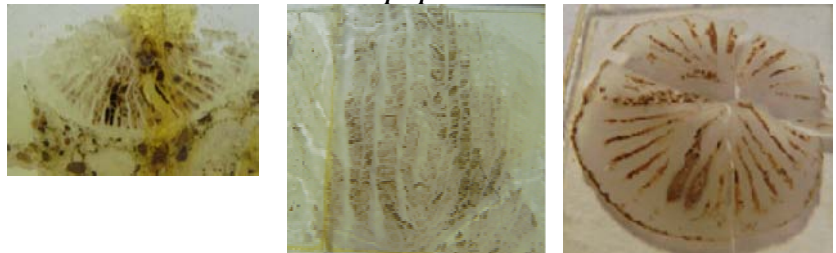


Рис. 3. *Tabulophyllum macconnelli* (Whiteaves): поперечный разрез; продольный разрез; поперечный разрез (молодая стадия)

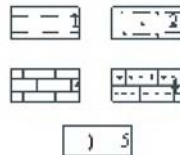


Рис. 4. Разрез живетского и нижней части франского яруса по левому борту р.Изылы.

Условные обозначения: 1-черные плитчатые аргиллиты, 2-Коричневые известковистые алевролиты с фрагментарными остатками флоры, 3- серые массивные известняки с остатками морской фауны, 4 песчанистые серые и коричневато-серые известняки с конодонтами, 5-местонахождение описанной фауны

#### Литература

1. Бульванкер Э.З. Девонские четырехлучевые кораллы окраин Кузнецкого бассейна. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1958. – 212 с.
2. Ивания В.А. Девонские кораллы Rugosa Саяно-Алтайской горной области. – Томск: Изд-во ТГУ, 1965. – 398 с.
3. Ивания В.А. Девонские четырехлучевые кораллы Салаира и Северного Кузбасса. – Изд-во ТГУ, 1980. – 140 с.

4. Типовые разрезы пограничных отложений среднего и верхнего девона, франского и фаменского ярусов окраин Кузнецкого бассейна. (Материалы V выездной сессии комиссии МСК по девонской системе). – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1992. 136 с.

**КОНВЕКЦИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОТОКОВ – НЕПРЕМЕННОЕ УСЛОВИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНО РАЗНОЙ ЛИТОСФЕРЫ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ)**

**А.А. Журавлева, В.И. Стреляев, Е.М. Коряев**

Научный руководитель профессор В.В. Врублевский  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Конвективные минерализованные потоки (КМП) на первый взгляд являются потоками «без роду, без племени». Термохимический анализ показал наличие резкого «водораздела» свойств потоков первичных астено–плюмов складчатого обрамления (ПАО) и альтернативных потоков вторичного плюма плиты (ПВП). Приходится задумываться о причинах «водораздела» составов и свойств данных потоков при их двухслойном строении (рис. 1). По нашему мнению, первой причиной «водораздела» является температура плавления. Теоретическая основа наших исследований – тепловые геодинамические воздействия тепло несущих порций ПВП, являющихся главными преобразователями и распределителями спектра меди и благородных металлов, ранжированных по глубине залегания и возрасту и обуславливающие долеритовую магматическую деятельность континентальных провинций.



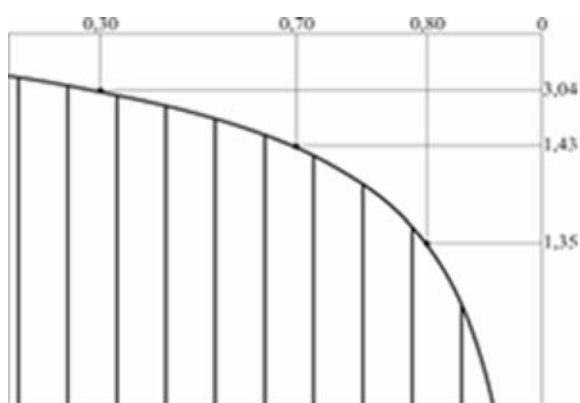
**Рис. 1. Двухслойное строение термохимических плюмовых потоков конвективного вращения. Первичный астено–плюм складчатого обрамления состоит из разуплотненной, насыщенной легкоплавкими окислителями кристаллической каши, а вторичный плюм сложен уплотненными тугоплавкими восстановителями его кровли (по Н.Л. Добрецову, с изменениями и дополнениями авторов)**

Исследования показали, что последовательное снижение ПВП – навесок в составе магматических веществ ПАО приводит к растворению меди и благородных металлов и связанных с ним сопутствующей концентрации окислов железа. В природных условиях этот процесс обуславливается выбросом повышенных объемов кремнезема, щелочей и летучих в потоках–хладагентах высокоактивного КВП [1]. Нами были проведены выборки для ряда (Cu+Au) – радикалов разуплотненных шлаковых «огарков» метадолеритов ПАО, с вклинивающимся кислородом между слоями метадолеритов различных глубин залегания. Кроме того, для (Cu+Au) – радикалов уплотненных сульфидных «штейнов» ПВП такситовых долеритов (ТД) различных глубин залегания, с вклинивающимся водородом между слоями (ТД). В соответствии с системой описываемых потерь на основании решения Международного союза прикладной химии последовательный ряд «окисления – восстановления» оцифровывается римскими цифрами I, II, III и т.д. [2].

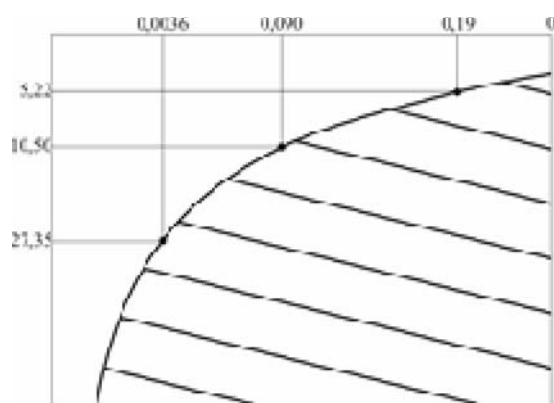
Тепловые ПАО и ПВП, ранжированные по возрасту и глубине залегания плюмов, однополюсны. Исследования показали, что в апвеллинговом ряду «огарков» горбилокского комплекса среднего рифея, Енисейского кряжа (нижнегорбилокская, среднегорбилокская и верхнегорбилокская тектонические пластины). С уменьшением глубины залегания в составе метадолеритов уменьшается содержание (Cu+Au)–радикала. Это обусловлено увеличением окислительного редокс–потенциала и уменьшением тепловой проводимости КМП в направлении «от глубинной перегретой пластины к приповерхностной переохлажденной пластине» (рис. 2).

Анализ размещения минерализации в структурах горбилокского структурно–вещественного комплекса среднего рифея Енисейского кряжа показывает, что метадолериты с «огарками» локализованы в окислительных тектонических пластинах с избыточным O<sub>2</sub> и SiO<sub>2</sub>.

Основной объем закиси железа здесь переходит в магнетит, а медь и золото образуют по–ярусные твердые растворы слабых концентраций (таблица). Твердые растворы в составе уплотненных «штейнов» такситовых долеритов ПВП представлены на 98 % сульфидами (халькопиритом, пентландитом, кубанитом и др.), с которыми связано высокое содержание (Cu+Au) – радикалов, особенно, как и в складчатом обрамлении, в геодинамических обстановках абиссальных глубин.



**Рис. 2. Холодная точка складчатого обрамления.** Представлена окислительными неоднородностями метадолеритов различных глубин залегания в виде силлов (горбилокский комплекс среднего рифея, Енисейский край). На рисунке: по вертикали значения окислительных редокс-потенциалов, по горизонтали восстановительных редокс-потенциалов.



**Рис. 3. Горячая точка Сибирской плиты.** В центре притяжения сложена восстановительными неоднородностями такситовых долеритов (курейский комплекс пермо-триаса). На рисунке: по вертикали значения восстановительных редокс-потенциалов, по горизонтали окислительных редокс-потенциалов.

Химико-термические развороты потоков вторичного плюма также однополюсны.

Их теплопроводность, как и в первом случае, идет в одном направлении: от горячего к холодному. Это обуславливает высокий восстановительный редокс-потенциал и повышенный показатель плотности твердых растворов-«штейнов» в горячей точке (табл.).

Таблица

**Буферное взаимодействие первичных и вторичных мантийных потоков**

Пермь-триас-буферной генерации КМП, по II	Породы	Сопряженные потенциалы	редокс -	Относительное содержание	Плотность рудо-несущих твердых растворов, о.е.	
		Вертикальные восстановительные	Вертикальные окислительные			
VI	Такситовые гипо - долериты	5,22	0,19	10,60	2,90	
V	Такситовые мезо - долериты	10,50	00,90	216	3,60	
IV	Такситовые аби-долериты	27,35	0,036	1532	4,05	
Восстановительные буферные неоднородности в составе жидкокристаллических долеритовых расплавов плиты (курейский комплекс, пермь- триас)						
Средний рифей	III	Окремненные гипо - метадолериты	0,30	3,34	16	1,00
	II	Мезо- метадолериты	0,70	1,43	72	1,05
	I	Аби - метадолериты	0,80	1,35	100	1,20
Окислительные буферные неоднородности в составе жидкокристаллических метадолеритовых расплавов складчатого обрамления (горбилокский комплекс, средний рифей)						

Описанные факторы, установленные авторами, могут служить поисковыми и оценочными критериями при исследовании комплексов, относимых, на наш взгляд, к активной континентальной окраине юго-западной части Сибирской плиты. Отмечается, что крупные фрагменты окраины сохраняют признаки внутренней пространственной и особенно глубинной упорядоченности. В структуре юго-западного пояса, присутствуют как субдукционные (IV – VI), так и надсубдукционные (I – III) звенья призм. Положение реперных надсубдукционных

комплексов определяется длительным влиянием холодной точки. Эта упорядоченность создается направлениями движения конвективных минерализованных потоков к центру притяжения со стороны астено-плюма.

Вывод: «I – II – III – метадолериты» и «IV – V – VI – такситовые долериты» юго-западного обрамления Сибирской плиты, начиная от среднего рифея и до триаса, сформировали единый необратимый эволюционный ряд магматизма континентальной провинции. Геологическая история развития этого ряда зависела от термохимической геодинамики, которая предопределила специфику вулканизма, метаморфизма и медно-золотого оруденения.

#### Литература

1. Богатилов О.А., Коваленко В.И., Добрецов Н.Л. Магматизм, метаморфизм и геодинамика и эволюция, глобальная периодичность и катастрофические явления // Глобальные изменения природной среды. Новосибирск: Изд – во СО РАН, Филиал «Гео». 2001. С. 56–75.
2. Полинг Л., Полинг П. Химия. Пер. с англ. Изд – во «Мир», М., 1978. 685 с.

### КСЕНОЛИТЫ – ВЕСТНИКИ ГЛУБИН

**А.И. Зубрилина, Е.О. Никифорова**

Научные руководители доцент Б.Д. Васильев, инженер Н.Н. Мартынова

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

**Ксенолит** (греч. «чужой камень») – обломок горной породы, захваченный магмой. Ксенолиты характерны для интрузивных тел разного состава. Они являются важнейшими источниками информации о составе недр Земли, так как могут быть доставлены магматическими расплавами с глубин, недоступных для непосредственного изучения, т.е. являются «вестниками глубин». Вынос ксенолитов к земной поверхности осуществляется магматическим расплавом по разломам земной коры или по трубкам взрыва. По ходу движения расплав захватывает обломки вмещающих горных пород и руд с различных глубин.

На основе изучения рудных ксенолитов в послерудных дайках профессором ТПУ К.В. Радугиным и аспирантом Е.В. Ярошинским были разработаны методики поиска «слепых» рудных тел на железорудных месторождениях Горной Шории и на полиметаллических месторождениях Забайкалья. Однако наиболее интересны мантийные ксенолиты из базанитовых и кимберлитовых трубок взрыва в связи с их потенциальной алмазносностью. Оливиновые ксенолиты в андезитах вулкана Авача на Камчатке, очаг которого расположен в мантии на глубине 60 км при мощности коры 17 км, безусловно, являются мантийными («оливиновый пояс» А.Н. Толстого). Щелочные базальты (базаниты) содержат ксенолиты мантийных пород, поднятые с глубин 60–80 км, а в кимберлитах встречаются ксенолиты, принесенные с глубин 100–200 км. Ксенолиты из кимберлитов представляют собой наиболее глубокие горные породы, изученные человеком.

Вулканические трубки являются одним из основных проявлений расплавов на поверхности Земли. В настоящее время в Северо-Минусинской впадине известно более 40 базанитовых трубок, которые размещаются в основном среди верхнедевонских отложений. Исключение составляет трубка Инколь, находящаяся в нижнекаменноугольных отложениях. Возраст трубок Северо-Минусинской котловины составляет 74–79 млн. лет [4]. Первое их описание было дано Я.С. Эдельштейном в 1907 г. В 1930-е годы трубки изучались более детально. В ряде трубок были обнаружены мантийные ксенолиты, содержащие хромдиопсид, магнезиальный оливин и пироп, выявленный в 1959 году Н.А. Охапкиным [3] в трубке Тергешская. А.В. Крюковым [1] было установлено, что Северо-Минусинские трубки взрыва имеют некоторое сходство с типичными кимберлитовыми трубками по морфологии, механизму образования, минералогическому и химическому составу включений мантийных пород.

Аналогично кимберлитовым, данные базанитовые трубки образуют поля и локализуются вдоль глубинных разломов. Пиропы Северо-Минусинских трубок имеют определенное сходство с пиропами якутских алмазносных кимберлитов. В связи с этим базанитовые трубки долгое время рассматривались как потенциально алмазносные, но позднее А.В. Крюков выделил их в особый тип, который назвал «северо-минусинским», т.к., по его мнению, трубки этого типа являются переходными к кимберлитовым, как бы недоразвившимися кимберлитовыми трубками, формирование которых приостановилось на самых ранних стадиях.

В 1990-х годах Хакасгеолком выдал лицензию на поиски алмазов в районе трубки Тергешской [2]. Это позволяет говорить о том, что проблема алмазносности трубок Хакасии до сих пор не закрыта и является достаточно актуальной. В поиски алмазов включились и студенты ТПУ, проходящие учебную геологическую практику в Хакасии. Мой брат Денис Кобелев в 2003 году привез с практики образец базанита с ксенолитами и мелкими бесцветными зернами, похожими на алмазы. Спустя 8 лет мы приняли эту эстафету и в порядке подготовки к учебной практике изучали имеющуюся на кафедре Общей геологии и землеустройства ТПУ коллекцию ксенолитов из базанитовой трубки взрыва Красноозерской, а также шлихи из делювия эруптивных брекчий I фазы и базанитов II фазы на предмет их алмазносности. Целью данной работы является исследование ксенолитов трубки Красноозерской, определение их состава и принадлежности к определенным структурным этапам.

Красноозерская трубка – типичный пример сдвоенных диатрем, состоящих из главной трубки и сателлита. Обе трубки сложены эруптивными брекчиями I фазы и базанитами II фазы внедрения. Главное тело представляет собой коническую сопку высотой 110 м и основанием 220×160 м. Острая вершина сопки представляет собой шток базанитов, обладающий радиальной отдельностью. Базаниты насыщены обломками осадочных пород и глубинными ксенолитами. В брекчиях взрыва на долю мантийных ксенолитов приходится

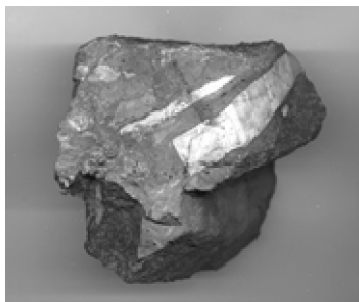
лишь 5%, остальной объем занимают ксенолиты вмещающих пород. Возраст трубки Красноозерской  $74 \pm 3.9$  млн. лет [4].

Изученные нами ксенолиты из базанитов и вулканических брекчий взрыва трубки Красноозерской можно разделить на три группы по принадлежности их к породам различных структурных комплексов, имеющих в этом районе Северо-Минусинской впадины.

I группа – ксенолиты местные, или малоглубинные, принадлежащие породам верхнего, герцинского структурного комплекса ( $D_1-C_1$ ), выполняющего Северо-Минусинскую впадину и имеющего мощность 4-5 км. Соответственно глубина их выноса от 5 км для вулканитов  $D_1$  до первых метров для окремненных аргиллитов  $D_3$  (рис. 1), непосредственно вмещающих трубку на современном эрозионном срезе.

II группа – ксенолиты среднеглубинные, принадлежащие породам нижнего, салаиро-каледонского, структурного комплекса ( $R_1-C_2$ ) и прорывающим их гранитоидным интрузиям (рис. 2). Мощность этого структурного комплекса более 12 км и глубина выноса ксенолитов, соответственно, от 5 до 17 км, но не более 40 км (мощность земной коры).

III группа – ксенолиты глубинные, мантийные, принадлежащие ультраосновным породам (рис. 3), состоящим из оливина, шпинели, хромдиоксида, авгита. Глубина их выноса более 40 км (из мантии).



*Рис. 1. Ксенолиты осадочных пород  $D_3$*



*Рис. 2. Ксенолит гранитоидов*

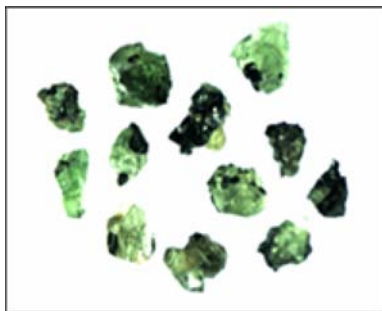


*Рис. 3. Ксенолит оливинита*

О том, что обломки изученных нами пород из трубки Красноозерской действительно являются чужеродными по отношению к базанитовому магматическому расплаву, свидетельствуют сложность и разнородность их состава, остроугольность обломков и наличие реликтовых тектоноструктур, не выходящих за пределы обломков.

При изучении шлихов из делювия трубки Красноозерской были выделены монофракции хромдиоксида (рис. 4), шпинели, оливина, авгита, титанавгита, магнетита, ильменита, граната (пироп).

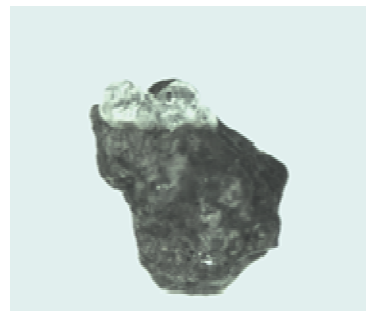
В связи с поисковой направленностью на алмазы особое внимание было уделено диагностике мелких бесцветных водяно-прозрачных, обладающих ярким блеском шарообразных кристаллов кубической сингонии (тетрагонтриоктаэдры), похожих на алмазы или бесцветные кристаллы граната (гроссуляр). Однако при разделении в тяжелой жидкости этот минерал полностью оказался в легкой фракции и был определен как анальцим. Диагностика анальцима подтверждена с помощью рентгеноструктурного анализа в лаборатории ТГУ (25.02.11, V-20kN, I-7mA, Cu-анод, при скорости съемки 4 град/ мин с шагом 1град.), с использованием электронной библиотеки. Таким образом, нами впервые была выявлена ассоциация анальцим-карбонаты, с которой связаны также битумы, образующие тонкие пленки на анальциме (рис. 5) и черные пластичные окатыши с кальцитом. Эта ассоциация минералов связана с более поздним воздействием гидротермальных растворов на породы трубок взрыва. При этом более проницаемые вулканические брекчий претерпели более глубокую гидротермальную проработку в сравнении с плотными базанитами. В них на обломках осадочных горных пород выросли кристаллы анальцима (рис. 6).



*Рис. 4. Сростки шпинели и хромдиоксида*



*Рис. 5. Анальцим с пленками битума (черное)*



*Рис. 6. Кристаллы анальцима*



## Литература

1. 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.
2. Минерально-сырьевые ресурсы Республики Хакасия. Состояние и перспективы развития / Под ред. А.А. Булатова. – Абакан: Издательская группа «Всем, всем, всем!» - 2008. – 140 с.
3. Охапкин Н.А., Чубугина В.Л. О пиропе и хромдиопсиде в базальтовых трубках Минусинского межгорного прогиба. / ДАН СССР, т. 132, № 2, 1960. С. 12-15.
4. Izokh A.E., Fedoseev G.S., Kutolin V.A. Late Cretaceous intracontinental alkali basaltic magmatism of the Chebaki-Balakhta Basin: The Tergesh Complex. / Guidebook of field excursion B / International Symposium «Large igneous provinces of Asia; Mantle plumes and metallogeny». Novosibirsk, Russia, August 13-16, 2007. – p. 69-82.

**СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЛИГОНА ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА «ДОЛГАЯ ГРИВА»****О.М. Карнаухова**Научные руководители доцент М.Л. Махлаев, доцент О.Ю. Перфилова  
**Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия**

Работа выполнена в рамках реализации проекта по организации в пригородной зоне г. Красноярска учебно-научного полигона ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» [3]. Ранее детально были изучены коренные горные породы Полигона, представленные сложнодислоцированным складчатым комплексом терригенно-карбонатных пород венда – кембрия и вулканическим комплексом среднего – позднего ордовика [1]. Существенным пробелом в геологических исследованиях на Полигоне оставался недостаток информации о четвертичных отложениях. В то же время, в плане целостности характеристики природного комплекса Полигона, характеристики взаимосвязи между всеми его компонентами, значение исследования четвертичных отложений весьма существенно. Именно четвертичные отложения практически повсеместно являются тем субстратом, за счёт преобразования которого формируется почвенный покров, и их распространение на площади Полигона прямо влияет на характеристики распространённых здесь почвенных образований. Состав четвертичных отложений и характер их залегания оказывают также существенное влияние на режим поверхностных и грунтовых вод, на состав растительности. Очень тесной является их взаимосвязь с формами рельефа.

До начала наших работ изученность четвертичных отложений территории Полигона оставалась недостаточной. Относительно детально были изучены только аллювиальные отложения террас р. Енисей. Результаты этих исследований, проводившихся разными авторами в 1960 – 80-е гг., обобщены в серийной легенде для Государственной геологической карты масштаба 1:200 000. Но широко развитые здесь пролювиальные и склоновые отложения оставались практически неизученными. Аналогичные по составу и происхождению отложения, развитые на соседней с запада территории (в районе г. Дивногорска), частично изучались в связи с археологическими раскопками [2, 5]. На территорию Полигона имелись только карты четвертичных отложений масштаба 1:200 000, к тому же весьма схематичные.

Поэтому геологические исследования последних лет, проводившиеся на Полигоне, были посвящены, главным образом, изучению четвертичных отложений. Полевые исследования включали в себя, в первую очередь, наблюдения четвертичных отложений в естественных обнажениях. На участках, где естественных обнажения отсутствовали, приходилось проходить шурфы глубиной до 1,5 м. В полевых условиях мы изучали четвертичные отложения по таким параметрам, как состав материала, слоистость, размер и форма обломков. Соотношение песчано-глинистого материала определялось методом скатывания. Также изучалось приуроченность тех или иных отложений к определенным элементам рельефа.

Точное местоположение каждой точки наблюдений на местности определялось с помощью GPS-навигатора. Далее весь собранный материал анализировался в соответствии с обычной методикой [4]. При этом мы использовали не только собственные данные, но и все материалы по четвертичным отложениям, которые были получены в геологических маршрутах, проведённых ранее. Все отложения были разделены по возрасту и генетическим типам. Деление по возрасту было произведено в соответствии со стратиграфической шкалой (общей и региональной). Возраст террасовых отложений определялся в соответствии с серийной легендой Минусинской серии для Госгеокарты-200, а остальных отложений – по их геоморфологическому положению относительно террас. Принадлежность к определённому генетическому типу определялась по особенностям состава и строения отложений, а также с учётом их приуроченности к определенным элементам рельефа [4].

На Полигоне были установлены следующие типы отложений: отложения водного ряда (аллювий, пролювий, лимний, полустрий и делювий), отложения гравитационного ряда (коллювий, десерпций, дефлюкций, деляпсий), а также элювий – перемещённые образования кор выветривания.

Аллювий развит на поверхностях высоких цокольных террас Енисея, а также по долинам современных водотоков. Из террас р. Енисей на участке установлены VI, VII, VIII террасы. Возраст VII и VIII террас, в соответствии с серийной легендой – ранне-среднеплейстоценовый, VIII террасы – эоплейстоценовый. Строение разреза террасового аллювия на всех перечисленных уровнях однотипно. Отложения представлены в низах разреза каждой террасы галечниками (иногда с валунами), а верхних частях – горизонтально-слоистыми суглинками и супесями. В гальке и валунах представлены жильный кварц, вулканические, метаморфические и интрузивные породы различного состава. Русловой и пойменный аллювий современных водотоков развит по долинам ручьёв, пересекающих террасы и глубоко врезанных в них. Состав его различен на разных участках

долин. На участках с быстрым течением материал более грубый (гравийно-галечный), с медленным – песчано-иловатый, тонкий. Возраст этих отложений поздний неоплейстоцен – голоцен. На отдельных участках долины р. Собакина и лога Пещерного выявлены небольшие останцы молодых террас (высотой до 6 м над урезом воды). Осадки этих террас представлены супесями и суглинками с нечёткой горизонтальной слоистостью. Возраст их, согласно серийной легенде – аккемский горизонт позднего неоплейстоцена.

Пролувиальный выстилает днища сухих логов и слагает конусы выноса. Отложения представлены плохо сортированными суглинками и супесями со щебнем и слабо окатанным гравием. Характерна грубая неправильная слоистость, выраженная в изменении содержания псефитового материала от первых процентов до 40 % объёма. На участках, где временные потоки перемывают террасовые отложения, псефитовый материал представлен хорошо окатанной галькой. Границы между слоями в одних случаях резкие, в том числе с глубокими (до 0,5 м) «карманами», в других же – наблюдается постепенная смена гранулометрического состава от слоя к слою. Возраст пролювиальных отложений участка определяется в интервале от позднего неоплейстоцена до голоцена.

Лимний на участке представлен только отложениями искусственных водоёмов (прудов). Он сложен накапливающимися на дне прудов сапропелевыми илами с тонкой горизонтальной слоистостью, часто содержащими примесь бытового мусора. Полюстрий накапливается локально по заболоченным днищам долин малых современных водоёмов, преимущественно в их верховьях. Это неслоистые осадки, в большом количестве содержащие неразложившийся растительный материал, нередко с запахом сероводорода. И лимний, и полюстрий Полигона относятся к голоценовым отложениям.

Элювий – продукты разрушения коренных горных пород, залегающих на месте своего образования. Он тонким слоем покрывает пологие вершины и водоразделы; представлен дресвой и щебнем, залегающими обычно непосредственно под слоем дёрна. Состав обломочного материала аналогичен составу нижележащих коренных пород. Возраст элювия эоплейстоцен – голоценовый.

Склоновые отложения представлены несколькими типами. Коллювий – обвальные и осыпные отложения – сложен щебнем и глыбами. Он развит на крутых и сухих склонах (в основном уступах высоких террас). Десерпций – несортированный щебнистый материал на склонах средней крутизны, сползающий под действием температурных перепадов; он развит преимущественно на открытых склонах южной экспозиции. Дефлюкций – продукт медленного пластичного оползания сильно увлажнённых глинистых, суглинистых и щебнисто-суглинистых грунтов – покрывает, главным образом, северные склоны гряды Долгая грива и сильно заросшие, затенённые склоны молодых глубоко врезанных логов. По нашим наблюдениям, в современных условиях дефлюкционные процессы активизируются весной, после таяния снега. Делювий – продукт смыва дождевыми и тальными водами – представлен тонкими осадками существенно глинистого состава, развитыми преимущественно в нижних частях и у подножья склонов средней крутизны. В ряде случаев отмечается, что на одних и тех же участках делювиальный перенос сочетается и чередуется то с дефлюкционным, то с десерпционным. Данных для их расчленения пока недостаточно. На небольших участках крутых и сильно увлажнённых склонов развит деляпсий – отложения современных оползней. Возраст комплекса склоновых отложений на разных участках территории Полигона различен, и колеблется от эоплейстоценового до современного, в зависимости от возраста склонов, которые эти отложения покрывают.

Результаты выполненных исследований отражены на составленной нами карте четвертичных отложений Полигона «Долгая грива» масштаба 1:25 000, которая, по мере получения новых данных, будет уточняться и совершенствоваться. Необходимо будет уточнить вещественный состав отложений на участках, где степень изученности пока недостаточна, границы распространения различных генетических типов осадков. По возможности будет проведено их более детальное расчленение (на тех участках, где показаны нерасчленённые отложения нескольких типов).

Составленная нами карта может быть использована для изучения связей между составом четвертичных отложений и различными особенностями других компонентов природного комплекса Полигона – в частности, почв и растительности. Составленный макет карты уже передан почвоведом Красноярского государственного аграрного университета и используется ими для анализа закономерностей распространения различных типов почв на Полигоне. Составленная нами карта может оказаться полезной и для археологов.

#### Литература

1. Батин Ю.С. Геологическое строение цоколя высоких террас Енисея на полигоне ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая Грива». Материалы всероссийской конференции «География и геоэкология Сибири». – Красноярск: КГПУ, 2008. – С. 212 – 216.
2. Лаухин С.А. Геолого-геоморфологическая характеристика // Палеолит Енисея. Лиственка. – Красноярск: КГПУ, 2005. – С. 8 – 19.
3. Махлаев, М.Л., Неустроева М.В., Демьяненко Т.Н. Проект создания учебно-научного полигона ландшафтно-экологического мониторинга в пригородной зоне Красноярска // Проблемы современной аграрной науки. Материалы международной заочной научной конференции. – Красноярск, 2006. – С. 104 – 106.
4. Методическое руководство по изучению и геологической съёмке четвертичных отложений / Агаджанян А.К., Борисов Б.А., Брайцева О.А. и др. – Л.: «Недра», 1987 – 302 с.
5. Чеха В.П. Палеогеография стоянки // Палеолит Енисея. Лиственка. – Красноярск: КГПУ, 2005. – С. 22 – 30.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И БИТУМИНОЗНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮРСКИХ И МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УСТЬ-ТЫМСКОЙ ВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)****М.М. Кириллова**

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

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

Объектом исследования данной работы являются перспективные на нефть скважины Киев-Еганского месторождения Усть-Тымской впадины Томской области. Целью работы является выявление коллекторов нефти и газа и установление их приуроченности к определенным условиям осадконакопления. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: описание kernового материала скважин; составление литологических колонок; выявление палеогеографических условий осадконакопления; изучение битуминозности отложений. Были применены методы: литолого-петрографический; литолого-фациальный; люминесцентно-микроскопический.

Усть-Тымская впадина расположена в северной части Томской области, мало исследована, но весьма перспективна для проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ. Поэтому для успешного прогнозирования природных коллекторов нефти и газа необходимы седиментологические исследования, позволяющие объяснить процесс накопления осадков во времени и пространстве [3].

По результатам исследований kernового материала скважин (Скв. 1, 2, 3) выявлено пять генетических комплексов: озерный (континентальная группа), дельтовый, прибрежно-континентальный (переходная группа), прибрежно-морской и мелководно-морской (морская группа). В основу седиментологического анализа положено изучение осадочных пород с определенными текстурно-структурными признаками, которые отражают конкретные физико-географические условия образования осадков. При выделении фаций за основу принимается ведущий тип динамики среды, доминирующий на фоне какого-либо ландшафта [2]. Особое значение уделено текстурному признаку пород, отражающему механизм формирования породы [1].

На изучаемой территории происходила смена от континентальных условий осадконакопления через переходные к морским, что прослеживается по изученному kernовому материалу и литологическим колонкам. Снизу вверх по разрезу представлены **озерные фации**, где можно выделить **фации центральной части озера** и **фации прибрежной части озера**. Фации центральной части озера представлены аргиллитами и мелкозернистыми алевролитами с линзовидной, волнистой, линзовидной слоистостью, обусловленной намывами углисто-глинистого материала (УГМ). Слоистость нарушена следами перемыва осадков. В породах много растительного детрита, а также встречены углефицированные ветки, диафрагмы хвощеподобных, отпечатки папоротника (*Coniopteris*), вертикально стоящие корни растений. Фации прибрежной части озера более грубозернистые, они сложены крупнозернистыми алевролитами и песчаниками мелко- и среднезернистыми. В них наблюдаются те же текстурные особенности, в то время как растительный детрит практически отсутствует.

Переходная группа фаций представлена **дельтовыми фациями** и отложениями **маршей**. Марши представляли собой прибрежные равнины, располагавшиеся между флювиальными рукавами, затапливаемые в периоды сильных паводков и подверженные заболачиванию. Дельтовые фации сложены аргиллитом-алевролитовыми осадками с намывами песка и песчаниками. В породах отмечается волнистая, линзовидная, наклонная слоистость, местами нарушенная активным перемывом осадков. Дельтовые осадки через переслаивание переходят в отложения маршей. Отложения маршей представлены преимущественно аргиллитами и мелкозернистыми алевролитами с прослоями углей, в которых отмечается горизонтальная, волнистая, линзовидная, наклонная слоистость со следами взмучивания осадка. В большом количестве встречен растительный детрит и веточки растений, характерно наличие конкреций пирита и сидерита. Среди отложений маршей встречены алевроито-песчаные тела, формирующиеся в субобстановке **приустьевых баров**, вблизи обращенных к морю границ русел дельтовых рукавов. Горизонтальная и линзовидно-волнистая слоистость этих отложений часто нарушена следами биотурбации, также встречены вертикальные ходы пескожилов.

Фацию **вдольбереговых баров** слагают песчаники от мелко- до крупнозернистых с косой слоистостью, горизонтальной и прерывистой, подчеркнутой слюдисто-углисто-глинистым материалом (СУГМ). Причем сначала шло формирование регрессивного бара (увеличение размера зерен вверх по разрезу), а затем трансгрессивного (размеры зерен уменьшаются вверх по разрезу). Между растущим баром и берегом образуется береговая промоина, переходящая в забаровую лагуну. Отложения **фации вдольбереговых промоин** представлены переслаиваниями аргиллита и алевролита с примесью песчаника. Отмечаются следы взмучивания, переотложения и биотурбации осадка, вертикальные ходы илоедов, высыпки мелкого пирита.

В верхней части разреза преобладают **мелководно-морские фации**, на что указывает появление зеленого оттенка в породах за счет глауконита. В шельфовых зонах преимущественно накапливались терригенные породы, представленные песчаными, алевроитовыми и глинистыми осадками. Для этих отложений характерно взмучивание осадка, хорошая сортировка материала и следы перемыва и размывов. Фация зоны подвижного мелководья представлена серыми с зеленоватым оттенком кварц-полевошпатовыми песчаниками и алевролитами. В породах наблюдается горизонтальная, пологоволнистая, наклонная слоистость со следами биотурбации и взмучивания осадка, также наблюдаются интракласты кальцитового материала. Отложения наиболее удаленной от побережья части бассейна представлены преимущественно массивными аргиллитами и алевролитами со следами взмучивания осадка.

Результаты микроскопического изучения битуминозности пород скв. Киев-Еганская-3

N/N	Глубина, м	Название породы	Содержание битумоидов	Тип битумоидов	Характер свечения
1	3433,86	песчаник среднезернистый	0,04-0,06	маслянисто-смолистый, маслянистый, смолисто-асфальтеновый	светло-желто-бурое, желтое, темно-коричневое
2	3434,92	песчаник среднекрупнозернистый	0,04	маслянисто-смолистый, маслянистый, смолисто-асфальтеновый	светло-желто-бурое, желтое, темно-коричневое
3	3436,26	песчаник крупно-среднезернистый	0,06	от смолисто-асфальтенового до легкого. Преобладает маслянисто-смолистый	от темно-буро-желтого до голубого. Преобладает желто-бурое
4	3438,36	песчаник среднекрупнозернистый	0,06	преобладает маслянистый	желтое
5	3439,67	песчаник мелко-среднезернистый	0,06	преобладает маслянистый	желтое
6	3440,57	песчаник среднезернистый	0,02	окисленные битумы	черное
7	3441,76	аргиллит интенсивно кальцитизированный	0,03-0,04	битумы в трещинах	черное
8	3449,98	алевролит с УРД	0,02	окисленные битумы	черное
9	3450,62	песчаник мелкозернистый, с пиритом и сидеритом	0,04	маслянисто-смолистый, маслянистый	буроватое, ярко-желтое
10	3453,5	песчаник среднекрупнозернистый, плотный	0,04	маслянисто-смолистый, маслянистый	буроватое, ярко-желтое
11	3460,05	песчаник среднекрупнозернистый, с хлоритом	0,04	маслянисто-смолистый	светло-желто-бурое
12	3464,27	песчаник мелко- тонкозернистый, пористый	0,03	маслянисто-смолистый	светло-желто-бурое

Разрез заканчивается предположительно меловыми отложениями континентального генезиса. Они представлены песчаниками мелко-, средне-, крупнозернистыми на глинистом цементе, с тонкораспыленными включениями углистого материала, слагающего прерывистые слойки малой мощности.

Для исследования битуминозности отложений скважины было отобрано 12 образцов с явным запахом углеводородов (УВ) (см. табл.). При помощи люминесцентно-микроскопического метода установлено, что максимальное количество эпибитумоидов находится в породах, сформировавшихся в фации вдольбереговых валов. Причем к смене регрессивного бара на трансгрессивный приурочено максимальное количество битумоидов - до 0,06 % с маслянистым и маслянисто-смолистым составом, приуроченных преимущественно к карбонатно-гидрослюдистому цементу и поровому пространству. Таким образом, в качестве перспективных коллекторов нефти и газа можно рекомендовать алеврито-песчаные тела, сформировавшиеся в обстановке вдольбереговых баров, содержание битумоидов в которых составляет от 0,04 до 0,06 %.

#### Литература

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине "Литология". Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Ежова А.В. Литология: учебник / А.В. Ежова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 336 с.
3. Чернова О.С. Палеогеографические условия формирования верхнеюрских отложений Усть-Тымской впадины (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – 2010. Т. 316 – № 1. – С. 72 – 79.

## СОСТАВ И СТРОЕНИЕ НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКОГО ТИГЕРТЫШСКОГО ГРАНИТОИДНОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

А.В. Князева

Научный руководитель старший преподаватель А.Д. Котельников  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Комплекс был выделен в 1934 г. Б.А. Тимофеевским как Улень-туимский, представленный тремя фазами внедрения. Как Тигертышский он был описан А.Л. Додиним. Позднее его детально охарактеризовал Ю.А. Кузнецов под названием Улень-туимского комплекса формации гранитоидных батолитов «пестрого» состава [1]. Вопросы валидности комплекса, определения его объема, возраста, формационной принадлежности и металлогении продолжают оставаться дискуссионными. Он очень широко развит на восточном склоне Кузнецкого Алатау, где представлен крупными полихронными батолитами (Белоюско-Туимский, Тигертышский, Уйбатский, Саксырский), занимающими огромные площади.

В настоящее время в соответствии со схемами магматизма Западно-Сибирского петросвета (1985, 1987) и Серийной легендой Минусинской серии в составе комплекса выделяются две фазы внедрения гранитоидов. Такое положение возникло в связи с тем, что габбро-диориты, изначально выделявшиеся в качестве первой фазы чаще связаны постепенными переходами с биотитовыми и биотит-роговообманковыми гранитами и гранодиоритами с характерными порфиробластами микролина размером от 0,5 до 7 см. Резкие интрузивные контакты установлены только с габброидами Когтахского комплекса, ксенолиты которого нередки в приконтактных частях и лейкогранитными штоками и дайками второй фазы.

Главная фаза представлена меланогранитами и амфибол-биотитовыми обычно порфирированными гранодиоритами; реже кварцевыми диоритами и диоритами, в отдельных случаях отмечаются роговообманковые габбро. По данным В.Л. Хомичёва на их долю приходится не менее 73 % всех пород комплекса [3]. Иногда в состав 1-й фазы в качестве гибридных образований включают умеренно-щелочные разновидности – монцодиориты, кварцевые монцодиориты и т.п. Этот вопрос требует дополнительного изучения, поскольку щелочной уклон в данном регионе характерен для образований Когтахского габбро-монцодиорит-сиенитового комплекса среднего кембрия и даек и малых интрузий Юлинского сиенит-граносиенитового комплекса ордовикского(?) возраста.

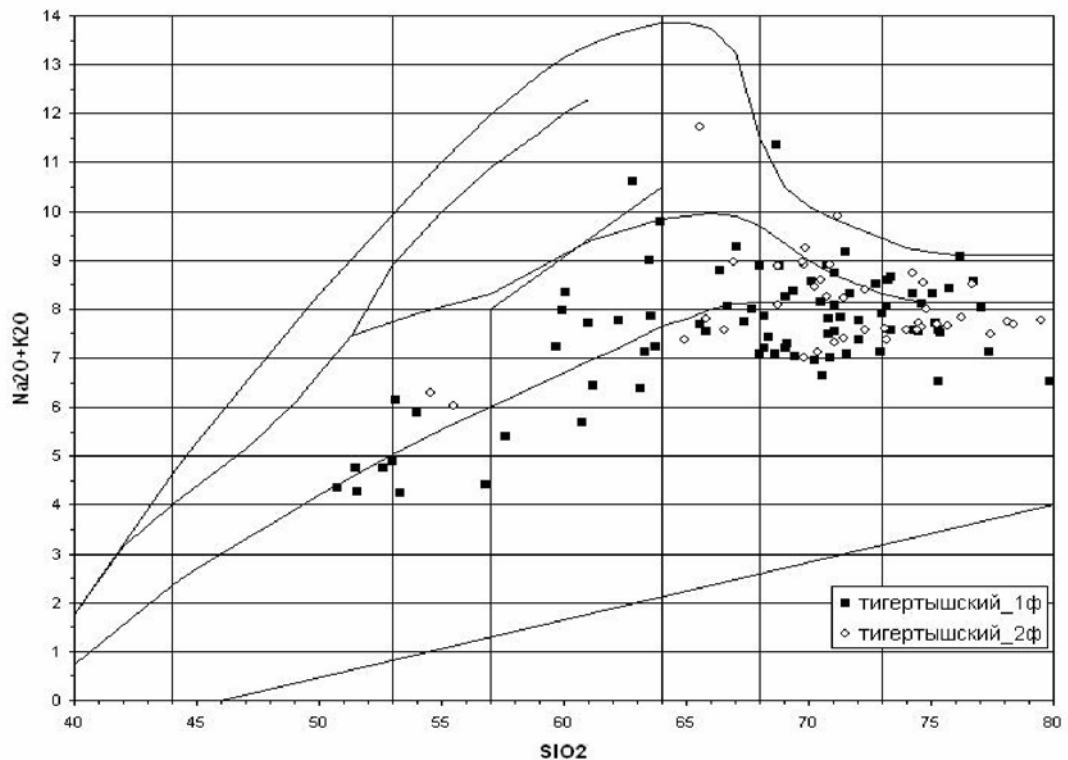


Рис. TAS-диаграмма пород Тигертышского комплекса

Вторая фаза представлена интрузиями лейкогранитов, образующих мелкие штоки, рои даек и каркасные интрузии состоит из гранитов и биотитовых, амфибол-биотитовых чаще порфирированных лейкогранитов, а также даек спессартитов, гранодиорит-порфиров, микрогранитов. Именно с лейкогранитами второй фазы, которые ещё известны как «Сорский комплекс» или «Каркасная интрузия», В.Л. Хомичёв [2] связывает промышленное медно-молибденовое оруденение штокверкового типа в Кузнецком Алатау. Обращает на себя внимание тот факт, что «Сорская интрузия» лейкогранитов, которую ряд исследователей считают типичным представителем

лейкогранитной фазы, заметно отличается от остальных проявлений лейкогранитов Тигертышского комплекса повышенной щёлочностью. На наш взгляд это связано с пространственным сопряжением Тигертышских лейкогранитов и мелких тел граносиенитов и кварцевых сиенитов Юлинского комплекса. Сложная тектоническая обстановка не позволяет в некоторых случаях достоверно откартировать эти разновозрастные образования.

Породы первой фазы принадлежат к группе умеренно кислых пород нормальной и повышенной основности, являющихся производными известково-щелочной петрохимической серии. Основными их особенностями являются постоянно высокая глинозёмистость, умеренная фемичность. Лейкограниты второй фазы отличаются повышенными содержаниями свободного кремнезёма и калия. Содержания в них оксидов алюминия, железа, магния, кальция, титана резко снижены. Содержания элементов-примесей в Тигертышских гранитоидах: меди, молибдена, вольфрама, свинца, цинка, циркония, ниобия, бора, стронция выше кларка в 1,5-2 раза; ниже кларка содержания рубидия и тория (рис.).

Металлогения гранитоидов Тигертышского комплекса определяется парагенетической связью с ними ряда вольфрам-молибденовых проявлений кварцево-жильного типа (Сатхинская группа месторождений, г. Молния), медно-молибденового рудопоявления Брусничный плес, которое, по данным В.И. Цапенко и Е.С. Единцева, относится к типу минерализованных скарноидов, золоторудных проявлений Черная Гора, Поднебесное.

Вопрос о возрасте Тигертышских гранитоидов в настоящее время однозначно не решен. Общепризнано, что они прорывают все известные в регионе стратифицированные и интрузивные образования рифея, венда, нижнего и среднего кембрия, исключая гранитоиды Мартайгинского комплекса. Верхний их возрастной предел определяется секущими взаимоотношениями с интрузиями Юлинского комплекса, который датируется условно средним-поздним ордовиком. Галька Тигертышских гранитов содержится в базальных конгломератах нижнего девона.

В ходе работ Геологической экспедиции научно-исследовательской лаборатории геокарт Томского государственного университета в 2010 г. были отобраны и проанализированы пробы из первой фазы Тигертышского комплекса. Проведено U-Pb изотопное датирование по единичным зёрнам акцессорного магматического циркона на ионном микрозонде (SHRIMP-II) в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского (г. Санкт-Петербург). По данным А.Д. Котельникова конкордантный возраст соответствует верхам позднего кембрия по международной шкале (табл.).

Таблица

Датировки первой фазы Тигертышского комплекса (2010 г.)

№ п/п	Место отбора,	Порода	Абсолютный возраст
	комплекс		
1	Ясная Поляна, тигертышский комплекс (1 ф.)	Умеренно-щелочной гранит (двуполевошпатовый)	$T = 493 \pm 8$ млн. лет (7); $415 \pm 10$ млн. лет (3)
2	Верховья р. Правая Томь, тигертышский комплекс (1 ф.)	Плагиигранит	$T = 495 \pm 9$ млн. лет

#### Литература

- Кузнецов Ю.А., Богнибов В.И., Дистанова А.Н., Сергеева Е.С. Раннепалеозойская гранитоидная формация Кузнецкого Алатау. – М.: «Наука», 1971. – 352 с.
- Хомичев и др. Характер связи медно-молибденового оруденения с тигертышским гранитоидным комплексом на восточном склоне Кузнецкого Алатау // Магматизм и металлогения Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: СНИИГиМС, 1971. – С. 161 – 164.
- Хомичев В.Л. О трех формационных типах гранитоидов Кузнецкого Алатау // Новые данные к обоснованию региональных магматических схем Алтае-Саянской складчатой области (Краткие тезисы к третьей конференции по магматизму и металлогении АССО). – Новосибирск: 1972. С. 17 - 21.

### ГЕОТЕРМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГИБА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.А. Кох

Научный руководитель доцент Д.А. Новиков

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Геотермические условия недр являются одним из важнейших факторов, определяющих течение процессов преобразования ОВ, газо- и нефтеобразования, формирования и сохранения залежей УВ, контролирующей растворимость УВ в воде, фазовые переходы в углеводородных системах и т.д. [3].

Район исследований является весьма интересным в связи с ростом интереса к этим территориям крупных недропользователей и органов государственной власти как к потенциальным районам наращивания ресурсной базы углеводородов.

Нами впервые были обобщены все имеющиеся геотермические материалы (опубликованные и фондовые) по изучаемому региону, что позволило произвести геотермическое районирование. При формировании базы данных проведена работа по разбраковке имеющихся фактических материалов, оцифрованы и проинтерпретированы термометрии разного качества по 16 глубоким скважинам, рассчитаны геотермические параметры, проанализированы 29 точечных замеров пластовых температур по 12 площадям.

Дополнительно, в исследуемом районе были проведены работы по оценке мощности многолетнемерзлых пород (ММП), которая варьирует от 400 до 700 м и более (на Владимирской площади до 800 м). ММП развиты на всей территории бассейна и оказывают существенное влияние на температурный режим осадочных пород и залежей УВ.

Район изучения имеет дифференцированно построенное геотермическое поле, что позволило нам произвести районирование этой территории по имеющимся данным. Анализ геотермических материалов показал, что значения пластовых температур хорошо вписываются в степенную и линейную функции с коэффициентом корреляции 0,93 и 0,89 соответственно (рис. а).

Первоначально по точечным замерам пластовых температур были выявлены четыре типа вертикальной зональности, характеризующиеся разным распределением пластовых температур в пределах вскрытой бурением части геологического разреза (рис. б). Первые три типа, связанные с региональной зоной разломов и с положительными тектоническими структурами первого и второго порядка (Балахнинский и Рассохинский наклонные мегавалы), объединены в одну геотермическую зону - I (рис. в).

Для IV типа вертикальной геотермической зональности было всего 5 точечных замеров пластовых температур (Южно-Суодемская, Южно-Тигянская, Костроминская и Улаханская площади). Он характеризует зону пониженных градиентов, связанных с осадочным чехлом прилегающих районов Сибирской платформы и прибортовой зоны с малой мощностью мезозойского чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба (зона II на рис. 1в). Зона III выделена как промежуточная и носит переходный характер между зонами I и II, с соответствующими характеристиками геотермического разреза.

Описанные выше три геотермические зоны характеризуют осадочный чехол Енисей-Хатангского регионального прогиба. Для геотермического районирования восточной части территории мы использовали карту геотермических градиентов В.И. Вожова (1987 г). Неоднородность геотемпературного поля в общих чертах соответствует основным надпорядковым структурам, выделяются зоны и области с разными геотермическими характеристиками разреза. Положительные аномалии с величиной геотермического градиента больше 2<sup>0</sup>С/100м обусловлены конвективным теплопереносом по раздробленным и трещиноватым зонам разрывных нарушений осадочного чехла и фундамента [1].

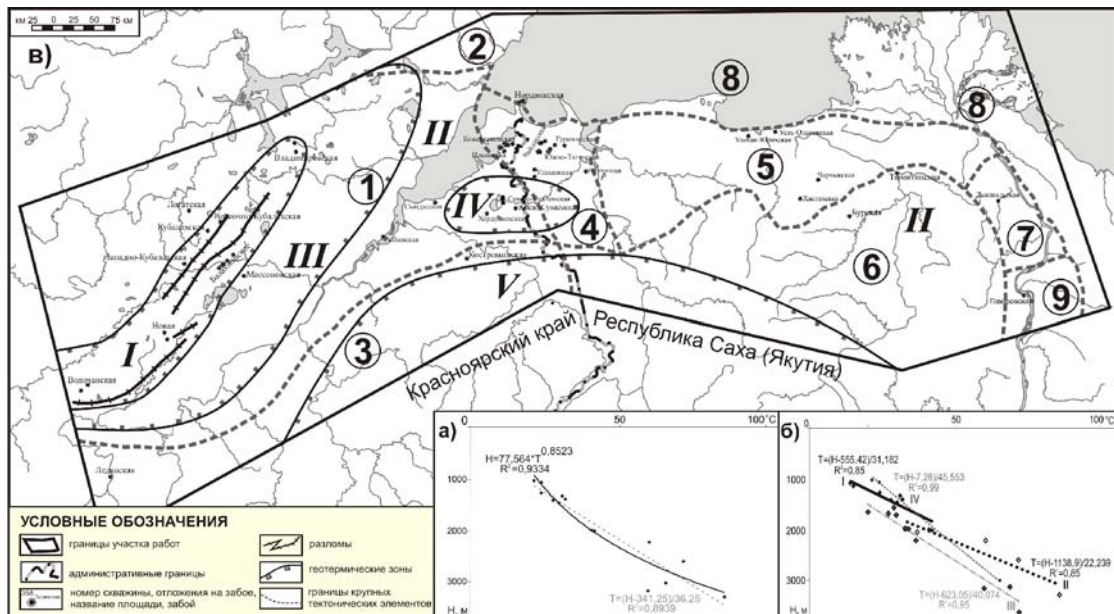


Рис. а) Точечные замеры Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП); б) Типы вертикальной гидрогеотермической зональности в пределах ЕХРП; в) Схема геотермического районирования Енисей-Хатангского регионального прогиба и Анабаро-Хатангской зоны

**Крупные тектонические элементы:** 1 - Енисей-Хатангский региональный прогиб, 2 - Южно-Таймырская складчатая область, 3 - северный склон Курейской синеклизы, 4 - Анабаро-Хатангская седловина, 5 - Лено-Анабарский прогиб, 6 - Оленекское поднятие, 7 - Атырканская седловина, 8 - Верхоянская складчатая область, 9 - Предверхоянский прогиб

С учетом точечных замеров Южно-Суодемской и Южно-Тигянской площадей, расположенных на Анабаро-Хатангской седловине и карты геотемпературного поля Сибирской платформы можно выделить локальную зону IV – со средним геотермическим градиентом больше 2<sup>0</sup>С/100м. В районе южного склона

Курейской синеклизы и Оленекского поднятия выделена V зона (с более низкими значениями геотермических градиентов, чем для II зоны), с уменьшающимся геотермическим градиентом к структурам Анабарского щита. В разрезе Лено-Анабарского прогиба и Атырканской седловины, мы, можем предположить значения геотермических градиентов в пределах  $1,5 - 2^{\circ}\text{C}/100 \text{ м}$ , и, таким образом, отнести эту территорию к зоне II.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-05-00442) и гранта Лаврентьевского конкурса молодежных проектов СО РАН.

#### Литература

1. Вожов В. И. Гидрогеологические условия месторождений нефти и газа Сибирской платформы. – М.: «Недра», 1987. – 204 с.
2. Дьяконов Д.И. Геотермия в нефтяной геологии. М: «Гостоптехиздат», 1958, с. 277;
3. Ильина Е.В., Ходькова И.А. Значение геотермических показателей для нефтепоисковой гидрогеологии. – В кн.: Нефтепоисковые гидрогеологические критерии. Л.: «Недра», Труды ВНИГРИ, 1969, с.48-69;
4. Кругликов Н.М., Нелюбин В.В., Яковлева О.Н. Гидрогеология Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна и особенности формирования залежей углеводородов. Л: ВНИГРИ, 1985, с.363;
5. Кутас Р.И. Распределение температур в земной коре и роль осадочного слоя в формировании геотермического режима. – «Геофиз. сборник», вып.1, Киев: «Наукова думка», 1965, с.3-10;
6. Позин Л.З. Дифференциальная термометрия нефтяных и газовых скважин. М.: «Недра», 1964, с.114;

### ОТПЕЧАТКИ ПАЛЕОФЛОРЫ СРЕДНЕГО КАРБОНА В ОКРЕСТНОСТЯХ П. СОВЕТСКАЯ ХАКАСИЯ

Д.Г. Маликов

Научный руководитель старший преподаватель В.М. Ермаков

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия

Местонахождение находится в 8 км южнее п. Советская Хакасия Боградского района РХ в северной, прибрежной, части заповедника Оглахты, на берегу Красноярского водохранилища ( $54^{\circ}04'05''$  с.ш.  $91^{\circ}33'82''$  в.д.). Отложения представлены красно-лиловыми песчаниками возраст которых (по имеющейся геологической информации - геологическая карта 1: 200 000 с пояснительной запиской) нижнекаменноугольный, турнейский ярус, алтайская свита – *S<sub>1</sub>tal*. Поскольку коренное обозначение оказалось сильно сценментированным и не пригодным для сбора окаменелостей непосредственно в нём, были проведены единичные сборы в осыпях данных отложений [2]. При этом на глыбах (от нескольких десятков сантиметров до 2-3 метров) были обнаружены многочисленные отпечатки палеофлоры, представленной частями растений и растительным детритом, расположенные на поверхностях слоистостей.

Было обнаружено 5 образцов с отпечатками, различных размеров, 3 из которых были взяты для исследования. В 4 образцах наблюдаются отпечатки частей растений и растительного детрита, длина частиц от нескольких миллиметров до 15 сантиметров.

Два взятых образца, методом определения в открытой номенклатуре, получилось отнести к растениям типа Членистостебельные (*Sphenopsida*). Принадлежность к данному типу не вызывает сомнений, поскольку в морфологии чётко прослеживается членистая структура характерная только для данного типа растений [1]. По прочим морфологическим признакам их можно отнести к двум порядкам: либо Каламитовым (*Calamitales*), либо к Псевдоборинеевым (*Pseudoborniales*). Однако, на данный момент, точно определить порядок не возможно, поскольку по возрасту отложений отпечатки можно отнести к - *Calamites* (*Calamitina*) *cf. sachsei* Stur., но морфологически они гораздо ближе к - *Pseudobornia cf. ursina* Nathorst. Вследствие чего необходимо сделать более детальное изучение и определение данных образцов.

Третий образец, систематическая принадлежность которого не ясна, был отправлен на определение в Новосибирский Государственный Университет. Отпечаток имеет ланцетовидную форму, длина отпечатка составляет 43 см., ширина, в самом широком месте 6,5 см., равномерно сужается на большей части своей длины, и на расстоянии 8,5 см. от кончика размер составляет 4,5 см., далее идёт резкое сужение с одной стороны, со слегка закруглённым кончиком. Ширина в поперечном сечении больше толщины в 8 раз. По центру отпечатка имеется направленная стержневая структура, в точности повторяющая форму самого отпечатка, но отличающаяся от него по цвету и текстуре. По контуру отпечатка имеются тонкие (до 0,5 мм.) линии более тёмного цвета, по сравнению с отпечатком и вмещающей породой, в точности повторяющие очертание отпечатка. Данный образец вызвал разногласия относительно своей природы, возникло два варианта относительно его систематики: 1) это растения относящиеся к псилофитовым - *Taeniocrada cf. decheniana* (Goep.); 2) это отпечаток белемнита - *Belemnitida sp.*, полностью вымерший отряд головоногих моллюсков. Однако, в связи с невозможностью визуального определения, на данный момент это только предположения.

Актуальность данной работы заключается в том, что информация по образцам может помочь уточнить стратиграфию данного района. Если подтвердится что в образцах отпечатки *Pseudobornia cf. ursina* Nathorst, т. к. они отмечались исключительно в верхнем девоне, то и возраст этих отложений можно будет считать верхнедевонским. Возможно появится новая информация относительно другого возраста данных организмов. Продолжение исследований в этом направлении могут способствовать повышению экологической культуры населения и могут стать основой для проведения в этом районе палеоэкскурсий и создания памятника природы, учитывая близкое расположение палеофауны (брахиоподы, палеокорраллы), а также Копковского обвала.



Литература

1. Барсков И. С., Кузнецова Т. В, Янин Б. Т. Палеонтологические описания и номенклатура. Учебное пособие. – М.: МГУ, 2004. - 94 с.
2. Методика палеонтологических исследований / Под ред. Д.П. Найдина. – М.: Мир, 1973. – 392с.

**РАННЕКАЗАНСКИЕ БРАХИОПОДЫ ПРИКАЗАНСКОГО РАЙОНА**

**Д.Н. Мифтахутдинова**

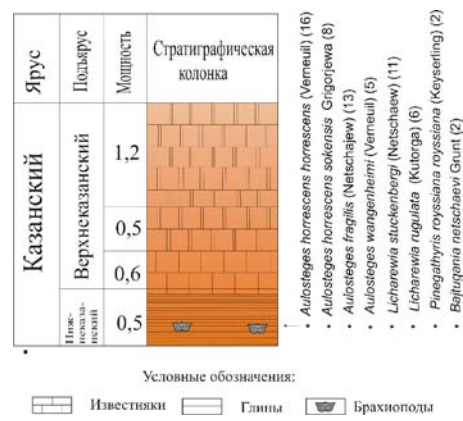
Научный руководитель доцент Г.М. Сунгатуллина

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

Отложения нижнеказанского подъяруса в Приказанском районе обычно скрыты под водой и недоступны для непосредственного изучения. Во время летнего полевого сезона 2010 г., когда из-за аномальной жары уровень р. Волга резко упал, автору представилась уникальная возможность собрать для исследования коллекцию раннеказанских брахиопод из обнажения, расположенного на правом берегу Волги в районе с. Печищи (рис. 1). Здесь в темно-серых глинах обнаружены многочисленные раковины различной степени сохранности. Всего отобрано около ста экземпляров брахиопод, изучены их систематический состав, строение и микроструктура. В результате проведенного исследования получены следующие результаты.

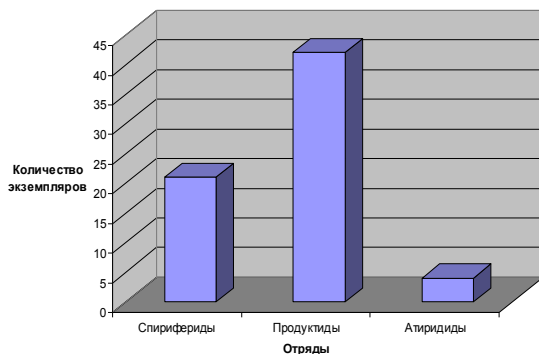


**Рис. 1** Схема расположения изученного обнажения

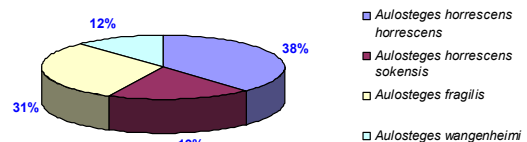


**Рис. 2** Брахиоподы нижнеказанского подъяруса (в скобках указано количество экземпляров)

Определено восемь видов брахиопод, относящихся в четырем родам (рис. 2) и трем отрядам. Преобладают представители отряда Productida (рис. 3). Они имеют небольшие размеры (средняя длина раковины – 31 мм, ширина – 24 мм, толщина – 15 мм), тонкие, хрупкие раковины, поэтому в породе встречаются массовые скопления их обломков и фрагменты игл. В сообществе продуктид доминируют *Aulosteges horrescens horrescens* (Verneuil) и *Aulosteges fragilis* (Netschajew). Совместно с ними встречаются более редкие экземпляры видов *Aulosteges horrescens sokensis* Grigorjewa и *Aulosteges wangenheimi* (Verneuil) (рис. 4) [2].



**Рис. 3** Соотношение количества экземпляров брахиопод различных отрядов



**Рис. 4** Соотношение видов продуктид в изученных разреза

Брахиоподы отряда Spiriferida обладают довольно крупными (средняя длина раковины – 39 мм, ширина – 50 мм, толщина – 20 мм), массивными, прочными раковинами хорошей сохранности. Преобладают *Licharewia stuckenbergi* (Netschaew), наряду с ними присутствуют *Licharewia rugulata* (Kutorga).

Доля атриридыд в составе комплекса брахиопод невелика, они представлены единичными экземплярами *Pinegathyris royssiana royssiana* (Keyserling) и *Bajtuqania netschaevi* Grunt.

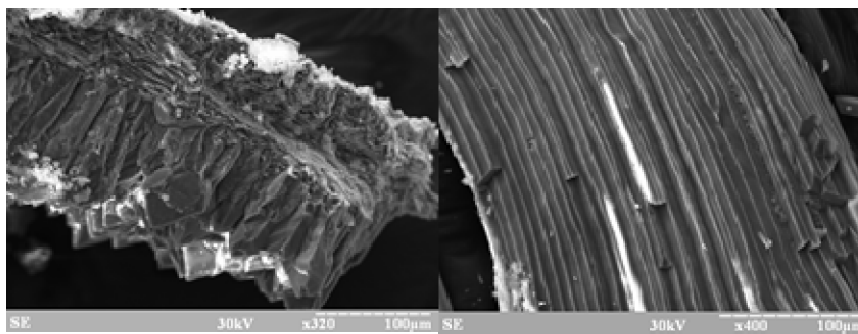


Рис. 5 Поперечное (слева) и продольное (справа) сечение стенок раковин брахиопод

Для изучения микроструктуры брахиопод изготовлены различно ориентированные шлифы, также получены свежие сколы раковин и начато их исследование с помощью электронного сканирующего микроскопа. Данный материал находится в процессе обработки, пока получены предварительные результаты по строению стенки раковин, которая состоит из двух слоев: более тонкого наружного и утолщенного внутреннего, образованного кристаллами кальцита (рис. 5). В пределах Приказанского района аналогичное исследование данной группы фауны с использованием современного оборудования проведено впервые. Оно является скромным вкладом автора в дело изучения казанских брахиопод, широко используемых при стратификации и корреляции разрезов [1].

#### Литература

1. Болтаева В.П. Брахиоподы казанского яруса: история изучения и биостратиграфическая приуроченность // Материалы Всероссийской научной конференции «Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография». – Казань, 2007. – с. 29 – 31.
2. Григорьева А.Д. Продуктиды казанского яруса Русской платформы и условия их существования: Тр. ПИН АН СССР Т. 92. – М.: Наука, 1962, 96 с.

### ЛИТОЛОГО–ФАЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И БИТУМИНОЗНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ СКВАЖИНЫ ВОСТОЧНАЯ-2

С.Е. Мишуков

Научный руководитель доцент М.И. Шамина.

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

При оценке перспектив нефтегазоносности большое значение имеет изучение литолого-фациальных особенностей и битуминозности отложений. Для определения фациальных обстановок в лабораторных условиях петрографо-литологическими методами изучались текстурно-структурные особенности пород, их состав и окраска.

Скважина Восточная-2 находится в Хатангском Районе Восточной Сибири. В процессе исследований изучено 97 образцов керна и 80 шлифов, литологическими и люминесцентно-микроскопическими методами. Скважиной вскрыты отложения триаса и палеозоя, представленные породами мантуровской ( $D_2mn$ ), юктинской ( $D_2jk$ ), нахохозской ( $D_3nk$ ), каларгонской ( $D_3kl$ ), тунгусской ( $C_2-P_2tg$ ), ивакинской ( $P_3jv$ ), гудчихинской ( $T_1gd$ ), туклонской ( $T_1tk$ ) и надеждинской ( $T_1nd$ ) свит.

Породы мантуровской свиты изучены в интервале 1168,5-1184,0 м и представлены доломитами и алевролитами, в которых отмечаются прослойки аргиллитов и маломощные, пластовые тела долеритов. Для формирования отложений мантуровской свиты характерны мелководно-морские фациальные обстановки, сменяющиеся на переходные. Диагенез осадка проходил в восстановительной обстановке, на отдельных участках отмечается значительное накопление  $C_{орг}$  до 1,5 %.

Отложения юктинской свиты (инт. 1093,1-1167,7 м) представлены переслаиванием ангидритов, известняков, доломитов и долеритов, среди которых преобладают ангидритизированные битуминозные доломиты. При формировании отложений свиты господствовали прибрежно-морские и мелководные ландшафтные обстановки. Это подтверждается составом отложения свиты, содержанием в породах пирита и реликтовых остатков водорослей и морской фауны. Диагенез осадка проходил в восстановительной геохимической среде, с накоплением  $C_{орг}$  от 0,1-0,3 %.

Отложения нахохозской свиты (инт. 1037,0-1093,1 м) представлены ангидритизированными брекчиевидными доломитами, мергелями, известняками и ангидритами. Отложения свиты, по-видимому, отлагались в аридном климате в обстановке мелководного морского бассейна, о чем свидетельствует литологический состав отложений, присутствие в породах пирита и остатков водорослей. Диагенез осадка проходил в стабильных восстановительных условиях с накоплением  $C_{орг}$  до 0,5%.

Породы каларгонской свиты (инт. 906,1-1025,0 м) представлены битуминозными ангидритизированными и кальцитизированными доломитами. Участками встречаются аргиллиты. Для

формирования отложений каларгонской свиты характерны морские фациальные обстановки. Об этом говорит следующие: литологический состав отложений в основном карбонатный (доломитовый). Отмечаются отдельные прослои обогащенные  $S_{орг}$ , в отложениях присутствует пирит, что может свидетельствовать о том, что диагенез осадка проходил при восстановительных условиях окружающей среды.

Отложения тунгусской свиты (инт. 579,8-906,1 м) представлены песчаниками, алевролитами, углеродистыми аргиллитами с прослоями каменных углей и интенсивно хлоритизированными долеритами. В песчаниках отмечаются остатки флоры. Отложения свиты формировались преимущественно в континентальных ландшафтных обстановках, за исключением отложений нижней части разреза (инт. 887,0-906,1 м). Условия формирования пород верхней части разреза - заболоченные прибрежно-морские равнины с алевро-глинистыми осадками и пропластками углей. Диагенез осадка всех этих отложений проходил в слабовосстановительных, нейтральных обстановках. Шло слабое накопление  $S_{орг}$ . Для пород нижней части разреза свиты характерны прибрежно-морские, возможно, береговые баровые отложения. Диагенез осадка здесь проходил в восстановительной обстановке, шло стабильное накопление  $S_{орг}$  (до 0,5%).

Для изучения битуминозности пород использовался метод люминисцентной-микроскопии, который позволяет быстро определить тип, состав и распределение битумоидов, выявить горизонты эпигенетичной битуминозности и уточнить интервалы для опробования в скважинах. В целом, более половины изученных образцов из пород разреза скважины содержат следы миграции битумоидов. Это свидетельствует о наличии процессов битумообразования и флюидомиграции.

Среднее содержание битумоидов в породах свит составляет: мантуровская - 0,01 %, юктинская - 0,03-0,04 %, нахозская - 0,04-0,05 %, каларгонская - 0,03 %, тунгусская - 0,01-0,02 %, ивакинская - 0%, гудчихинская - <0,01 %, туклонская - <0,01 %, надеждинская - <0,01 %.

Наибольшее содержание эпигенетических битумоидов 0,04-0,06 % отмечается в известняках и доломитах каларгонской, а также в ангидритах юктинской и нахозской свит. Состав битумоидов варьирует от легких до смолисто-асфальтовых, с преобладанием битумоидов маслянисто-смолистого состава. Для пород характерны неравномерно-рассеянные битуминозные структуры, а текстуры, преимущественно, трещинные и пятнистые.

Среди девонских отложений выделяются интервалы, максимально насыщенные эпибитумоидами (более 0,06 %). При соответствующих фильтрационно-емкостных свойствах (ФЕС) они могут служить коллекторами:

- 1082-1100,5 м ( $D_2jk$ );
- 1038-1073 м ( $D_2nk$ );
- 1013-1016 м ( $D_3kl$ );
- 978,5-998 м ( $D_3kl$ );
- 892,5-902,5 м ( $C_2-P_2$ );

В пределах каларгонской свиты фиксируются сингенетично-битуминозные породы, представленные аргиллитами с пиритом (инт. 1035-1038 м) и известняками (инт. 978,8-998 м). Выделенные горизонты характеризуются высоким содержанием синбитумоидов (0,04-0,06 %) с равномерно-рассеянными битуминозными структурами. В составе битумоидов содержатся все фракции – от легких до тяжелых.

Отложения вулканических и субвулканических пород и тунгусской серии характеризуются низкими содержаниями эпибитумоидов (0,01-0,02 %). В долеритах битумоиды практически отсутствуют, а в базальтах и туфах отмечаются только в трещинах, заполненных карбонатами.

На границе между отложениями каларгонской свиты в тунгусской серии в интервале 892,5-920,8 м фиксируется сингенетично-битуминозные аргиллиты и карбонатные породы с высоким содержанием битумоидов. В этом же интервале на проницаемых участках происходит накопление эпибитумоидов и отмечаются многочисленные следы миграции УВ.

В базальтах пермо-триасового возраста – ивакинская, гудчихинская, и туклонская свиты – миграция битумоидов не обнаружена, в то время как в базальтах и туфах надеждинской свиты, обнаружены битумоиды маслянисто-смолистого состава, приуроченные к зонам карбонатизации.

Таким образом, по результатам исследований палеозойские отложения в районе скважины Восточная-2 являются перспективными в отношении нефтегазоносности. В разрезе скважины выделено несколько горизонтов сингенетично-битуминозных пород и прослои обогащенные эпибитумоидами, которые при соответствующих ФЕС могут служить коллекторами УВ.

**ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В  
РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СТРАТИГРАФИИ КАЗАХСТАНА**

**С.Н. Мустапаева**

Научный руководитель профессор А.Б. Байбатша

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

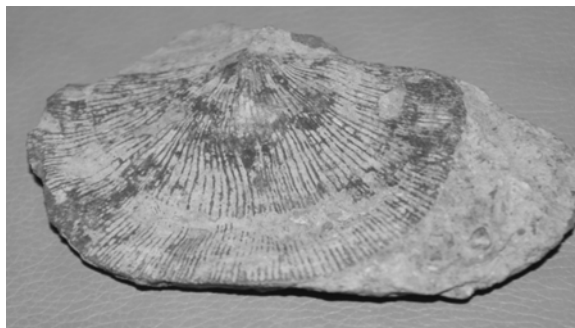
Общеизвестно, что палеонтологические методы, базирующиеся на необратимости эволюции органического мира, являются основой биостратиграфического расчленения отложений и на основании результатов комплексных палеонтологических исследований было выделено большинство известных ныне геологических систем и составлены геологические карты. Стратиграфическая же основа, основанная на комплексных палеонтологических данных и соответствующая мировому уровню всегда являлась залогом успешного проведения геологических исследований.

Территория Казахстана характеризуется сложным геологическим строением и распространением отложений всех систем фанерозоя, в изучении которых принимают участие различные направления палеонтологических исследований. В последнее время, благодаря серии проектов – «Изучение опорных разрезов фанерозоя Казахстана (2001-2007 гг)», «Составление атласа опорных разрезов фанерозоя Казахстана (2006-2007 гг)», а также «Составление каталога стратотипов общих, региональных и зональных подразделений палеозоя и их границ» (2008-2010 гг) у стратиграфов Казахстана после большой паузы появилась возможность доизучить палеозойды Казахстана и провести «...анализ состояния изученности вопросов стратиграфии отложений всех систем палеозоя Казахстана и обозначить направления и объем дальнейших исследований по повышению валидности стратиграфических подразделений различного ранга (общих, региональных, местных) и их геохронологических эквивалентов» [5]. Территория Казахстана - это уникальная область распространения кембрийских отложений, охарактеризованная фауной беспозвоночных, в особенности трилобитами всех отделов кембрийской системы [1]. По палеонтологическим данным (Каратау) проведено ярусное расчленение кембрия. Перед палеонтологами, занимающимися стратиграфическими исследованиями этой системы еще много основных задач, в числе которых по Г.К. Ергалиеву выделяются:

- необходимость скорейшего введения в научный оборот данных по разрезам среднего и верхнего кембрия, являющихся стандартами для установления глобальных ярусов, согласно требованиям Международной стратиграфической подкомиссии кембрия;
- определение границ между средним и верхним отделами кембрия, кембрием и ордовиком;
- установление достоверных местных стратонов, усовершенствование и детализация региональной части схемы и многое другое [1].

Отложения Малого и Большого Каратау характеризуются различными по составу и мощности отложениями, содержащими разнообразные органические остатки – морские линии, мшанки, одиночные и колониальные кораллы, многочисленные брахиоподы, пелециподы и т.д. Для изучения были выбраны брахиоподы, как наиболее многочисленная и хорошей сохранности группа.

По Малому Каратау автором определены каменноугольные брахиоподы, относящиеся к родам *Spirifer*, *Dictyoclostus*, *Avonia*, *Vuxtonia*, а также представители семейства *Stropheodontidae*, характеризующиеся вогнуто или плосковогнутыми раковинами, среднего или крупного размера, с хорошо выраженными тонкими струйчатыми радиальными ребрышками (рис.).



*Рис. Stropheodontidae*

По Большому Каратау исследован разрез Жанакурганозен, для которого определены представители родов *Chonetes*, *Vuxtonia*, *Antiguatonia*. Были привлечены также данные микрофаунистического анализа, в частности исследования комплексов фораминифер. По результатам изучения комплексов фораминифер разрезы пограничных башкирско-московских отложений Северного Прибалхашья и Жонгарского Алатау рекомендованы в качестве опорных для этого уровня. Стратотипические разрезы башкирского и московского ярусов карбона находятся в России. Данные по казахстанским разрезам хорошо коррелируются с подобными данными из отложений России, Украины, Западной Европы, США [2].

Территория Жонгаро-Балхашской складчатой области - крупной мегаструктуры, где широко распространены вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования позднего палеозоя, играющих

исключительную роль в металлогении региона отличается чрезвычайной бедностью отложений органическими ископаемыми, что является одной из причин появления множества сложных и дискуссионных моментов, а также разногласий по их расчленению и интерпретации стратиграфии, а в итоге - присутствие незавершенности исследований по всем основным проблемам геологии и стратиграфии позднего палеозоя.

По территории Северного Прибалхашья - северный сегмент Жонгаро-Балхашской складчатой области (ЖБСО) был привлечен палеоботанический метод изучения крупных остатков (макроскопических остатков древесины, листьев, плодов или их отпечатков), характеризующихся длительным распространением и перешедших в ископаемое состояние только в особо благоприятных условиях. В результате дополнительного сбора флористических остатков был получен материал, дающий представление не только о таксономическом составе палеофлоры, т.е. перечне видов растений, населявших исследуемую местность, но и пополнились сводные списки колдарского (С<sub>2-3</sub>), кызылкийинского (Р<sub>1</sub>), кармысского (Р<sub>1-2</sub>) флористических комплексов. При этом авторы также вносят предложения в Стратиграфическую шкалу перми дополнительные региогоризонты. Ими выявлено два пермских хроноуровня – ассельско-сакмарский ранней перми и лопинский (верхи татарского) поздней перми [5].

Широко и результативно используется в геологии Казахстана палинология как одно из направлений палеонтологии и составная, важная ее часть, занимающаяся изучением ископаемых пыльцевых зерен и спор, причем в широком возрастном диапазоне - от позднего протерозоя до наших дней. Практическое повсеместное распространение осадочных отложений на территории Казахстана особенно благоприятно для применения этого метода, имеющего ряд преимуществ перед другими палеонтологическими методами. Способствуя проведению достаточно корректных стратиграфических и палеогеографических реконструкций, позволяя проводить прямую корреляцию морских и континентальных отложений, данные палинологии востребованы при изучении отложений любого возраста. К настоящему времени накоплен значительный палинологический материал по различным временным срезам фанерозоя, имеются свои методические разработки и рекомендации. Благодаря массовости объектов исследования, независимости от фацальной принадлежности палинологические данные приобретает особую важность при расчленении и обосновании возраста отложений, лишенных других органических остатков, кроме пыльцы и спор растений.

Как источник ценной информации о природной среде и ее составляющих палинология занимает особое место при изучении четвертичных отложений - от эоплейстоцена, до неоплейстоцена и голоцена включительно. Палинологические данные являются основой для их климатостратиграфического расчленения, восстановления палеогеографических обстановок осадконакопления, выявления закономерностей развития растительного мира в пространстве и во времени. Палинологи, изучающие юрскую миоспору, используют различную классификацию – искусственную, естественную и смешанную (приближенную к естественной). Делают попытки и выделяют в составе палинокомплексов так называемые «руководящие», «характерные», «появляющиеся», «исчезающие», «транзитные» формы в целях выделения и детализации стратиграфических подразделений [4].

Стратиграфическое расчленение четвертичных отложений основывается на тех же главных принципах и критериях, что и стратиграфия более древних толщ. В то же время для решения своей основной задачи палинология новейших отложений использует специфический прием – климатостратиграфический критерий, который больше других опирается на принцип актуализма, согласно которому в прошлом между климатом, рельефом и составом растительных ассоциаций существовали те же связи, что и в настоящее время. Исходят из того, что «...главное направление изменения флоры и растительности связаны с колебаниями климата (температуры и влажности), а развитие растений в первую очередь подавляется или недостатком увлажнения или низкими температурами» [3].

Много еще актуальных вопросов стоит перед палеонтологами Казахстана, решение которых позволит не только улучшить качество исследований, но и повысить эффективность и практическую значимость различных методов палеонтологии как при изучении истории формирования осадочных толщ, так и при проведении научно-исследовательских работ по доизучению стратиграфии фанерозоя Казахстана, способствующих проведению более детального расчленения исследуемых отложений.

#### Литература

1. Ергалиев Г.Х. Проблемы стратиграфии кембрия Казахстана в соответствии с задачами международной подкомиссии стратиграфии кембрия // Состояние, перспективы и задачи стратиграфии Казахстана. – Алматы 2002. – С. 16-17.
2. Жаймина В.Я. Граница башкирского и московского ярусов каменноугольной системы в Казахстане // Актуальные проблемы наук о Земле. Материалы международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». – Алматы, 2008. – С. 64 – 69.
3. Жакупова Ш.А. Четвертичный период Центрального Казахстана по палинологическим данным. Известия Национальной Академии Наук РК. Серия Геологическая. №6, 2008, с. 24 – 29.
4. Пономаренко З.К., Дягилева Н.Р. Особенности детальной стратиграфии и корреляции континентальных юрских отложений Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна // Материалы VII Палинологической конференции. Саратов, 1993, с. 24 – 25.
5. Сейтмуратова Э.Ю., Гоганова Л.А., Сайдашева Ф.Ф. и др. К выделению региональных стратиграфических подразделений - горизонтов в континентальных вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложениях карбона и перми Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологическая, №6. – 2009. – С. 4 – 13.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ДЕВОНЕ В РАЙОНЕ ОЗЕР  
ИТКУЛЬ И ШИРА (СЕВЕРНАЯ ХАКАСИЯ)****А.Х. Петров**Научные руководители доцент М.Л. Махлаев, доцент О.Ю. Перфилова  
*Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

В окрестностях озер Иткуль и Шира в Хакасии расположена база учебных практик Сибирского федерального университета, где каждый год студенты геологических специальностей проходят геологическую практику. На этой территории развиты осадочные, магматические и метаморфические породы различного состава и возраста – от позднерифейских до четвертичных [1, 2, 3]. Основная часть наблюдающихся здесь осадочных пород имеет девонский возраст [1, 2].

Девонские отложения в этом районе с разрывом и структурным несогласием залегают на образованиях рифея, кембрия и ордовика. Разрез девона начинается с матаракской свиты, которая подразделяется на две подсвиты. Нижняя подсвита сложена в основном вулканическими породами с прослоями песчаников. Верхняя подсвита преимущественно терригенная, хотя в ее отложениях также присутствует пирокластический материал. Необходимо отметить присутствие псилофитовой флоры в отложениях свиты. Эта свита несогласно залегают на сложно дислоцированных додевонских отложениях и согласно перекрывается шунетской свитой [1].

Исходя из особенностей состава матаракской свиты, можно предположить, что девонский этап развития этой территории связан с тектоно-магматической активизацией. На начальном этапе характер вулканизма был эффузивным, а затем сменился преимущественно взрывным. Об этом свидетельствует широкое распространение пирокластических пород в верхних частях разреза свиты. Снизу вверх по разрезу увеличивается и роль терригенных пород. Это может являться результатом формирования в раннем девоне сильно расчлененного рельефа. Условия формирования свиты были континентальными, о чем свидетельствует, во-первых, красноцветная окраска пород, а во-вторых, очень характерная косая слоистость и наличие многочисленных поверхностей размыва. Также можно заметить плохую сортировку осадочного материала. Эти особенности характерны для аллювиальных отложений и образований временных водотоков. Можно предположить, что эти терригенные красноцветные отложения представлены преимущественно аллювием и пролювием.

Залегающая выше по разрезу шунетская свита представлена пирокластическо-терригенно-карбонатными породами [1, 2, 3]. Мы наблюдали свиту в ее стратотипе, у северо-западного берега оз. Шунет. Здесь она согласно залегают на матаракских отложениях и с разрывом перекрыта красноцветными породами арамчакской свиты. Характерные особенности свиты – это тонкий известково-глинистый состав и горизонтальная слоистость. Это свидетельствует о спокойных водных обстановках накопления осадочного материала. Наличие доломитов в составе свиты указывает на повышенную соленость водоема и сухой (аридный) климат. Незначительная доля вулканогенных пород в составе данной свиты свидетельствует о постепенном затухании магматической деятельности.

Арамчакская свита сложена красноцветными терригенными породами с примесью вулканогенно-обломочного материала [1, 2]. Примером разреза арамчакской свиты является обнажение Красная горка, которое мы описали в одном из наших маршрутов. Породы арамчакской свиты с разрывом налегают на различные горизонты шунетской свиты и несогласно перекрываются отложениями среднего девона. Данная свита по целому ряду признаков схожа с матаракской. Появление пирокластического материала в составе свиты – это признак новой активизации вулканизма. Красноцветность пород свидетельствует о наземных обстановках формирования свиты, а наличие грубого материала и незакономерной слоистости указывает на условия континентальных предгорных территорий с большим количеством временных водотоков.

В конце раннего девона наступает этап стабилизации и прекращения тектоно-магматической активности. Наблюдается перерыв в накоплении осадков. Этому времени, по видимому, соответствует накопление отложений аскизской свиты, развитой на отдельных участках.

Состав аскизской свиты преимущественно глинисто-карбонатный [1]. Эти отложения наблюдались нами восточнее г. Кузьме, где они слагают нижнюю часть высокого скального обрыва. Исходя из состава и тонкой горизонтальной слоистости, можно предположить, что осадконакопление шло в спокойных мелководных озерах, чем и может объясняться ограниченное по площади распространение образований этой свиты. Наличие карбонатных пород свидетельствует о теплом и засушливом климате.

Илеморовская свита сложена преимущественно желтыми и серо-зелеными терригенно-карбонатными породами [1]. Выходы пород этой свиты мы наблюдали к востоку и югу от озера Иткуль. Образования свиты часто слагают кустовые гряды. Илеморовская свита несогласно залегают на отложениях аскизской и арамчакской свит и согласно перекрывается известняками бейской свиты [3]. Условия формирования илеморовской свиты отвечают этапу морской трансгрессии. При этом первоначально это были обстановки прибрежной зоны мелкого теплого моря, которые постепенно сменились условиями морского мелководья. В нижней части разреза свиты широко проявлена косая и волнистая слоистость, наблюдаются многочисленные поверхности размыва. Вверх по разрезу увеличивается доля карбонатных пород и уменьшается размерность обломочного материала, что соответствует трансгрессивной направленности развития.

Бейская свита представлена переслаиванием серых, глинистых, часто органогенных известняков, алевролитов и аргиллитов [1]. Отложения часто содержат морскую бентосную фауну живетского яруса среднего девона. Отложения бейской свиты слагают многочисленные кустовые гряды в северо-восточной части учебного

полигона и к югу от оз. Иткуль. Бейская свита согласно, с постепенным переходом, залегает на илеморовской свите и также согласно перекрывается ойдановской свитой верхнего девона. Преимущественно карбонатный состав свиты, тонкая параллельная слоистость, иногда с элементами разнонаправленной косой, волнистой слоистости, а также наличие в ее составе бентосной фауны свидетельствует об условиях теплого и мелководного моря. Характер слоистости указывает на то, что море было с активной гидродинамикой и придонными течениями. На период накопления бейской свиты приходится максимум трансгрессии.

Породы ойдановской свиты представлены красноцветными терригенными породами. В соседних районах в ней были обнаружены филоподы, ихтиофауна, флора, споры франкского яруса верхнего девона [3]. На территории полигона красноцветные песчаники этой свиты слагают гряды холмов в окрестностях пос. Жемчужный, окаймляя с юга котловину озера Шира. Контакт между ойдановской и бейской свитами практически везде задернован. Но признаков несогласия нет. Ойдановская свита накапливалась в условиях аллювиальных равнин или переходных обстановок. Об этом свидетельствует состав свиты, характерная грубая однонаправленная косая слоистость и красноцветная окраска пород.

Таким образом, на протяжении девонского периода условия осадконакопления неоднократно менялись даже на этой сравнительно небольшой территории. В начале раннего девона преобладали континентальные обстановки с повышенной вулканической активностью, и расчленённым рельефом, в результате разрушения которого накапливались мощные толщи терригенных осадков. Затем вулканическая деятельность на некоторое время затухает, а условия меняются на лагунные или озерные (шунетское время). Далее вулканизм возобновляется, и вновь идёт накопление терригенных осадков в предгорьях. К концу раннего девона наступает этап выравнивания. В среднем девоне условия осадконакопления вначале озерные (аскизская свита). Затем начинается трансгрессия моря, достигающая максимума во время накопления отложений бейской свиты. К началу позднего девона море постепенно отступает и формируется обстановка прибрежной равнины.

#### Литература

1. Геология и минерагения Северной Хакасии: путеводитель по учебному геологическому полигону вузов Сибири /под ред. В.П. Парначёва, Б.Д. Васильева. – 4-е изд. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – 236 с.
2. Секретарёв М.Н., Липишанов А.П., Михайленко В.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. масштаба 1:200 000. Минусинская серия. Лист N-46-XIII (Сорск). Объяснительная записка. – С.-Пб, 2001. – 150 с.
3. Цыкин Р.А., Звягина Е.А. Геологическое строение окрестностей озера Иткуль (Хакасия). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 26 с.

### ЛИТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ БАШКИРСКО-МОСКОВСКОЙ ГРАНИЦЫ ПО ДАННЫМ ЭПР

**М.А. Петров, И.А. Филиппова**

Научный руководитель доцент Н.Г. Нургалиева  
*Казанский федеральный университет, г.Казань, Россия*

Отложения среднего карбона Восточного борта Мелекесской впадины являются вместищем трудноизвлекаемых запасов нефти. Степень «трудноизвлекаемости» обуславливается сложным строением природных, преимущественно, карбонатных резервуаров. Карбонатные породы слагаются различными петротипами пород, коллекторские свойства которых определяются разным соотношением первичных и вторичных литогенетических процессов, изменением глинистости пород и геоструктурным положением природных резервуаров. Сочетание этих факторов создает сложную для распознавания на кривых ГИС картину, что приводит к субъективному прочтению отложений карбона, особенно, отложений башкирского яруса. Эта проблематика осложняется также тем, что недостаточно изучено палеонтологическое содержание стратонав, в которых находятся эти породы.

Таким образом, одной из актуальных проблем для башкирского яруса и сопряженных с ним стратонав является поиск критериев, позволяющих находить разные типы границ в стратиграфической последовательности и делать выводы на этой основе о рассмотрении генетических типов отложений и фаций, выделение и корреляция которых является составной частью системно-литологической парадигмы при структурировании стратиграфического пространства.

На данный момент на восточном борту Мелекесской впадины граница между верейским горизонтом московского яруса и башкирским ярусом проводится по появлению брахиопод, характерных для верейского горизонта и по резкому повышению глинистости разреза (от башкирского яруса к верейскому горизонту), фиксируемой кривой ГК [4]. Объектом исследований послужил керн скв. 1339 Демкинского месторождения Восточного борта Мелекесской впадины.

Исследуемый разрез находится в пределах Демкинского месторождения на Восточном борту Мелекесской впадины и включает в себя границу верейских и башкирских отложений. Граница четко фиксируется по повышению глинистости разреза и по понижению удельного сопротивления вверх по разрезу. В целом, представленный разрез сложен известняками различных литогенетических разновидностей. В отложениях верейского горизонта встречаются прослои глин, в отложениях башкирского яруса глины встречаются в основном в виде выполнения стилолитовых швов и в виде примазок. Анализ текстур пород, представленных в

разрезах, а именно наличие в приграничной зоне известняков с обломочной текстурой, что может свидетельствовать о перерыве в осадконакоплении. Для более полной характеристики исследуемого разреза методом ЭПР, было отобрано 30 образцов через 0,2-0,3 м.

Объектами изучения в литологии методом ЭПР являются изоморфные ионы элементов переходных групп, электронно-дырочные центры, свободные радикалы, ион-радикалы. Эти системы называют парамагнитными центрами или парамагнитными метками. Решение литологических задач с помощью ЭПР основано на количественных и кристаллохимических характеристиках парамагнитных элементов-примесей в минералах, изучении их вариаций по площади и разрезу [1, 2, 3, 6].

В настоящей работе выявлены следующие актуальные парамагнитные метки карбонатных пород разреза башкирских и перекрывающих их верейских отложений: ионы  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , ион-радикалы  $SO_2^-$ ,  $SO_3^-$ ,  $R_{орг}$ . Результаты измерений методом ЭПР представлены в таблице.

Таблица

Данные ЭПР по скв. 1339

№ обр	глубина	Тип породы	Ранг глин	Стратиграфия	$Mn^{2+}$	$SO_2^-$	$SO_3^-$	$Fe^{3+}$	$R_{орг}$
75	978.9	изв	2	верей	340	20.5	11.2	7	
77	979	изв	2	верей	440	17.3	8.9	8.1	
79	979.3	изв	2	верей	631	11.1	18.5	6.9	
81	979.75	изв	2	верей/башкир	1040	8.8	31.2	7.7	
84	980.5	изв	2	верей/башкир	435	7.7	147.8	4	
87	981.25	изв. гл.	1	верей/башкир	474	0	564.5	7.6	
90	982	изв. гл.	1	верей/башкир	539	10.7	61.8	8.4	
91	982.2	изв. гл.	1	верей/башкир	489	11.7	77.8	8.1	
93	982.6	изв	2	верей/башкир	787	11.5	65.2	9.7	
96	983.2	изв. гл.	1	башкир	566	0	379.5	4.2	
99	983.8	изв. гл.	1	башкир	530	12.3	14.2	12.6	
102	984.5	изв. гл.	1	башкир	320		124.3	4.8	
105	985.25	изв. гл.	1	башкир	200	22	161.2	6.4	
107	985.75	изв	2	башкир	321	19.8	17.5	7.2	
111	986.75	изв	2	башкир	249	22	10.3	6.8	
114	987.4	изв	2	башкир	220	8.2	5.5	5.9	
120	988.6	изв	2	башкир	163	12.3	12.4	6.3	
123	989.25	изв	2	башкир	151	11.9	13.2	6	
126	990	изв	2	башкир	209	17.4	6.2	7.7	
129	990.8	изв. гл.	1	башкир	147	16.7	13	6.2	
132	991.5	изв	2	башкир	160	14.5	7.9	6.6	
135	992.2	изв	2	башкир	50	20.5	9.8	6.9	
139	993	изв	2	башкир	123	18.6	8.2	6.6	
141	993.4	изв	2	башкир	87	18.6	8.7	5.7	+
144	994	изв. гл.	1	башкир	72	9.8	10.3	5.2	
147	994.6	изв	2	башкир	80	16	8.6	5.8	
150	995.2	изв	2	башкир	98	13.5	7.9	7	
154	996	изв. гл.	1	башкир	34	19.5	7.3	7.7	+
156	996.3	изв	2	башкир	54	21.7	8.1	8.5	+
160	997	изв	2	башкир	46	15.5	8	7.5	+

Характер вариаций парамагнитных меток по разрезу позволяет на всех рисунках увидеть две «парамагнитные» фации, которые хорошо сопоставляются стратиграфически снизу вверх с башкирскими и верейскими отложениями. Смена характера кривых парамагнитных меток четко фиксируется на глубине 985,5 м (между точками отбора обр.105 и 107) и эта отметка претендует на отметку границы между башкирскими и верейскими отложениями против отметки 982,6 м, указанной в исходной стратиграфической разметке (таблица 1). То есть разница в исходных и новых данных составляет более, чем 3 м.

Такая разница может оказаться принципиальной, если мы находимся в зонах с небольшими мощностями башкирского яруса (известно, что мощность башкирского яруса изменяется от первых метров до почти сотни метров [5]).



Башкирские отложения характеризуются относительно небольшими значениями  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $SO_3^-$ , что указывает на относительно высокую глубокowodность формирования башкирских карбонатов и нормальный гидрохимический режим, что подтверждается повышенными значениями  $SO_2^-$ . Отметка в 985,5 м знаменует собой смену режима среды осадконакопления, отмеченную усилением влияния терригенного стока, или, равносильно влиянию суши, отмеченного значительным увеличением  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  и повышением солености бассейна осадконакопления, т.е. происходит некоторая аридизация климата (увеличение  $SO_3^-$  и уменьшение  $SO_2^-$ ).

Таким образом, в конце башкирского века - начале верейского времени в точке скв.1339 произошло падение относительного уровня моря. Такой палеогеографический рубеж находится в соответствии с логикой стратиграфического расчленения (многие стратиграфические границы палеогеографически соответствуют падению уровня моря, например, граница турнейского и визейского ярусов или граница перми и триаса).

Данные ЭПР позволяют корректировать границу башкирских и верейских отложений. Такая коррекция может оказаться существенной в геологических реконструкциях башкирского яруса в зонах с его мощностями в первые метры, поэтому следует рекомендовать этот метод, в первую очередь, для изучения кернa в скважинах в зонах с сокращенными разрезами башкирского яруса.

#### Литература

1. Муравьев Ф.А., Силантьев В.В., Винокуров В.М., Галеев А.А., Булка Г.Р., Низамутдинов Н.М., Хасанова Н.М. Парамагнитные свойства и дифференциация рассеянного органического вещества в пермских осадочных породах Татарстана // Материалы чтений, посвященных 170 - летию Н.А.Головкинского, 160 - летию А.А.Штуkenберга, 200-летию геологического музея. – Казань, 2004. – С.107 - 126.
2. Нурғалиева Н.Г., Галеев А.А. Исследование пород методом ЭПР / В кн.: Стратотипический разрез татарского яруса на реке Вятке. – М. ГЕОС, 2001 – С.56-68.
3. Нурғалиева Н.Г., Хасанова Н.М., Габдрахманов Р.Р. Условия образования уржумских отложений по данным ЭПР // Ученые записки Казан. Ун-та. Сер. Естеств.науки. - 2010. – Т.152, кн.1. - С.226 - 234.
4. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника. - М.: ГЕОС, 2003. 402с.
5. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений. / под редакцией Р.Х.Муслимова. - 2 том. - Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2007. 524 с.
6. Bulka G.R., Nizamutdinov N.M., Mukhutdinova N.G., Vinokurov V.M., Galeev A.A. EPR probes in sedimentary rocks: the features of  $Mn^{2+}$  and free radicals distribution in the Permian formation in Tatarstan // Applied Magnetic Resonance, 1991.,Vol.2.,N1., 107 - 115.

### НИЖНИЙ ДЕВОН ГОРЫ ШУНЕТ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

Д.В. Пургина, Н.А. Зарипова

Научные руководители доцент Б.Д. Васильев, доцент А.Ю. Фальк

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

Летом 2010 года в период учебной геолого-съёмочной практики на учебном геологическом полигоне ТПУ в Хакасии мы в составе группы 2А180 знакомимся с разрезами быскарской вулканогенно-осадочной серии нижнего девона на участках Сохочул, Карыш, Кошарный Лог, Южный берег озера Иткуль, Матарак и Шунет. Быскарская серия здесь, по южному борту Северо-Минусинской котловины, залегает на салаиро-каледонском складчатом основании и разделена на свиты: матаракскую, шунетскую, арамчакскую и марченгашскую. Стратотип самой древней, матаракской свиты расположен у озера Матарак, на южном склоне горы Шунет, где свита расчленяется на две подсвиты: нижнематаракскую (базальтовую) и верхнематаракскую (терригенную с горизонтами туфов трахириолитов). При описании стратотипического разреза [1, с. 39-43] и особенно на рисунках 2.12 и 2.13 [1, с. 40-41] приведены противоречивые материалы по строению, содержанию разреза и его интерпретации, явно ошибочно указаны одинаковые масштабы разрезов.

Это побудило нас провести детальную геологическую съёмку южного склона горы Шунет в масштабе 1:2000 методами маршрутных пересечений и прослеживания геологических границ. Привязка точек наблюдений осуществлялась GPS-навигаторами. Составлена схематическая геологическая карта, разрезы и колонки по маршрутам, проведена их корреляция и составлена сводная стратиграфическая колонка (рис. 1, 2).

Гора Шунет с абсолютной отметкой 621,5 м располагается между озерами Матарак и Шунет. Южный склон горы, спускающийся к озеру Матарак, относительно хорошо обнажен только на протяжении 500 м от вершины. На этот интервал и составлена наша карта (рис. 1). Ниже по склону располагается широкая (100-140 м) ложбина без выходов пород, а затем полосой в 100-120 м отдельными холмами обнажаются выходы долеритов силла I («палеобазальты Эдельштейна»). Ниже по склону горы Шунет до самых озёр Матарак и Чаласколь (200 м) обнажений нет, то есть фактически нижнематаракская подсвита в этом разрезе не обнажена, состав её не установлен, а подошва матаракской свиты не фиксируется. Таким образом, этот разрез не может считаться стратотипическим. На южном склоне горы Шунет обнажается только верхнематаракская подсвита, в составе которой залегают косослоистые зелёно-серые песчаники, алевролиты и аргиллиты, содержащие восемь горизонтов с флорой риниофитов. В верхней части разреза обнажаются 3 пласта литокристаллокластических туфов трахириолитов, в нижней части – 4 силла базальтов. Вся толща залегает полого под углами 18-20° и падает на ССВ. На востоке она торцово сочленяется по крупному дизъюнктиву СВ простирания с грядой туфов трахириолитов Шунетской синклинали.

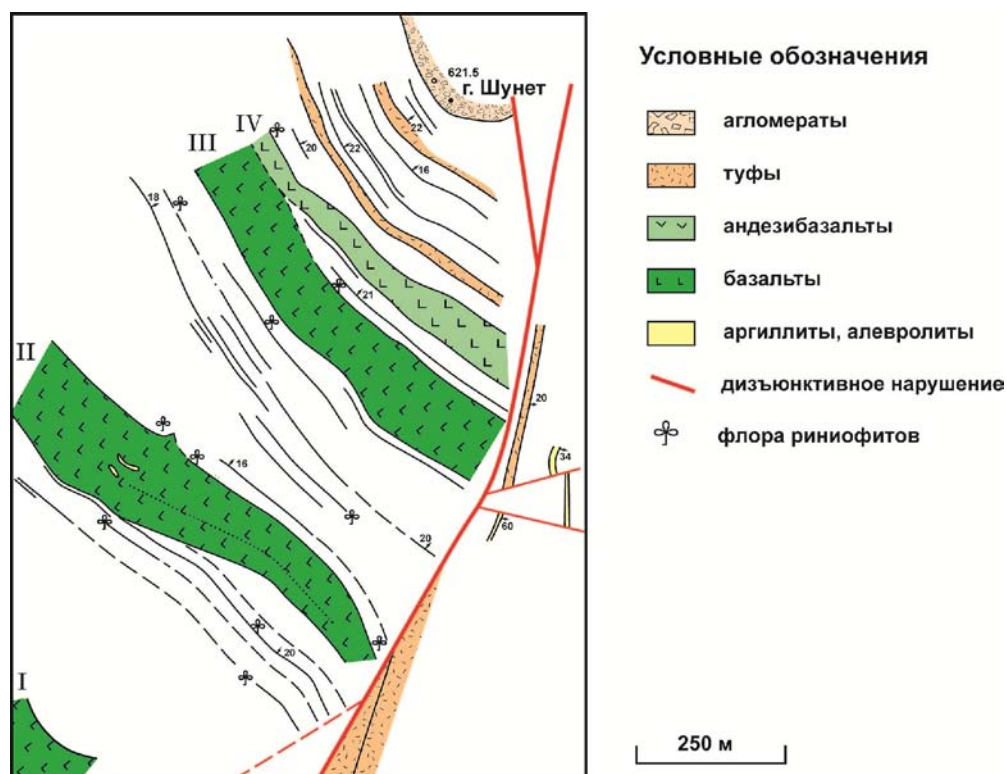


Рис. 1. Схематическая геологическая карта южного склона г. Шунет

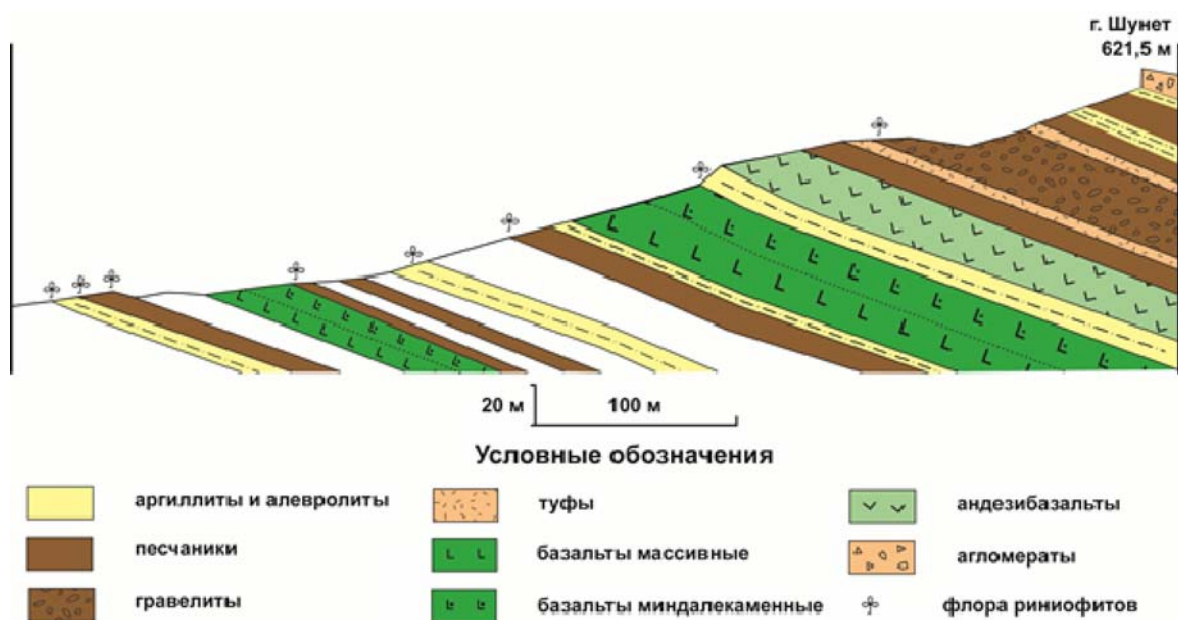


Рис. 2. Геологический разрез южного склона г. Шунет

Сравнивая наш вариант карты и разреза с разрезами горы Шунет [1, с. 40–41] мы отмечаем:

1. Масштаб разреза на рисунке 2.12 [1, с 40] должен быть 1:5000 (50 м в 1 см), а на рисунке 2.13 – 1:500 (5 м в 1 см); наш разрез имеет масштаб – 1:2000 (20 м в 1 см).
2. Толща осадочных пород между силлами II и III в нашем разрезе имеет большую мощность, нежели приведённая на рисунке 2.12, а между силлами III и IV – значительно меньшую.
3. Третий пласт туфов слагает куэстовый гребень горы Шунет, лежит на толще песчаников со стратиграфическим несогласием. Подошва горизонта туфов представляет расчленённый денудационный древний рельеф: толща песчаников была поднята и размыва, затем происходило накопление пеплового материала, и, по мере увеличения интенсивности

извержения, в пепловый материал добавились лапилли и бомбы, отложения стали более грубообломочными (агломератовыми).

При расчленении матаракской свиты на подсвиты можно рассмотреть три варианта подхода к проведению подошвы верхнематаракской подсвиты:

- по появлению первых пластов осадочных пород;
- по появлению первого пласта туфов;
- по несогласию, находящемуся на вершине горы Шунет. Этот признак является наиболее приемлемым.

В разрезе горы Шунет присутствует четыре магматических тела (силла). Первый силл имеет мощность не менее 30 м, представлен свежими, массивными, вязкими долеритами, обнажён слабо на холмах, взаимоотношения с вмещающими породами и их состав не выявлены. Третий силл мощностью 25,5 м имеет базальтовый состав, верхняя 1/3 силла ошлакована, имеет миндалекаменное строение. Четвёртый силл мощностью 12-20 м имеет андезибазальтовый состав и крупнопорфировую структуру, чем отличается от предыдущих силлов, занимает секущее положение в терригенной толще песчаников и алевролитов. Четвёртый и третий силлы многими изучались детально. Г.С. Федосеевым были вскрыты канавами контакты кровли и подошвы и приведены убедительные доказательства, что данные тела являются силлами [2]. Второй силл имеет мощность 20-28 м, базальтовый состав, сходное строение с третьим силлом, но газонасыщенность расплава была более высокой, т.к. базальты верхних 2/3 силла ошлакованы (миндалекаменные). Обоснование, что данное тело является силлом:

1. секущее положение подошвы сила (см. рис. 1);
2. отторженцы (останцы) ороговикованных аргиллитов в базальтах;
3. деформация пород кровли, как и у силла III;
4. внедрение вспененного базальтового расплава в породы кровли, как и у силла III.

#### Литература

1. Геология и минерагения Северной Хакасии: Путеводитель по учебному геологическому полигону вузов Сибири / под ред. В.П. Парначева, Б.Д. Васильева. – 4-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 236 с.
2. Fedoseev G.S. Early Devonian rift-related magmatism (Kuz'me Complex of sills) / Guidebook of field excursion B/ International Symposium «Large igneous provinces of Asia; Mantle plumes and metallogeny». Novosibirsk, Russia, August 13-16, 2007. – P. 64-69.

### **МИХАИЛ ЭРАСТОВИЧ ЯНИШЕВСКИЙ – ГЕОЛОГ, ПАЛЕОНТОЛОГ, ГРАЖДАНИН (К 140-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПОФЕССОРА М.Э. ЯНИШЕВСКОГО)**

**А.С. Рыкова**

Научный руководитель доцент И.В. Рыčkова

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



*Рис. 1 М.Э. Янишевский*

Михаил Эрастович Янишевский внес огромный вклад в становление и развитие палеонтологии в нашей стране. Он родился 2 декабря 1871, а значит 2011 год является для него юбилейным. В 1889 году Михаил Эрастович окончил с отличием Пермскую школу и поступил на естественное отделение Казанского университета. После завершения университетского курса отправился отбывать воинскую повинность. Возвратившись к гражданской жизни, Янишевский стал профессорским стипендиатом А.А. Штукенберга,

сверхштатным, а позднее и штатным хранителем Геологического Кабинета, а также зачислен в приват-доценты. С этого времени начинается более чем полувековая научно-педагогическая деятельность Янишевского.

В 1895-1900 года объектом особого внимания М.Э. Янишевского стала фауна каменноугольных отложений Урала. Ей он посвятил свой фундаментальный труд «Фауна каменноугольного известняка, выступающего по р. Шартымке», 1900 года, в котором он дал описание 328 видов (в том числе 60 новых) различных групп беспозвоночных. Проведя биостратиграфический анализ фауны, Янишевский сумел впервые верно обосновать раннекаменноугольный возраст исследованных им гониатитовых слоев восточного склона Южного Урала. Эту работу, ставшую впоследствии классической, он успешно защитил в том же 1900 году в качестве диссертации на ученую степень магистра минералогии и геогнозии.

Самый насыщенный период деятельности Янишевского начинается в 1902 году, когда он приезжает в Томск и открывает в Томском технологическом институте кафедру палеонтологии, а также создает палеонтологический кабинет. Для этого он закупает у Ф. Кранца в Берлине и Бонне фундаментальные коллекции палеонтологических образцов, которые и по сей день украшают палеонтологический музей ТПУ и являются основой современной экспозиции, а также служат необходимым учебным материалом для занятий студентов. При этом ученый совершает множество полевых экскурсий по Западной Сибири и Европейской России, а также пять многомесячных заграничных поездок.

Находясь в Томске, Михаил Эрастович продолжает изучать Южный Урал и уже в 1910 году защищает свою докторскую диссертацию «Нижнекаменноугольный известняк около поселка Хабарного Орского уезда, Оренбургской губернии». Монографическая палеонтологическая коллекция М.Э. Янишевского по нижнему карбону хранится в палеонтологическом кабинете ТПУ.

В 1910 году Янишевский назначается профессором по кафедре палеонтологии Томского технологического института. Примечательно то, что в это время на геологическом отделении было всего 3 профессора. Занимаясь учебной и музейной работой, М.Э. Янишевский не прекращает полевые работы. Он изучает разрез Лагерного сада. В одном из обнажений с серыми глинистыми сланцами он обнаружил два фаунистических горизонта, которые назвал «мшанковый» и «брахиоподовый» по преобладанию соответствующей фауны в них. Здесь же им были описаны и голотипы мшанок и брахиопод. Возраст был датирован как нижнекаменноугольный. Выше по разрезу, в рыжих песчаниках им были обнаружены и описаны ископаемые остатки растений, которые он определил как миоценовые. В 1915 году по итогам своих исследований он опубликовал 2 монографии.

Уже в сентябре 1911 года его профессорская деятельность в Томске неожиданно прерывается из-за оппозиционного отношения к царскому правительству. В пятую годовщину событий 9 января 1905 г. Янишевский выступил на Совете профессоров с предложением почтить память погибших. Вскоре после этого выступления ему было предложено «... незамедлительно подать в отставку».

После этого он отправляется в Петербург и работает в геологическом комитете, а также продолжает преподавательскую деятельность в ЛГУ, где в 1919 году создает кафедру палеонтологии. Михаил Эрастович стал одним из учредителей и почетным членом Всероссийского палеонтологического общества (ВПО), заслуженным деятелем науки РСФСР (1945), лауреатом Сталинской премии (1947).

В память о нем в I корпусе ТПУ установлена мемориальная доска. Михаил Эрастович является носителем лучших традиций классиков отечественной геологии и одним из пионеров в деле распространения палеонтологических знаний в подготовке кадров палеонтологов в нашей стране.

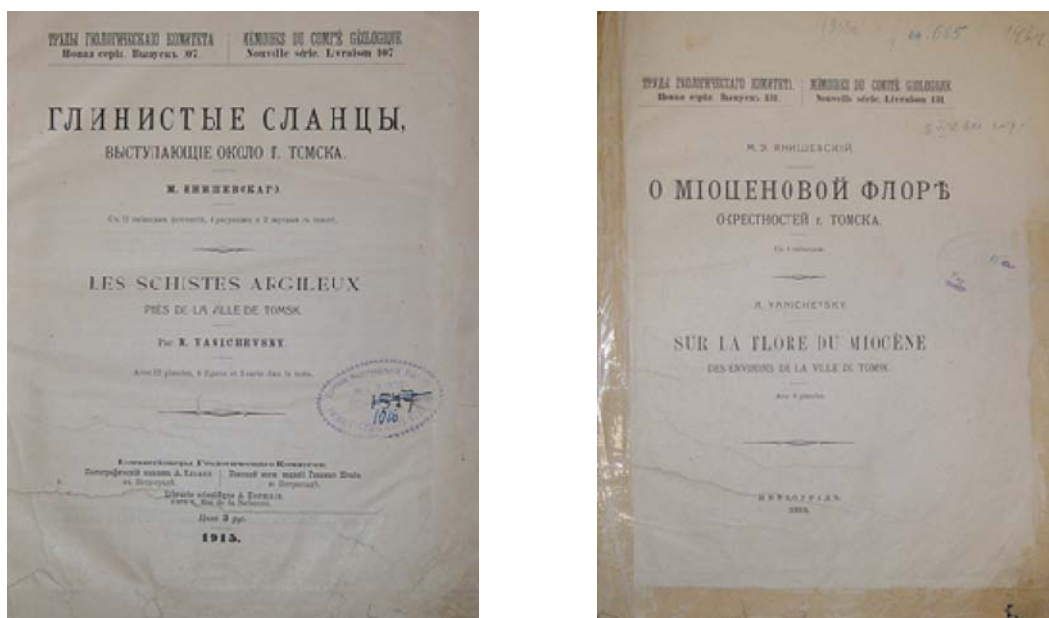


Рис. 2 Монографии М.Э. Янишевского

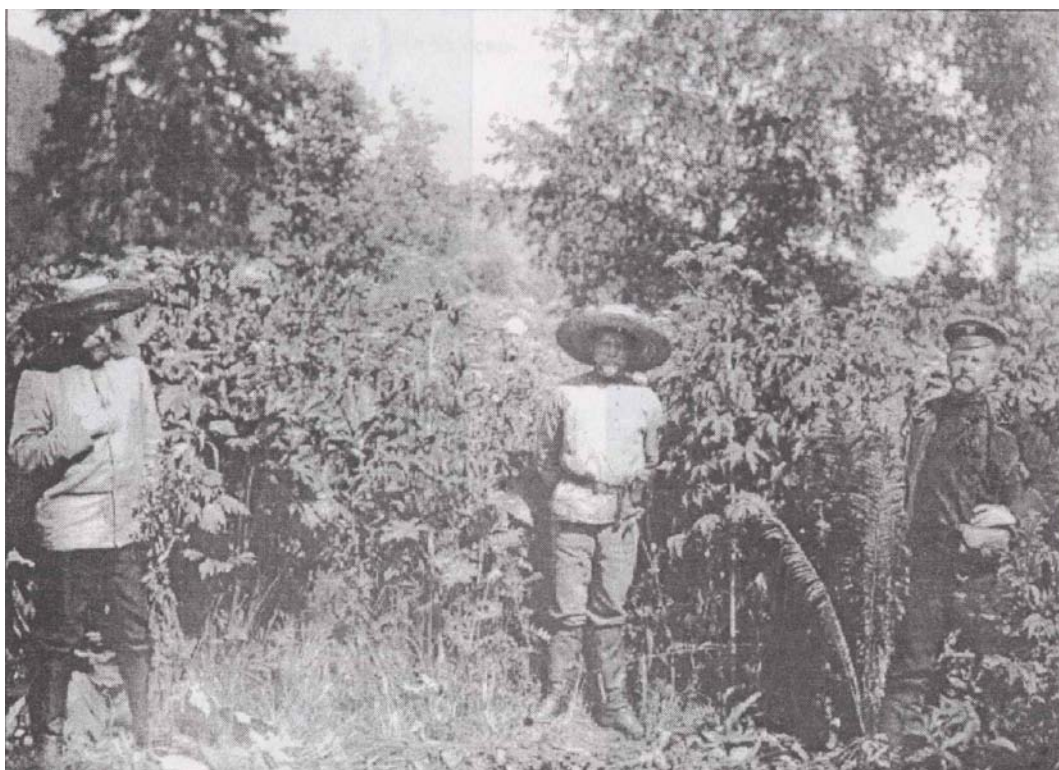


Рис. 3 Верховья р. Томи (Янишевский слева)

#### Литература

1. Янишевский М.Э. Глинистые сланцы, выступающие около г. Томска, Томск, 1915 г.
2. Янишевский М.Э. О миоценовой флоре окрестностей г. Томска, Петроград, 1915 г.
3. Парфенова М.Д. Историческая геология, основы стратиграфии и палеонтологии, Томск, 1999, 450 с.

### СОСТАВ И СТРОЕНИЕ ПЛАСТА А4 ДАНАНБЕРГОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.С. Сахарова<sup>1</sup>, Е.С. Королев<sup>1</sup>

Научный руководитель заведующая сектором седиментологии Е.А. Жуковская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск Россия,

<sup>2</sup>ОАО "ТомскНИПИнефть", г. Томск, Россия

Пробуренная в 2010 году скв. 7П Даненбергская подтвердила нефтегазоносность нижнемеловых отложений. В частности промышленно продуктивными признаны отложения пласта А<sub>4</sub><sup>1</sup> вартовской свиты, результатом изучения особенностей состава и строения которого посвящена данная работа. Даненбергское месторождение приурочено к Южно-Александровскому локальному поднятию Александровского свода в зоне его сочленения с Колтогорским мезопрогибом.

Пласт А<sub>4</sub> вскрыт скважиной в интервале 1741,15-1755,11 м и делится на два пласта А<sub>4</sub><sup>1</sup> и А<sub>4</sub><sup>2</sup>, которые отличаются по условиям формирования и по составу. В результате выполненного литолого-фациального анализа установлено, что для пластов группы А<sub>4</sub> доминирующим фактором транспортировки и осаждения терригенного материала являлись флювиальные потоки: А<sub>4</sub><sup>1</sup> - фации русла дельтовой протоки; А<sub>4</sub><sup>2</sup> - конуса прорыва, прируслового вала, межпластовые перемычки представлены осадками межруслового марша, отмершего русла - старицы. Это позволяет отнести изученный комплекс к дельтовым, а именно к дельтам с преобладанием речной энергии. Отмечается незначительное влияние на формирование отложений волновых и приливно-отливных процессов. Следует отметить, что отнесение тех или иных обстановок к разным типам по результатам исследования керн одной скважины является в некоторой степени условным.

Используя результаты выполненного в Томском госуниверситете ICP-MS анализа, были рассчитаны следующие литогеохимические модули Sr/Ba Ce/Ce\* Ti/Zr Ni/Co S Ce/SY (иттрий). Они подтвердили дельтовый генезис осадков - смешение пресных и соленых вод по таким модулям Sr/Ba и Ni/Co, окраино-континентальное положение, близкий источник сноса. При изучении пород пластов группы А<sub>4</sub> обнаруживается в целом равномерный уровень накопления лантаноидов. При этом в отложениях перекрывающих пласт А<sub>4</sub><sup>1</sup> в верху интервала устанавливается поступательное относительное обогащение элементами цериевой группы (от La до Eu) с локальной отрицательной аномалией Sm. А в нижней части интервала на фоне положительной аномалии Ce и отрицательной – Sm фиксируется обратный тренд дифференциации РЗЭ. Подобные геохимические

характеристики подчеркивают приоритет терригенного механизма накопления лантаноидов при смешении морских и континентальных вод.

Петрографический анализ показал, что песчаники русла дельтовой протоки пласта  $A_4^1$  представлены граувакковыми аркозами с однородной текстурой, псаммитовой мелкозернистой структурой, пористостью от 9,5 % до 16,4 %. В целом зерна средне отсортированные и слабо окатанные. Количество обломочного материала около 80 %, среди него на зерна кварца приходится 35-44 %, ПШ 34-40 % (КПШ резко преобладают), обломков пород 21-25 % (из них мусковита 0,6 - 1,8 %, биотита до 5,5 %). В состав обломков входят: кремнистые, кремнисто-сланцевые, сланцевые, глинистые породы, гранитоиды, эффузивы кислые, средние и основные, метаалевролиты. Встречаются акцессорные минералы: сфен, циркон, клиноцоизит, эпидот. Из аутигенных минералов наблюдаются единичные зерна глауконита размером 0,1-0,15 мм, а так же пирит в виде плотных включений сложной формы размером до 0,3 мм, мелких кристаллов и глобулей и их небольших скоплений, так же в виде тонкой сыпи. Видны постседиментационные изменения: уплотнение; контакты зерен изолированные, точечные, реже линейные, конформные; растворение, пелитизация, серицитизация полевых шпатов; коррозия и регенерация кварца. Преобладает незначительно цемент гидрослюдистый по составу (2,3-4,6 %) пленочно-поровый, с неравномерным распределением, а так же примерно в равном соотношении отмечен каолиновый и хлоритовый поровый и пленочно-поровый цемент с неравномерным распределением, эпизодически кальцитоморфного сидерита. Органическое вещество встречается в виде редких темно-бурых и буровато-красных полупрозрачных включений сложной формы, часто в ассоциации с пиритом.

Для пласта  $A_4^2$  в ряду фаций конуса прорыва и прируслового вала наблюдается уменьшение зернистости и ухудшение сортировки от хорошей до плохой при ориентированной и слоистой микротекстуре. Структура пород псаммо-алевритовая и алевро-псаммитовая, разнозернистая. Зерна слабо окатанные. По составу песчаники соответствуют граувакковым аркозам и полевошпато-кварцевым и кварцево-полевошпатовым грауваккам. Количество обломочного материала 68-80 % (кварца 33-49%, ПШ 22-39 %, обломков пород 15-33 %, мусковита до 5,4 %, биотита до 8,7 %). Состав обломков представлен кремнистыми, кремнисто-сланцевыми, сланцевыми, глинистыми породами, измененными эффузивами, хлоритами. Из акцессорных минералов наблюдаются сфен, циркон и эпидот. Из аутигенных минералов фиксируются лишь редкие зерна глауконита размером до 0,05 мм, и пирита в виде мелких глобулей и кристаллов и их небольших сростков, плотных скоплений удлиненной и сложной формы иногда в ассоциации с ОВ. На постседиментационные изменения указывает наличие точечных, в большей степени линейных, конформных контактов, растворение, пелитизация, серицитизация полевых шпатов и коррозия кварца. Преобладает глинисто-гидрослюдистый по составу цемент (4,0-18,6 %), пленочно-поровый, поровый с равномерным распределением, а так же в меньшем количестве хлоритовый и спорадически развит каолиновый и каемочки пелитоморфного сидерита. Органическое вещество темно-бурое и буровато-красное в виде ориентированных прожилков, а также включений сложной формы.

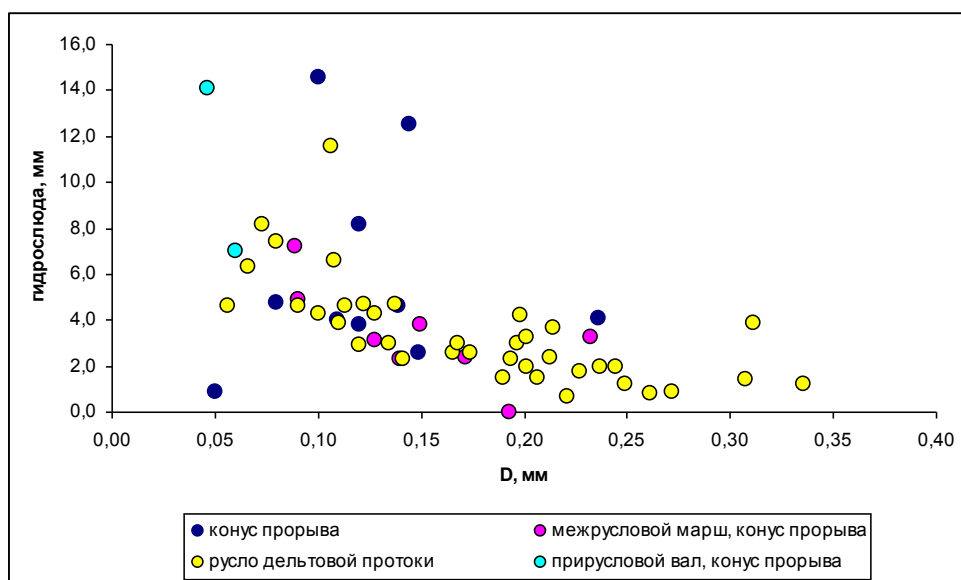


Рис. Содержание гидрослюдистого цемента от средневзвешенного диаметра песчаников Нижнемеловых отложений скв. 7П Даненберговского месторождения

В ходе исследования всех нижнемеловых отложений, вскрытых данной скважиной установлена следующая закономерность. С ростом зернистости песчаных пород резко сокращается содержание гидрослюда (рис.) и в цементе, такой же тренд наблюдается и для хлорита, хотя и менее выраженный. Пористость песчаников обратно пропорционально содержанию в цементе гидрослюда и хлорита. Все вышперечисленное позволяет сделать вывод о седиментационном контроле коллекторских свойств нижнемеловых пород и эффективности использования фациальных моделей при создании геологических и гидродинамических моделей для данного месторождения и для нижнемеловых объектов Томской области в целом.

Таким образом, по итогам выполненного литолого-фациального, литогеохимического и петрографического анализов отложения пластов  $A_4$  скважины 7П Даненбергского месторождения образовались в прибрежно-континентальной обстановке – отложения дельтового комплекса предположительно дельты флювиального типа. Данные отложения характеризуют, очевидно, переходный тип разреза от преимущественно морской вартовской к континентальной киялинской свите. Результаты литогеохимического анализа подтверждают обстановку осадконакопления, установленную фациальным анализом. Петрографический состав пород свидетельствует об относительно стабильном составе петрофонда, зависимости структуры и цементации песчаников от фациальной принадлежности пород. Также установлен седиментационный контроль коллекторских свойств пород пластов  $A_4$ .

## УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДА И ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В РАННЕМ-СРЕДНЕМ ОРДОВИКЕ

Ю.А. Ужегова

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

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

Десятилетия отложения ордовика Сибирской платформы изучаются многими исследователями, а в последнее время интерес к ним возрос в связи с прогнозами на их возможную нефтегазоносность.

Ордовикские отложения на платформе широко распространены и представлены всеми тремя отделами. Обнажаются они по окраинам Тунгусской синеклизы и на юго-западе платформы. Материалом для проведения настоящих исследований послужили образцы из стратотипических разрезов ордовикских отложений северо-запада Сибирской платформы. Стратотипы свит обнажаются в среднем течении р. Кулюмбэ, находящихся в очень пологом моноклиналильном залегании. Река расположена на северо-западе Тунгусской синеклизы, впадает в водохранилище Кулюмбэ. Отложения ордовика хорошо обнажены по обоим берегам и легко доступны для наблюдений, что позволяет проследить всю последовательность их напластования.

В разрезе преобладают карбонатные породы. В разрезе снизу вверх выделяются:

*Кулюмбинская свита*  $E_3 - O_1$  – обнажения на левом берегу р. Кулюмбе. Отложения представлены известняками темно-серыми, почти черными, крепкими, строматолитовыми или онколитовыми, иногда глинистыми.

*Уйгурская свита*  $O_1$  – свита представлена преимущественно известняками темно-серыми, полосчатыми и оолитовыми, с остатками брахиопод.

*Ильтыкская свита*  $O_1$  – свита представлена известняками серыми с желтоватыми алевритистыми примазками, гравелитистыми алевролитами, доломитами. В верхней части свиты известняки содержат фауну беспозвоночных.

Так же в свите отмечается биогермный массив, сложенный темно-серыми до черных плотными известняками, участками органогенно-обломочными и детритовыми, водорослевыми алевролитами.

*Гураргинской свита*  $O_2$  – породы представлены слоистыми известковистыми песчаниками, вишнево-красными алевролитами, в которых имеются пустоты (жеоды), заполненные кристаллами кальцита.

*Ангирская свита*  $O_2$  и *амарканская свита*  $O_2$  – согласно перекрываются *загорнинская свитой*, в основании которой располагаются песчаники серые. Выше отмечаются аргиллиты известковистые а также прослои серых органогенных известняков, с фауной трилобитов.

На юге Сибирской платформы стратотип ордовикских отложений представлен кривоуцкой свитой, породы которой представлены зеленоцветными, красноцветными известковистыми алевролитами и песчаниками. В породах встречены головоногие моллюски подкласса Endoceraoidea.

Карбонатные красноцветы, в которых обнаружена фауна эндоцератоидей, являются показателями аридного климата. Красно-бурая окраска породы связана с большим содержанием в осадке окислов железа. Такие осадки, в комплексе с остатками морских беспозвоночных животных могли формироваться в зоне морского мелководья и лагун. В аридных условиях близ береговой линии шло сильное испарение воды, где и происходило образование красноцветных карбонатов.

Для среднеордовикского морского бассейна Сибирской платформы верхнее течение р. Лена, близ поселка Кривая Лука, можно считать береговой линией.

Сравнивая породы юга и северо-запада Сибирской платформы можно сделать вывод о том, что они отличаются по своим литологическим и палеонтологическим характеристикам, а значит формировались они в разных физико-географических условиях. В среднем ордовике на юге Сибирской платформы была расположена прибрежная часть морского бассейна, в то время как северо-западные отложения находились в относительно глубоководной области. Горизонтальная слоистость алевролитов, свидетельствует о спокойной обстановке осадконакопления на дне.

В раннем ордовике на северо-западе Сибирской платформы формировались нормальные терригенные и карбонатные илы с биогермами и биостромами, пески с глауконитом, терригенные красноцветы. В среднем ордовике на северо-западе сохраняется морской бассейн с карбонатными илами.

Согласно теории образования и формирования месторождений нефти и газа благоприятным для них являются органогенные постройки – биогермы и биостромы, которые широко представлены в отложениях северо-запада платформы в частности в стратотипическом разрезе р. Кулюмбэ.

АНАЛИЗ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОТЛОЖЕНИЙ  
БЕЙСКОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХАКАСИИ

А.Н. Филимонов

Научный руководитель старший преподаватель В.М. Ермаков  
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия

Одной из основных задач геологии является выяснение закономерностей распределения в земной коре различных осадочных отложений и восстановления истории геологических событий, для изучения палеогеографических обстановок по конкретным осадочным образованиям.

Для сравнительного изучения палеогеографических обстановок, в отложениях бейской свиты ( $D_2$  bs), были исследованы обнажения осадочных образований, которые располагаются относительно друг друга на расстоянии 140 км. Первое расположено в Сыдо-Ербинской межгорной впадине в 3 км севернее пос. Сов. Хакасия Богградского района на берегу Красноярского водохранилища; второе в Южно-Минусинской впадине в 15 км западнее пос. Бельтырский Аскизского района в районе Хамзасского месторождения гипса.

В этих осадочных образованиях были обнаружены многочисленные ископаемые брахиоподы. Для анализа было отобрано около 40 образцов с хорошо сохранившимся замком и рисунком на верхней и нижней створках. Фаунистический анализ найденных образцов (количество борозд, расположение замка, седла и синуса) позволяет отнести их к роду *Acrospirifer cheechiel* Kon.,  $D_2$  gv (класс *Articulata*, отряд *Spriferida*), обитавших на Земле в среднем девоне ( $D_2$ ). Для них характерна известковая раковина, сильно вытянута по ширине, хорошо развитая арча, седло и синус. Замочный край прямой. На боковых частях створок располагаются крупные плоско-округленные ребра от 7 до 9 по каждую сторону седла и синуса [1]. Размеры взятых образцов брахиопод, в первом местонахождении варьируют от 1 до 3,6 см, а во втором местонахождении от 2,5 до 6 см.

На это было обращено особое внимание, т. к. в практически одновозрастных отложениях брахиоподы отличаются в размерах. В Совхакасском местонахождении, где они ранее не фиксировались, брахиоподы очень маленькие, и предполагается, что причиной всему этому была неблагоприятная палеогеографическая обстановка в данной местности. Эти брахиоподы, наверняка просто не успевали вырастать до крупных размеров, потому что часто менялся уровень моря. Постоянное колебание уровня моря в данной местности подтверждается наличием в пределах этой свиты многочисленных отпечатков различно-ориентированных знаков ряби. Часто наблюдается на одной поверхности изменение направления признаков ряби вплоть до перпендикулярного, что свидетельствует либо о резкой изменчивости климатических условий, либо об изменении направления береговой линии. К тому же еще, на наш взгляд, осадкообразование проходило в нестабильной тектонической обстановке, что подтверждается многочисленными местными угловыми несогласиями. Близкое расположение палеорифогенной постройки, сложенной кораллами-ругозами вида *Minusiella beljakovii Ivania* (определение Н.Г. Гумеровой, ТПУ, 2009), подчеркивает изменчивость солевого и температурного режима водного бассейна.

В вышележащих отложениях бейской свиты, полный разрез которой изучен у д. Мохово Г.И. Теодоровичем (1954) установлены «нормально морские» отложения со всеми фаунистическими горизонтами. Это подтверждает начало трансгрессии в среднем девоне живетского века.

Во втором случае наблюдается изменчивая палеогеографическая обстановка (сухой и жаркий климат с бассейнами лагунного типа, насыщенными сульфатами кальция). В этом случае, брахиоподы имеют большие размеры. Предполагается, что они обитали в более благоприятной для них среде, с меньшей частотой колебания уровня моря, и это позволило им вырастать в более крупных размерах. Более спокойная палеогеографическая обстановка подтверждается наличием Хамзасского месторождения гипса. Накопление осадочных отложений проходило в довольно спокойно тектонической обстановке.

Наличие в осадочных образованиях горизонтов конкреций, показывает динамику литогенеза. В первом случае обнаруживаются пустотелые конкреции с жеодами кристаллического кальцита размером до 25 см, что говорит о более высокой амплитуде температур в прибрежной части бассейна. Во втором случае, конкреции не имеют пустот и полностью построены тем же осадочным материалом, что указывает на преобладание более низких перепадов температур.

Проанализировав все факты, можно предположить, что в районе первого местонахождения во время живетского века сложилась следующая палеогеографическая обстановка: район находился в мелководном бассейне, с частыми сменами климатических и тектонических условий. Часто менялась глубина, температура и солевой состав бассейна, что подтверждается наличием конкреции и палеорифогенной постройки.

В районе Хамзасского месторождения гипса палеогеографическая обстановка была более спокойная, что позволило образоваться гипсоносным толщам, в отличие от первого района исследования.

Совхакасское местонахождение ископаемых брахиопод и кораллов, могут использоваться для палеонтологических исследований, экскурсий студентов и школьников, как туристический объект, а при надлежащем обследовании как резерв памятника природы.

## Литература

1. Парфёнова М.Д. Историческая геология с основами палеонтологии. - Томск: Изд-во НТЛ, 1999. – 524 с.: ил.



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕНДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ****М.Н. Шельхаева<sup>1</sup>**Научный руководитель доцент М.И. Шамина<sup>2</sup><sup>1</sup>ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На примере, преобразенского горизонта, вскрытого скважиной №6 Могдинского лицензионного участка Восточной Сибири проведена оценка нефтегазоносности карбонатных отложений, с использованием результатов петрографического, люминесцентно-микроскопического, литолого-фациального анализов, а также гамма-каротажа.

Могдинский лицензионный участок расположен на территории Непско-Ботуобинской антеклизы. Преобразенский горизонт, выделяемый в интервале 1948.2-1971.5 м, относится к подошвенной части катангской свиты венда, залегает с разрывом на породах ербогаченского горизонта и перекрывается карбонатными венд-кембрийскими отложениями усть-кутского горизонта. Для изучения литолого-петрографических особенностей были отобраны 20 образцов из преобразенского и верхней части ербогаченского горизонтов (рис.). Интервал 1956.5-1971.5 м представлен скрыто- и мелкокристаллическими биохомогенными доломитами с примесью глинистого материала, ангидрита и прослоями микрофитолитов. Эта часть разреза сформировалась в мелководных шельфовых условиях. Микротекстура доломитов от однородной слоистой до сгустково-комковатой и пизолито-оолитовой. Форменные элементы водорослевой природы сложены тонкозернистым и микритовым доломитом. Повсеместно развиты малоамплитудные стилолитовые зубчатые и зубчато-бугорчатые швы, выполненные органоминеральной массой. Пористость доломитов (по данным исследованиям лаборатории физики пласта) варьирует от 6 до 13 %, проницаемость от 2 до 43 мД.

Как видно из рисунка, доломиты интервала 1956.5-1971.5 м залегают между глинисто-карбонатными отложениями, которые часто представлены микритовыми доломитами и отмечаются в интервалах 1947.5-1956.5 и 1971.5-1975.5 м. По данным литолого-фациального анализа они образовались в прибрежно-морских условиях и являются так называемыми перемичками между пластами.

По методике Ларской Е.С. (1983), были определены типы органического вещества (ОВ) в шлифах, содержание которого колеблется от 1 до 5 %. Практически во всех образцах отмечается два типа ОВ:

- Дисперсное ОВ (сапропелевый тип), которое характеризуется нечеткими контурами, от темно-бурого до черного цвета, встречается в виде сгустков, в стилолитовых швах и межзерновом пространстве карбонатов, в виде равномерной смеси с основной массой породы, а также пропитывает форменные компоненты.

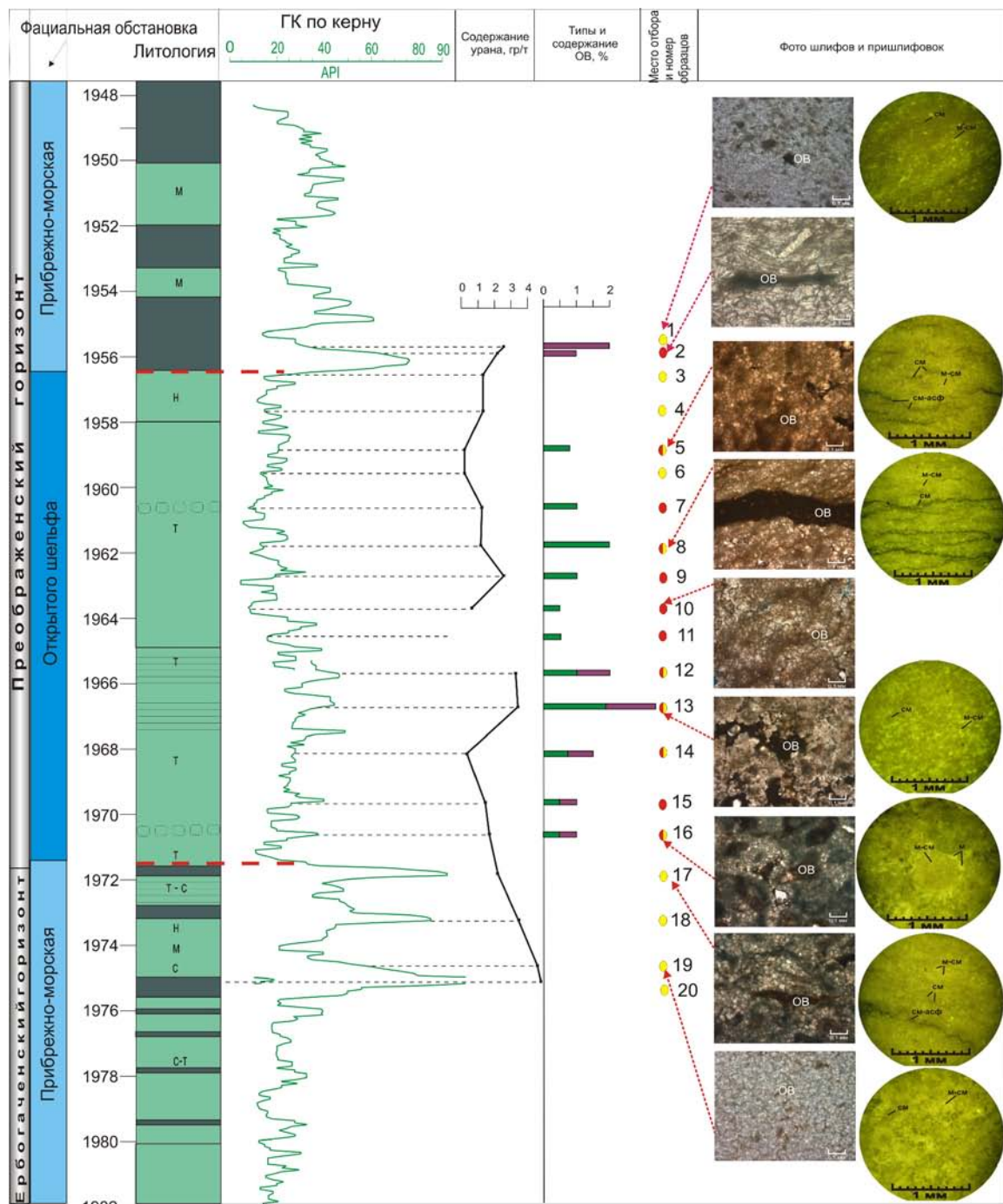
- Перемещенное ОВ (эпигенетические битумоиды) буровато-черное, желто-бурое, пропитывает межзерновое пространство карбонатов, а также выполняет пустоты, трещинки и микростилолитовые швы.

Для выявления наличия битумоидов и диагностики типов ОВ был проведен люминесцентно-микроскопический анализ, который установил, что практически все образцы содержат битумоиды, преимущественно смешанного генетического типа (эпигенетические и сингенетические). В доломитах (1956.5-1971.5 м) общее содержание битумоидов повышенное и высокое, преобладают битумоиды маслянисто-смолистого состава эпигенетического типа. Они не связаны с вмещающей породой и мигрировали в нее по трещинам и порам из других толщ, об этом свидетельствует пятнистое и трещинное распределение битумоидов в образцах. Форменные компоненты пород (комки и сгустки), состоящие из карбонатов, которые могут фиксировать в себе битумоиды, часто обуславливают неравномерность свечения битумоидов в породе (обр. 16. на рис.).

Глинисто-карбонатные породы и некоторые участки со слоистым доломитом и микрофитолитами, содержат пониженные, реже средние содержания битумоидов, более утяжеленного смолистого и относительно других пород высокие содержания ОВ сапропелевого типа. По всем признакам их можно отчасти отнести к сингенетично-битуминозными.

Для косвенной оценки нефтематеринского потенциала были проанализированы данные гамма-каротажа с целью выявления связи между содержанием урана и органическим веществом. Из рисунка видно, что на фоне невысоких средних величин естественной радиоактивности фиксируются значительные аномалии, которые соответствуют глинисто-карбонатным отложениям, реже низкопористым плотным доломитам. Также наблюдаются колебания значений гамма-активности в участках слоистого доломита и скопления микрофитолитов. Сравнение аномалий естественной радиоактивности пород с проявлением повышенных концентраций урана и скоплением ОВ показывает, что они совпадают (рис.). Более высокие содержания урана 3-4 мг обнаруживают глинисто-карбонатные породы (микритовые доломиты) и доломиты с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (пористость около 0.28 % проницаемость 0 мД) со скоплениями ОВ.

Таким образом, комплексное изучение вендских карбонатных отложений позволило выделить доломиты (в интервале 1956.5-1971.5 м) которые характеризуются повышенным содержанием битумоидов и по всем признакам являются коллекторами порово-трещинного типа. Данный интервал можно рекомендовать для испытаний. Изученные глинисто-карбонатные породы, обогащенные органическим веществом сапропелевого типа, напрямую связанного с повышенными содержаниями урана обладают определенным нефтегазогенерационным потенциалом, однако, незначительным для формирования скоплений углеводородов в вышележащих толщах.



Условные обозначения

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Литология</b>   | <b>Структуры</b>   | <b>Типы органического вещества (ОВ)</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Доломит</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Глинисто-карбонатная порода</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>н неяснокристаллический (микрит) &lt; 0,001 мм</li> <li>т тонкокристаллический 0,001 - 0,01 мм</li> <li>м мелкокристаллический 0,01 - 0,05 мм</li> <li>с среднекристаллический 0,05 - 0,25 мм</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 5px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> перемещенный (эпигенетический)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 5px; background-color: #800080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> сапропелевый</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 5px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> <small>первым указывается преобладающий тип</small></li> </ul> |
| <b>Виды анализа:</b>   | <b>Текстуры</b>  | <b>Примечание:</b> фото шлифов при 20 <sup>o</sup><br>ширина поля зрения 0,87 мм  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> петрографический</li> <li><span style="color: yellow;">●</span> люминесцентно-микроскопический</li> <li><span style="color: red;">---</span> границы интервала нефтенасыщенных доломитов</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> тонкослоистый</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span> комковатый</li> </ul> |   |
| <p>Сокращения: м - маслянистый, м-см - маслянисто-смолистый, см - смолистый, см-асф - смолисто-асфальтеновый битумоид</p>  |  |   |

Рис. Литолого-геохимический разрез карбонатных отложений преобразженского и ербогаченского горизонта Могдинского лицензионного участка

## МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

### ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ОБРАЗОВАНИЯ МЕЗОТЕРМАЛЬНЫХ ЗОЛОТЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК ПРОИЗВОДНЫХ ГРАНИТ-ДИОРИТ-ДОЛЕРИТОВЫХ ФЛЮИДНО-МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

И.В. Кучеренко, профессор

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

Недооценка места и роли магматитов малых форм в реконструкции процессов гидротермального рудообразования, против которой высказывались выдающиеся ученые середины XX столетия Х.М. Абдуллаев [1], Ф.И.Вольфсон [2], В.Н.Котляр [3], представляется одной из главных причин того, почему из известных в геологии золота, например, полигенной [4], метаморфогенной [5], гранитогенной [6] и базальтогенной [7, 8] концепций последняя до сего времени остается наименее популярной. Между тем, в приложении к мезотермальным золотым месторождениям, образованным в кристаллическом субстрате и в толщах черных сланцев осадочных бассейнов, найдены и сравнительно давно опубликованы [9 – 11] факты, которые не вписываются в доказательную базу первых трех концепций, но гармонично сочетаются в системе доказательств последней, предполагающей генетическую связь рудообразования с поздним умеренно щелочным базальтоидным магматизмом, завершающим становление антидромных гранит-диорит-долеритовых флюидно-магматических комплексов.

В докладе приведены и обсуждаются упомянутые факты, с большей или меньшей полнотой выявленные в мезотермальных золотых месторождениях «несланцевого» типа в кристаллическом субстрате, – раннепалеозойских Центральном и Берикульском (Кузнецкий Алатау), позднепалеозойских Когадыр (Южный Казахстан), Ирокиндинском, Западном, Богодиканском, Верхне-Сакуканском, отчасти Кедровском, Каралонском (Северное Забайкалье), и в месторождениях «сланцевого» типа, образованных в толщах черных сланцев, – позднерифейском Советском (Енисейский край), среднепалеозойском Холбинском (Восточный Саян), позднепалеозойских Кедровском, Каралонском (Северное Забайкалье), Сухоложском (Ленский район), Чертово Корыто (север Патомского нагорья).

Ранее были приведены доказательства того, что месторождения обеих совокупностей несут в себе черты глубокого геолого-генетического родства [10]. Все месторождения контролируются глубинными разломами и опережающими их структурами, руды сложены сходными, с незначительными вариациями наборов минеральных видов, минеральными комплексами, последовательно сменяющими один другой во времени и образованными в близких физико-химических и термодинамических условиях функционировавших в пульсационном режиме процессов. Кварцево-жильные руды в кристаллическом субстрате и жильно-прожилково-вкрапленные кварцево-сульфидные руды в толщах черных сланцев сопровождают околорудные в первом случае и рудообразующие во втором метасоматические и геохимические ореолы, в определяющих чертах сходные соответственно по минерало-петрохимической и геохимической зональности. Метасоматические ореолы представляют обычное сочетание березитовой в тыловых зонах и пропилитовой в периферийных зонах формаций. Изотопные отношения углерода жильных и метасоматических карбонатов и серы сульфидов, как правило, близки к метеоритному стандарту, а нередкие отклонения от этого стандарта изотопного состава сульфидной серы в месторождениях «сланцевого» типа объясняются унаследованием части серы вмещающих руды черных сланцев, поскольку последними сложена основная масса руды. Геохимические ореолы, занимая меньшие объемы, вписываются в метасоматические, а распределение рудогенных элементов в них подчиняется минерало-петрохимической зональности [12]. Во всех породах от кларковых (субкларковых) значений вне и на дальней периферии метасоматических ореолов в направлении к тыловым зонам и рудным телам содержания, дисперсия распределения золота, серебра, мышьяка, ртути и других металлов, Au-Ag-отношение, коэффициенты корреляции золота с серебром и другими сопровождающими металлами возрастают, достигая максимумов в тыловой березитовой зоне, сопоставимых с перечисленными статистическими параметрами, свойственными рудам. Содержания золота в околорудных березитах соотносятся с таковыми в рудах: в обрамлении богатых рудных столбов они более высокие (до граммов в тонне породы) сравнительно с березитами, смежными с бедными рудами, в которых содержания золота не превышают десятков мг/т.

Найдено простое объяснение того, почему в месторождениях обеих совокупностей обычны противоположные зависимости между объемами руд и содержаниями в них золота: в апосланцевых крупнообъемных, нередко крупных и уникальных по запасам месторождениях средние содержания золота в рудах не превышают первых г/т при отсутствии рудных столбов, в отличие от малообъемных, преимущественно жильных месторождений, образованных в кристаллическом субстрате, среди которых даже крупные по запасам объекты редки, рудные столбы богатых руд – обычное явление, а средние содержания металла варьируют от многих г/т до десятков и сотен г/т. [13]. Геологи, разделяющие идеи метаморфогенной и полигенной концепций, предполагающих местные (породные) источники сосредоточенного в рудах золота, видят в этом факте, в частности, одно из оснований для противопоставления месторождений той и другой совокупностей.

Причина различий заключается в проницаемости среды, в которую проникают напорные металлонесные растворы. В высокопроницаемых интенсивно трещиноватых сланцевых толщах поступающие в

них по стволowym раствороподводящим разломам кристаллического фундамента в пульсирующем режиме потоки растворов разделяются на множество струй и пропитывают значительные объемы сланцев. Доказательством этому служит структура рудовмещающего метасоматического ореола типа «слоеного пирога», которая характеризуется многократным чередованием тыловых зон березитов (березитоидов) и периферийных зон более слабых пропилютоподобных изменений сланцев. Возможности для пространственного совмещения в локальных объемах минеральных комплексов – производных последовательных порций растворов, в том числе продуктивных, которое обеспечивает наращивание концентраций золота и других металлов, ограничены. В противоположность этому в кристаллическом, как правило, массивном, а, следовательно, мало проницаемом субстрате путями движения и консервации [14] металлоносных растворов служат рассредоточенные разломы-трещины, оперяющие стволые раствороподводящие, а через раствороподводящую функцию и рудоконтролирующие разломы. Они способны вместить несопоставимо меньшие объемы металлоносных растворов, последовательные порции которых повторяют одни и те же подновляемые при тектонических деформациях рудного этапа пути – рудовмещающие разломы. Благодаря этому достигается более эффективное по сравнению со сланцевыми толщами концентрирование металлов в локальных объемах жил, в том числе обеспечивается образование рудных столбов. Однако в последнем случае имеющееся пустотное пространство не способно вместить в полном объеме поступающие металлоносные растворы и последние, вероятно, находят пути для дальнейшего перемещения вверх, скажем, по тем же раствороподводящим глубинным разломам, достигающим дневной поверхности. Очевидно, при реализации этого варианта развития событий значительные массы металлоносных растворов рассеиваются и не «работают» на образование месторождений.

Перечисленные многократно озвученные в публикациях факты естественно оценивать не иначе как признаки образования месторождений в результате одних и тех же рудообразующих процессов, повторяющихся во времени и пространстве.

Для суждения о геологическом процессе, инициировавшем и обеспечивавшем рудообразование, дополнительно привлекаются два факта. Один из них раскрывает пространственно-временные соотношения руд и магматических пород и представляет магматический критерий связей рудообразования с магматизмом, второй характеризует некоторые важные для понимания сущности метасоматического и в целом гидротермального процесса петрохимические особенности березитов и обозначен как петрохимический критерий упомянутых связей. Оба факта взаимно дополняют друг друга.

**Магматический критерий.** Мезотермальные золотые месторождения совмещены с ареалами образования плутонических горных пород, условия залегания и последовательность становления которых, реконструированная по структурным соотношениям и признакам термического воздействия поздних производных на ранние, единообразно повторяются в ряде объектов в возрастном диапазоне до 35...70 млн л.

В наиболее полном объеме выделяемые магматические комплексы включают ранние плутоны (массивы) гранитоидных пород или зрелые очагово-купольные постройки с гранитами, гранодиоритами до кварцевых диоритов в ядерных частях (Кедровский купол). В плутонах, куполах и их обрамлении обычны дайки аплитов, фельзитовых микрогранит-порфиров, гранитных пегматитов. В других случаях кислые породы представлены протяженными поясами даек микрогранитов, гранит-порфиров, как, например, в центральной части Бодайбинского прогиба, где сосредоточены золоторудные месторождения, в том числе Сухоложское. В числе изученных месторождений есть объекты, в которых кислые изверженные породы, к которым близки по возрасту руды, залегают в форме редких даек среди древних гранитоидов (Верхне-Сакуканское месторождение), или архейских ультраметаморфитов (Ирокиндинское месторождение).

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -отношения в минералах ранних кислых пород комплексов отвечают мантийным меткам и подчеркивают их образование посредством плавления корового субстрата под воздействием мантийных флюидов-теплоносителей.

Кислые породы сменяются диоритоидами, залегающими, в частности, среди ранних гранитоидов в форме даек или, в сланцевых толщах, даек и силлов. Среди диоритоидов диагностированы микродиориты, диоритовые порфириты, дайки которых пересекают дайки кислых пород, но гидротермально изменены около руд.

На следующем и завершающем становление комплексов этапе флюидно-магматической активности образованы базитовые дайки не менее пяти генераций и рудные тела. Насколько можно судить по ситуации в Бериккульском месторождении, среди базитовых даек – умеренно щелочных долеритов не менее двух генераций образованы до начала рудообразования – пересекая гранитоиды и диоритоиды, в том числе залегающая в плутонах, долериты в контактах с рудными телами преобразованы в березиты. Нередко золоторудные кварцевые жилы следуют этим дайкам, пересекая их при переходе из одного бока в другой. Диагностированы внутрирудные дайки умеренно щелочных долеритов, – они пересекают ранние минеральные комплексы руд, но пересечены поздними и гидротермально изменены в контакте с ними. Поздние дайки не менее двух генераций, как и дорудные, пересекают одна другую и поздние минеральные комплексы руд, но почти не содержат эпигенетических минеральных ассоциаций.

В тех месторождениях, в которых золоторудные жилы частично или полностью залегают среди предшествовавших им гранитоидов (Когадыр, Центральном, Кедровском, Каралонском), как, впрочем, и в других породах, дорудные дайки умеренно щелочных долеритов в участках слабого изменения на некотором удалении от руд демонстрируют стабильность минерало-химического состава при отсутствии послегранитных дорудных гибридных даек. Это исключает смешение базальтовых расплавов с кислыми магмами, которые, следовательно, к моменту инъекций ранних базальтовых расплавов, а затем и ранних порций металлоносных растворов уже не существовали. Существовали массивы гранитоидных пород, которые в результате предрудных

тектонических деформаций рассекались разломами – каналами поступления расплавов и растворов из глубинных магматических очагов. Приведенный факт подчеркивает чрезвычайно малую вероятность генерации металлоносных растворов в уже раскристаллизованных кислых магмах.

Особый интерес для реконструкции флюидно-магматического процесса представляют внутрирудные дайки умеренно щелочных долеритов, детально изученные в Бериккульском, Холбинском, Кедровском, Сухоложском месторождениях, в месторождении Чергово Корыто. Залегая среди свежих или слабо измененных пород – гранитов, мигматитов, гнейсов, углеродистых терригенных сланцев, они преобразованы в полнопроявленные метасоматиты, в том числе на удалении от рудных тел. В составе обычных для пропицитов минеральных ассоциаций (эпидота, хлоритов, альбита и др.) участвуют высокотемпературные минералы – роговая обманка и биотит, которые отсутствуют в околорудных метасоматических ореолах мезотермальных золотых месторождений березит-пропицитового профиля. Амфиболизация долеритов обычно слабая, но содержание новообразованного биотита достигает 40...50 объ. % В аподолеритовых метасоматитах рудного этапа в Холбинском месторождении венчики пластинок наиболее позднего свежего биотита обрамляют кристаллы бывшего пироксена, полностью замещенного тонкозернистым агрегатом серицита, альбита, кварца, хлорита, эпидота, карбонатов. Эти факты доказывают флюидопроводящую в горячем состоянии функцию даек и более высокотемпературный по сравнению с березитизацией-пропицитизацией режим внутридайкового метасоматизма, а фиксируемое обогащение аподайковых метасоматитов золотом и другими металлами – присутствие в растворах их соединений. Очевидно, высокотемпературный режим внутридайкового метасоматизма обеспечивался дополнительным разогреванием растворов в еще горячих дайках. Из этих фактов также следует вывод, согласно которому поступление металлоносных растворов в область рудообразования происходит вслед за инъекцией базитовых расплавов с интервалом времени, в течение которого образующиеся внутрирудные дайки не успевают остыть.

**Петрохимический критерий.** Открытие контрастных аномалий группы фемофильных элементов (Р, Ti, Mg) в околожильных березитах Ирокиндинского месторождения в ближнем (до 1,5 км) обрамлении Келянской зоны глубинных разломов [15] актуализировало целесообразность оценки масштабов распространения этого явления и условий его возникновения. Исчезновение в золотоносных березитах аномалий фемофильных элементов по мере удаления от глубинного разлома в сочетании со снижением содержания титана в метасоматическом пирите, запасов золота в жилах, отсутствием признаков выноса их из вмещающих (окружающих) руды и околорудные метасоматические ореолы пород квалифицирует Келянскую зону глубинных разломов как раствороподводящий канал, по которому золото, сопутствующие ему, в том числе обсуждаемые элементы поступали в область рудообразования. В дальнейшем к перечню фемофильных элементов добавлены Fe, Mn, Ca, а контрастные приразломные аномалии всей этой ассоциации с коэффициентами концентрации до 10...11 выявлены в околорудных золотоносных березитах и биотитовых метасоматитах, образованных во внутрирудных дайках умеренно щелочных долеритов, в Кедровском месторождении, в апосланцевых золотоносных березитах месторождений Каралонского и Чергово Корыто [11]. Судя по приведенным в [11] фрагментарным сведениям из литературных источников, рутил в повышенных количествах присутствует в околорудном пространстве Советского, Сухоложского месторождений, кристаллы голубого и розового апатита – в золотоносных жилах последнего, повышенные концентрации титана отмечены в золотых рудах и метасоматитах месторождений Колар, Мангалуру в Индии, Обуаси в Гане, Кэтлин, Коннемара в Западной Австралии и ряда других.

Известно, что титан, фосфор, магний, железо характеризуют петрохимические черты ультраосновных, основных и продуктов их дифференциации щелочных магм, – производных мантийного магматизма, более того, накапливаются в них в промышленных масштабах (Волковское, Качканарское, Хибинское месторождения).

Маловероятно получить удовлетворительное объяснение всем приведенным фактам в их сочетании с позиций конкурирующих полигенной, метаморфогенной, гранитогенной концепций. Напротив, высока вероятность генерации металлоносных растворов в очагах умеренно щелочных базальтовых расплавов и образование мезотермальных золотых месторождений в кристаллическом и сланцевом субстрате на завершающих этапах функционирования повторяющихся во времени и пространстве антидромных гранит-диорит-долеритовых флюидно-магматических комплексов. В этом случае рудно-магматические системы включают мантийные магматические очаги, вскрывающие их глубинные разломы – каналы пульсирующего чередующегося поступления умеренно щелочных базальтовых расплавов и металлоносных растворов в верхнекоровые блоки их консервации в оперяющих раствороподводящие глубинные разломы структурах.

#### Литература

1. Абдуллаев Х.М. Дайки и оруденение.– М.: Госгеолтехиздат, 1957. – 232 с.
2. Вольфсон Ф.И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 224с.
3. Котляр В.Н. О магматических комплексах и оруденении // Советская геология. – 1955. – № 43.
4. Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В., Спиридонов А.И. и др. Геодинамические условия формирования золоторудных месторождений Бодайбинского неопротерозойского прогиба // Доклады РАН. – 2006. – Т. 407.– № 6. – С. 793–797.
5. Фридовский В.Ю., Гамянин Г.Н., Горячев Н.А. Геолого-генетическая модель формирования стратифицированных золото-кварцевых месторождений Южного Верхоянья // Отечественная геология. – 2006. – № 5. – С.33 – 37.
6. Гамянин Г.Н., Горячев Н.А., Бахарев А.Г. и др. Условия зарождения и эволюции гранитоидных золоторудно-магматических систем в мезозоидах северо-востока Азии. – Магадан: СВ КНИИ ДВО РАН, 2003. – 196 с.

7. Русинова О.В., Русинов В.Л. Метасоматический процесс в рудном поле Мурунтау (Западный Узбекистан) // Геология рудных месторождений. – 2003. – Т. 45. – № 1. – С. 75–96.
8. Кучеренко И.В. Петрологические и металлогенические следствия изучения малых интрузий в мезотермальных золоторудных полях // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 1. – С. 49 – 57.
9. Кучеренко И.В., Грибанов А.П. Взаимоотношения дайковых образований с золоторудными кварцевыми жилами в Берикольском рудном поле // Известия Томского политехнического института. – 1968. – Т. 134. – С. 153 – 158.
10. Кучеренко И.В. Концепция мезотермального рудообразования в золоторудных районах складчатых сооружений южной Сибири // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т.304. – № 1 – С. 182 – 197.
11. Кучеренко И.В. Теоретические и прикладные аспекты изучения геохимии титана, фосфора, магния в мезотермальных золотых месторождениях. Часть 1. // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 2 – С. 49 – 55.
12. Кучеренко И.В. Петролого-геохимические свидетельства геолого-генетической однородности гидротермальных месторождений золота, образованных в черносланцевом и несланцевом субстрате // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311. – № 1 – С. 25 – 35.
13. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верховин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений, образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 1 – С. 23 – 38.
14. Кучеренко И.В. Эмпирические свидетельства концентрационно-диффузионного механизма массопереноса в процессах околотрещинного гидротермального метасоматизма // Известия национального исследовательского Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 316. – № 1 – С. 9 – 15.
15. Кучеренко И.В. О фосфор-магний-титановой специализации золотоносных березитов // Доклады АН СССР. – 1987. – Т. 293. – № 2. – С. 443 – 447.

## ГЕОЛОГИЯ МАРСА

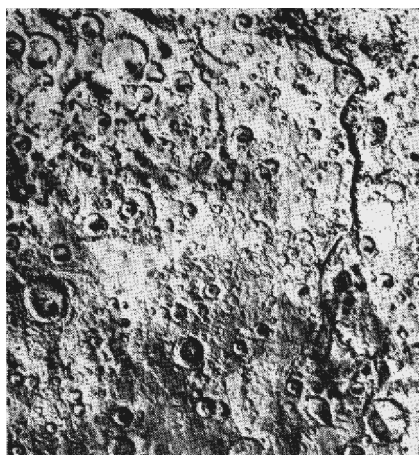
С.Н. Аксенов

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

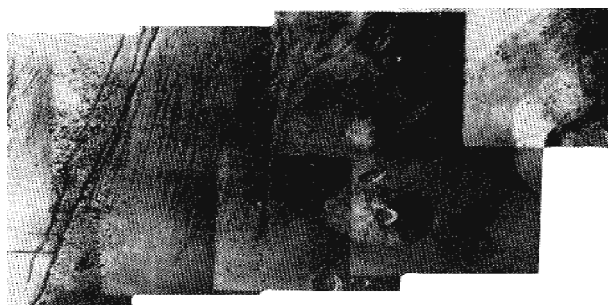
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Как и фантасты, ученые обычно представляют Марс уменьшенной копией нашей планеты, но с более холодным и засушливым климатом. Считается, что его поверхность сформировалась под воздействием тех же процессов, что происходили на Земле.

На Марсе широко распространены кратеры, образованные ударами о его поверхность метеоритов, астероидов и комет. Облик большей части южного полушария Марса определяют относительно крупные кратеры (диаметром более 15 км) и кольцевые кратерные бассейны, сформировавшие сильно кратерированные местности – аналоги лунных материков (рис. 1). Однако в отличие от них в кратерированных местностях Марса доля относительно ровной межкратерной поверхности заметно выше. Это связано с тем, что на ранних стадиях геологической истории Марса в пределах сильно кратерированных местностей были широко развиты равниннообразующие процессы.



*Рис. 1. Сильно кратерированная поверхность южного полушария Марса в районе долины Маадим. Фотомозаика снимков «Викинга-1»*



*Рис. 2. Типичная система грабенов и разломов – Керавнские борозды (слева) в области вулканотектонического поднятия Фарсида, вулканические купола Урана (вверху), Керавнский (внизу) и патера Урания (справа). Мозаика фотографий «Викинга-1»*

Совокупность всех наблюдаемых на Марсе ударных образований – своеобразная летопись кратерообразования на его поверхности от времен догеологических и до современного периода. При этом, если на ранних стадиях планетной истории (более 4 млрд. лет назад) интенсивность ударных процессов была наибольшей, то в период 3,8...3,5 млрд. лет назад она уменьшилась и продолжала последовательно затухать. Роль кратерообразования в формировании облика поверхности планеты стала второстепенной, а доминирующими процессами на поверхности стали тектонические, вулканизм и экзогенная активность.

На Марсе наблюдаются крупномасштабные проявления эндогенной тектоники, что значительно сближает эту планету с Землей. Наиболее активное развитие эндогенной тектоники на Марсе выразилось в асимметрии между северным и южным полушариями, в формировании обширных сводовых поднятий Фарсида и Элизии. В этих областях наиболее активно проявились главные особенности тектоники Марса, включающие системы гигантских грабенов и разломов (общая протяженность до 1000 км), гряд и линейментов поднятия Фарсида, каньонов долин Маринер, провальных депрессий (хаотические местности) и связанных с ними крупнейших долин.

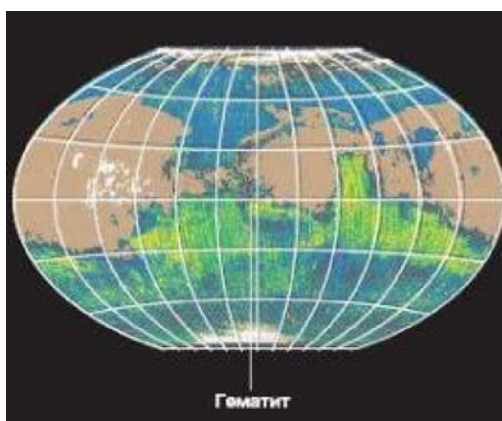
Асимметрия полушарий планеты отвечает, вероятно, двум типам ее коры. Раздел между этими разновысотными уровнями прослеживается в виде планетарного уступа, протянувшегося на 2/3 окружности планеты. Эта граница подчеркивается системой разломов. В настоящее время еще нет достаточной ясности в понимании причин такого строения марсианской коры. Одно из возможных объяснений асимметрии Марса – проявление конвективных движений в мантии на ранних этапах геологической истории. Самыми впечатляющими тектоническими провинциями, которые усиливают асимметричность поверхности Марса, являются области Фарсида и Элизии.

Область Фарсида занимает около 1/4 поверхности Марса. Это гигантское сводовое поднятие возвышается над древними материковыми возвышенностями более чем на 5 км и осложнено крупнейшими вулканами, поднимающимися над центральной частью на 15...17 км. В пользу того, что область Фарсида образовалась в результате вертикальных тектонических движений, свидетельствуют следующие особенности: ярко выраженное высотное положение области и обширная радиально-концентрическая система грабенов и разломов, которые четко прослеживаются как по периферии области, так и (в виде «окон») среди вулканических местностей центральной зоны (рис. 2). «Окна» представляют собой древнейшие участки этого плато.

Структурные и стратиграфические особенности области свидетельствуют о том, что общее поднятие и заложение основной системы разломов произошло до того, как здесь проявился вулканизм. Общая ориентация структурных элементов Фарсиды, достигающих нескольких километров в ширину и сотен километров в длину, качественно согласуется с распределением напряжений, возникающих, как правило, при региональном куполообразовании, а наблюдаемые различия в ориентации грабенов указывают на длительную историю развития деформаций. В отличие от Земли, где из-за интенсивных экзогенных процессов тектонические разломы сильно нивелированы и отождествляются на поверхности лишь по структурным особенностям и в основном по косвенным признакам, на Марсе грабены и разломы обнажены поразительно резко и часто прослеживаются в своем первозданном морфологическом виде на многие сотни и тысячи километров.

Для Марса характерны крупные вулканические сооружения типа щитовых вулканов, вулканических куполов и провальных кальдер, что заметно отличает его от Луны и Меркурия. В то же время, так же как на Земле, Луне и Меркурии, на Марсе не менее широко развит площадной вулканизм.

Вулканы Марса поражают своими масштабами. Горы Олимп, Арсия, Павлина и Аскрийская (область Фарсида) достигают в основании многих сотен километров. Самый крупный вулкан на Марсе – гора Олимп – имеет поперечник около 600 км и поднимается над своим основанием на 27 км. Почти по всему периметру основания этого вулкана прослеживается уступ высотой в несколько километров, что отличает этот вулкан от других марсианских вулканов.



**Рис. 3. Состав инфракрасных спектров указывает на типы горных пород. В южном полушарии преобладает базальт (зеленый цвет), а на севере – андезит (синий цвет).**

**Близ экватора видны обнажения гематита (красный цвет), образовавшиеся, как правило, при наличии воды. Определить типы пород, скрытых пылью (желто-коричневый цвет) или облаками (белый цвет), пока не удастся**

Согласно наблюдениям с орбиты и анализу коллекции марсианских метеоритов, поверхность Марса состоит, главным образом, из базальта. Есть некоторые основания предполагать, что на части марсианской поверхности материал является более кварцосодержащим (рис. 3).

## Литература

1. Кузьмин Р.О. К вопросу о строении криолитосферы Марса // Проблемы приолитологии. – М., 1977. – Вып. 6.,7. – С. 7.
2. Кузьмин Р.О. Определение глубины залегания льдистых пород на Марсе по морфологии свежих кратеров // ДАН СССР. – 1980. – Т. 252. – № 6. – С. 1445.
3. Кузьмин Р.О., Бобина Н.Н., Забалуева Е.В., Шашкина В.П. // Астрономический вестник. –1988. – Т. 22. – № 3. – С. 195.

**120-ЛЕТИЕ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА  
А.М. КУЗЬМИНА – УЧЕНОГО, ГЕОЛОГА, ПЕДАГОГА  
Д.С. Анорин, В.В. Некрасов**

Научный руководитель заведующий лабораторией А.Я. Пшеничкин  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Алексей Михайлович Кузьмин родился 27 марта 1891 года в г. Симский завод Уфимской губернии (ныне Челябинская область) в семье мещан. Его отец, Михаил Васильевич (1868–1935), служил в почтово-телеграфном ведомстве до 1905 г. в Чите, затем – в Петербурге. Мать, Александра Викторовна (урождённая Волкова, 1872–1901), занималась домашним хозяйством. После смерти матери Алеша воспитывался в семье брата отца, который был дьячком в г. Уфе. Поэтому в некоторых бумагах упоминалось, что отцом Алексея был дьячок. В 1906 г. отец с дочерью уехал во Францию, где и умер. Чтобы не прерывать обучение в гимназии, Алеша Кузьмин остался в России.

По окончании гимназии в г. Уфе А.М. Кузьмин в 1912 г. поступил на естественно-историческое отделение физико-математического факультета Казанского университета, где со 2-го курса специализировался по минералогии и геологии. Окончил университет в 1917 г. с дипломом 1-ой степени, присвоением звания кандидата естественных наук и был оставлен на кафедре минералогии и петрографии для приготовления к профессорскому званию. По поручению Казанского общества естествоиспытателей, летом 1917 г. он собрал и обработал петрографический материал по Берёзовскому золоторудному месторождению (Урал).

С 1 октября 1918 г. по распоряжению министра народного просвещения России А.М. Кузьмин был прикомандирован в качестве профессорского стипендиата (аспиранта) к Томскому технологическому институту и находился на этой должности по 1 января 1921 г. В 1918–1919 гг. принимал участие в организации в Томске Сибирского геологического комитета и Института исследований Сибири. В 1927–1931 гг. являлся учёным секретарём Сибгеолкома и заместителем начальника Западно-Сибирского геологического управления. Вместе с М.А. Усовым руководил всей научно-исследовательской работой Управления и Геолкома. С 1 июля 1930 г. заведовал кафедрой Сибирского геологоразведочного института. С апреля 1933 г. – исполняющий обязанности профессора и заведующий кафедрой минералогии, а с 1934 г. – декан геолого-почвенно-географического факультета Томского государственного университета. С 1935 по 1974 г. бессменно руководил кафедрой минералогии и кристаллографии Томского политехнического университета. 23 декабря 1936 г. А.М. Кузьмин был утверждён в звании профессора, а 17 марта 1937 г. ему присуждена учёная степень кандидата геолого-минералогических наук без защиты диссертации. В 1947–1948 гг. являлся (по совместительству) старшим научным сотрудником Западно-Сибирского филиала АН СССР.

13 марта 1948 г. Алексей Михайлович защитил докторскую диссертацию по теме «Периодически-ритмические явления в минералогии и геологии», представляющую глубокую философско-методологическую работу. На основании обобщения огромного фактического материала Алексей Михайлович попытался сформулировать общий закон о непрерывно-прерывистых явлениях в геологии и дать ему количественную интерпретацию. Диссертация была направлена на отзыв во многие научно-исследовательские и академические институты и получила поддержку академика В.А.Обручева и других учёных. Однако диссертация не была утверждена ВАКом, – А.М. Кузьмина обвинили в космополитизме. Впоследствии часть материалов диссертации была издана в виде монографии "Слой и наслоение" – первое детальное исследование тончайших нюансов в динамике процессов образования осадков.

Вся научная и практическая деятельность А.М. Кузьмина была тесно связана с изучением геологии и минерального сырья Западной Сибири. Он является одним из основоположников современных воззрений на строение Алтае-Саянской складчатой области, впервые дал для неё обоснованную тектоно-стратиграфическую схему и выделил салаирскую складчатость. В 1929 г. впервые провел расчленение отложений ледникового периода в Кузнецком Алатау.

Многие годы А.М. Кузьмин был тесно связан с Кузнецким металлургическим комбинатом. Им дана первая оценка площадки, на которой построен комбинат. Занимался поисками железных руд, флюсовых известняков и огнеупорных глин для комбината. В 1930 г. Алексей Михайлович поставил вопрос о поисках в Горной Шории новых месторождений железа для металлургического комбината, которые были впоследствии открыты (Кондомская группа).

А.М. Кузьмин был первым учёным, который ещё в 20 гг. XX века обосновал возможность нахождения бокситовых руд на территории от Урала до Тихого океана и, в частности, на территории Западной Сибири и северной части Казахстана, что полностью подтвердилось более поздними исследованиями. В период Великой Отечественной войны оказывал помощь Туимскому вольфрамовому руднику (Хакасия) в изучении геологии и направлении горно-эксплуатационных работ.



К Алексею Михайловичу постоянно обращались за консультациями учёные, геологи производственных и научных организаций. Вот лишь два примера.

В 1932 г. со служебной запиской обратился к нему профессор Сибирского геологоразведочного института М.А.Усов: «Служебная записка № 257 от 10.10.1932 г. Кузьмину. Многоуважаемый Алексей Михайлович, получен запрос от железнодорожников о возможности проведения ж.д. линии по осыпям западного склона Мустага. Сообщите, пожалуйста, кто из геологов (может быть, вы сами) знаком с этими местами и мог бы проконсультировать по данному вопросу. С приветом, М. Усов».

В 1950 г. начальник одной из партий, находившейся в г. Ленинск-Кузнецком, Э.М. Сендерзон (выпускник ГРФ Томского индустриального института 1938 г.) телеграфирует: «Томск, Политехнический институт, Геологоразведочный факультет, профессору Кузьмину. Завтра 20 октября высылаю самолёт лётчик Головин прошу быть аэропорту 14 часов. Сендерзон». Много ли было тогда учёных, за которыми присылали самолёт?

В конце 50-х – начале 60-х годов А.М. Кузьмин сконцентрировал своё внимание на проблемах минералогии, кристаллографии и теоретической петрографии. Им был описан минерал хёгбомит из Горной Шории, при более детальном исследовании оказавшийся ибонитом. Это вторая находка ибонита в мире (первая была сделана на о. Мадагаскар). Им издана монография по щелочным полевым шпатам с оригинальными выводами об их генезисе. Ценны его работы в области массовой кристаллизации и природы несовершенства строения кристаллов.

В 50-е годы в геологии проявляется большой интерес к проблеме источников магм и руд. Используя гипсометрический закон распределения материи, находящейся в поле земного тяготения, и свои опыты по кристаллизации растворов на многих гипсометрических уровнях в конвекционных потоках, Алексей Михайлович показал возможный ход эволюции состава магматических расплавов в земной коре и пришёл к необычному для своего времени выводу: внутреннее строение жидкости на границе фазовых переходов оказывается наиболее близким к строению выпадающих из неё кристаллов.

Алексей Михайлович стоял у истоков проблемы «Гроза в земле», которую в конце 60-х – начале 70-х годов разрабатывала группа учёных под руководством профессора А.А. Воробьёва. В личном архиве Кузьмина были обнаружены несколько рукописных листов заявки на открытие «Явления электрических разрядов гроз в недрах Земли и возникновения сейсмических волн и землетрясений», которую он собирался отправить в Комитет по делам изобретений и открытий. Но по неизвестным причинам не отправил.

А.М. Кузьмин в течение 40 лет заведовал кафедрой минералогии и кристаллографии Томского индустриального, с 1944 г. политехнического института, читал лекции по кристаллографии и минералогии, геохимии. Он заботился о развитии учебной и научной лабораторной базы кафедры. Одним из первых в институте организовал на кафедре рентгеноструктурную и спектральную лаборатории.

С большим вниманием относился А.М.Кузьмин к воспитанию студентов, аспирантов, молодых учёных. Им подготовлено 52 кандидата наук, многие из которых стали докторами наук, академиками. Среди его учеников: доктор наук А.Г. Бакиров, О.М. Глазунов, А.Ф. Коробейников, Б.В. Олейников, В.С. Кузёбный, кандидаты наук А.И. Баженов, В.А. Ермолаев, Т.И. Полуэктова, Е.А. Бабина, А.Я. Пшеничкин и многие другие.

А.М. Кузьмин с 1933 г. входил в состав редакционной коллегии трудов «Материалы по изучению Сибири», был редактором «Известий ТПУ». Принимал активное участие в общественной жизни института, города, трижды избирался депутатом Томского городского совета, имел многие правительственные награды.

Алексей Михайлович принадлежал к той категории учёных, для которых работа являлась главным делом жизни. Для него не существовало понятие «отпуск», но как любой геолог, любил собираться в кругу своих друзей. Будучи уже в преклонном возрасте, выезжал на полевые работы. Был очень неприхотлив в быту, ходил зимой в демисезонном пальто. До глубокой старости любил совершать пешие прогулки за город.

Широкий научный кругозор, большая эрудиция и тонкая наблюдательность характеризуют Алексея Михайловича как учёного, а чуткость и отзывчивость – как человека.

Умер Алексей Михайлович 28 августа 1980 г. Светлая память о нём – крупном учёном и педагоге, замечательном человеке остаётся в сердцах его друзей, учёных, коллег.

В честь А.М. Кузьмина выпускником ГРФ ТПИ 1953 г. В.И. Васильевым назван открытый им природный минерал *кузьминит*  $Hg_2(Br,Cl)$ .

#### Литература

1. Пшеничкин А.Я. Профессор Алексей Михайлович Кузьмин (к 115-летию со дня рождения) // Известия ТПУ. – 2006. – Т. 309. – № 4. С. 262 – 267.

## ОСОБЕННОСТИ ИНФРАКРАСНЫХ СПЕКТРОВ КРИСТАЛЛОВ ТОПАЗА

**А.А. Анциферова**

Научные руководители профессор М.В. Коровкин, доцент Л.Г. Ананьева

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

Топаз – полудрагоценный камень, минерал из подкласса островных силикатов, кристаллизующийся в ромбической сингонии. Это типичный минерал грейзенов, тесно связанный с гранитоидными породами и сопровождающими их постмагматическими образованиями. В грейзенах, связанных с олово-вольфрамовым оруденением, топаз является типоморфным минералом.

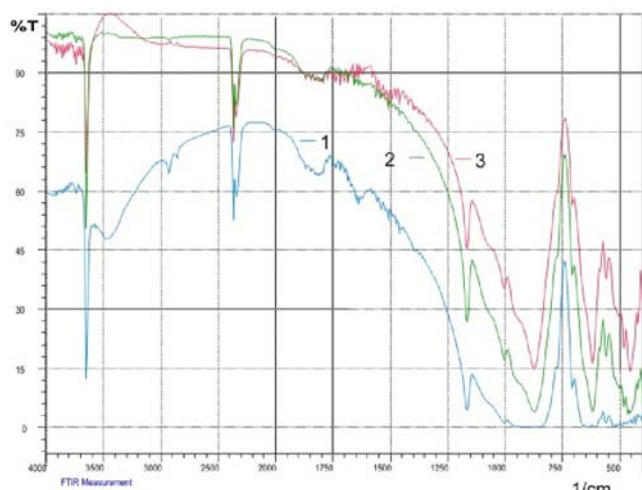
Химический состав топаза довольно постоянен, это фторсиликат алюминия  $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$ . Между ионами F и OH наблюдается изовалентный изоморфизм, а их относительные количества в различных кристаллах могут сильно меняться. Топаз обладает морфологическим разнообразием и богатой гаммой окрасок, которая издавна привлекала внимание многих ученых и ювелиров. Изменение в окраске отражает высокую микроструктурную чувствительность топаза к физико-химическим факторам кристаллизации, то есть, цвет топазов не связан с примесями, окраска связана с дефектами структуры (центры окраски). Основные исследования топаза посвящены изучению окраски топаза, физических свойств, структурных и оптических особенностей. Опыты, проводимые с образцами топаза, такие как облучение, прогрев, травление в большинстве случаев отражались в изменении оптических свойств – цвете, который менялся как по интенсивности, так и по палитре.

Окраска и люминесценция кристаллов топаза может быть использована в качестве типоморфного признака [1, 2]. Она очень чувствительна к внешним воздействиям: при нагревании окраска исчезает, при радиоактивном облучении усиливается винно-желтая окраска и люминесцентное свечение, при этом происходят изменения в структуре минерала, которые до сих пор не удавалось обнаружить прямыми методами.

Для изучения характера изменений в кристаллической решетке образцов топаза нами был использован метод ИК-спектроскопии, который является эффективным методом исследования строения кристаллической структуры минералов, характера межмолекулярных и внутримолекулярных взаимодействий, качественного и количественного анализа многокомпонентных систем. ИК-спектр любого химического соединения является наиболее важной его характеристикой и может использоваться для идентификации этого вещества.

Для исследования были отобраны кристаллы ювелирного топаза (Вольнь, Украина), образцы топаза, отобранные из рудной и нерудной зоны рудного тела № 1 Правоурмийского оловорудного месторождения, которые затем подвергались термическому и радиационному воздействию в лабораторных условиях. Образцы топаза были облучены гамма-квантами на установке «ГИГ 7-3 Исследователь», экспозиционная доза 106 рентген. Термическое прокаливание образцов осуществляли на воздухе, нагревая образец с постоянной скоростью  $0,1^{\circ}C\ c^{-1}$  до температуры  $400^{\circ}C$ . Спектры ИК-поглощения топазов были измерены при комнатной температуре на спектрофотометре IR Prestige фирмы Shimadzu в диапазоне  $300...4000\ cm^{-1}$  с разрешением  $0,001\ cm^{-1}$ .

Обзорные спектры образца топаза № 257-12, отобранного из центральной части рудного тела № 1 Правоурмийского оловорудного месторождения, представлены на рис. 1. Эти спектры характерны и для вольнских топазов. На спектрах ИК-поглощения в области  $400...3000\ cm^{-1}$  наблюдаются некоторые изменения, которые требуют дополнительного изучения. Наиболее отчетливые изменения у образцов топаза, подвергавшихся радиационному воздействию или термическому прокаливанию, наблюдаются в диапазоне  $3600...3200\ cm^{-1}$ , что свидетельствует о необратимых структурных изменениях в кристаллической решетке топазов (рис. 2).



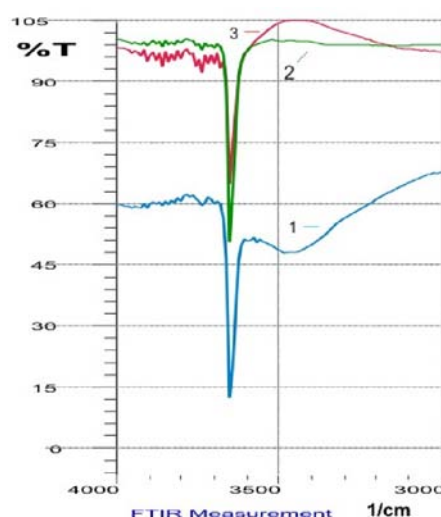
**Рис. 1.** Обзорные спектры инфракрасного поглощения в образце топаза № 257-12, отобранном из центральной части рудного тела № 1

**Правоурмийского оловорудного месторождения:**

**1 – образец топаза, не подвергавшийся воздействию;**

**2 – образец топаза, облучённый гамма-квантами;**

**3 – образец топаза после термического нагревания до  $400^{\circ}C$**



**Рис. 2.** Фрагмент спектров инфракрасного поглощения в образце топаза № 257-12, в области  $3600...3200\ cm^{-1}$

В спектрах ИК-поглощения исходных образцов топаза, не подвергавшихся предварительной термической и радиационной обработке, наблюдается две интенсивные полосы поглощения с максимумами при  $3647$  и  $3433\ cm^{-1}$  в диапазоне  $3600...3200\ cm^{-1}$  (кривая 1, рис. 2). После радиационной обработки интенсивность широкой полосы поглощения при  $3433\ cm^{-1}$  уменьшается (кривая 2, рис. 2). К полному её исчезновению

приводит прокалывание образцов топаза до 400 °С (кривая 3, рис. 2). Радиационное облучение и термическое прокалывание образцов топаза приводит к усилению интенсивности люминесцентного свечения почти в 100 раз [2].

Согласно литературным данным [3, 4], в диапазоне 3600...3200 см<sup>-1</sup> ИК-поглощение обусловлено колебаниями [ОН]-групп. Можно предположить, что уменьшение максимума ИК-поглощения 3433 см<sup>-1</sup> обусловлено разрывом связи «кислород – водород» в ОН-группах. При этом, образуются «дырочные» центры окраски, представляющие собой локализованную «дырку» (вакансию электрона) на ионе кислорода в ОН-группе. Эти центры окраски усиливают винно-жёлтую окраску топазов и при термическом стимулировании обеспечивают термолюминесцентное свечение высокой интенсивности.

Таким образом, методом ИК-спектрометрии обнаружены необратимые структурные изменения в кристаллах топаза, отражающиеся на его физических свойствах (окраске, люминесценции) в результате термического и радиационного воздействия.

#### Литература

1. Иванова О.А., Коровкин М.В. Применение люминесцентных свойств топаза для решения геологоразведочных задач // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304. – В. 1. – С.85 – 92.
2. Коровкин М.В., Иванова О.А., Полисадова Е.Ф., Корепанов В.И. Люминесцентные свойства природных кристаллов топаза // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306 – №. 1. – С.50 – 58.
3. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 175 с.
4. Болдырев А.И. Инфракрасные спектры минералов. – М.: Недра, 1976. – 199 с.

### МИНЕРАЛОГИЯ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ СКАРНОВ ТАЖЕРАНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА (ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Д.А. Ахмедов

Научный руководитель доцент П.Н. Самородский  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Тажеранский массив располагается на западном берегу озера Байкал, в крупной сдвиговой структуре, развитой в жёсткой докембрийской глыбе, сложенной глубокометаморфизованными породами ольхонской серии докембрия [1, 4, 5]. Наиболее распространенными породами массива являются сиениты и нефелиновые сиениты, а также субщелочные микрогаббро, приуроченные к поздней фазе внедрения. Возраст комплекса составляет около 460 млн лет (471 – для сиенитов, 464 и 451 – для пегматоидных нефелиновых сиенитов [5]). В строении района также принимают активное участие метаморфические породы рамы – амфиболиты, кварциты, мраморы.

Целью данной работы является изучение минерального состава метасоматитов из коллекции, собранной П.Н. Самородским в 2008 г.. В работе представлены предварительные результаты изучения трёх образцов – шпинелевого скарна (Shp-1), инфильтрационного скарна (Shp-inf) и магнезильного скарна (Mg-1), отобранных в центральной части массива. Для определения минерального состава пород автором были сделаны и изучены прозрачные шлифы. В лаборатории рентгеновских методов анализа и исследования СФУ проведен рентгенофазовый анализ образца Shp-1 (рентгеновский дифрактометр XRD 7000, Япония).

Образец Shp-1. Макроскопически это порода фиолетового с сероватым оттенком цвета и белыми шлирами, заполненными карбонатным материалом. На выветрелой поверхности развиты карбонатные и железистые корки. Структура породы мелкозернистая с размером зерна не более 1,5 мм. Текстура плотная, шпировая.

В прозрачном шлифе наблюдается гранобластовая структура с явным угнетением карбоната. Основными минералами породы являются оливин (40...50 %), карбонат (20...55 %), шпинель (0...30 %) и перовскит (0...10 %). Оливин бесцветен, что говорит о магнезильном его составе (форстерит), формы зерен как округлые, так и гранные; часто наблюдаются пойкилокристаллы оливина с включениями шпинели, реже – перовскита. Размеры зерен оливина до 0,5 мм. Иногда серпентинизирован. Шпинель образует зерна с ясно выраженными октаэдрическими очертаниями. Часто встречается в форме мелкой бесцветной вкрапленности, изотропной в скрещенных николях. В более крупных кристаллах приобретает розоватый оттенок. Размеры зерен в карбонате 0,3...0,5 мм, в оливине – около 0,01 мм. Перовскит образует прямоугольные, либо ромбические кристаллы бурого цвета. Понижение симметрии, вероятно, связано с высокой температурой скарнообразования, а также с примесями. Размер зерен до 0,1 мм, изредка – 0, 2 мм. Карбонаты, представленные как кальцитом, так и доломитом (диагностика выполнена по реакции с соляной кислотой), имеют подчиненное значение, и занимают межзерновое пространство, редко образуя зерна с кристаллографическими очертаниями. Часто встречаются механические двойники. Отмечены коричневые пятна, напоминающие плеохроические дворники вокруг зерен размером не более 0,03 мм. Минерал в центре двориков предположительно определен как апатит.

Рентгенофазовый анализ (рис. 1) в целом подтверждает результаты микроскопических исследований. Согласно данным РФА, в породе содержится магнезиокальцит (38,1 %), форстерит (38,3 %), шпинель (18 %), лизардит (3,7 %), герцинит (0,7 %) и гидроталькит (1 %).

Образец Shp-inf. Макроскопически эта порода серого с фиолетовым оттенком цвета, а также бурыми корочками на выветрелой поверхности. Структура породы мелкозернистая с размером зерна не более 1,0 мм. Текстура массивная, плотная.

В прозрачном шлифе наблюдается гранобластовая структура. Основными минералами породы являются карбонат (55...60 %), оливин (25...30 %), шпинель (10...20 %). В качестве аксессуаров диагностированы тажеранит и перовскит. Оливин встречается в виде округлых зерен размером 0,3...0,5 мм со средней спайностью. Также встречаются зерна неправильной формы, среди которых концентрируется тонкодисперсная вкрапленность шпинели. Шпинель в основном встречается в виде округлых зерен, но присутствует также и тонкодисперсная вкрапленность. Зерна таковых вкрапленностей являются бесцветными, в то время как более крупные кристаллы (от 0,1 мм) приобретают розоватый оттенок. Карбонат представляет собой значительную часть породы, размер выделений достигает 1,5 мм. Это, зачастую, – пойкилокристаллы, включающие выделения шпинели и перовскита. Встречающийся в виде единичных зерен тажеранит представляет собой наибольший интерес в данном шлифе. Минерал имеет темно-красную с бурым оттенком окраску; одно из наблюдаемых зерен имеет ромбическую форму, другое – изометричную. Размер не превышает 0,1 мм.

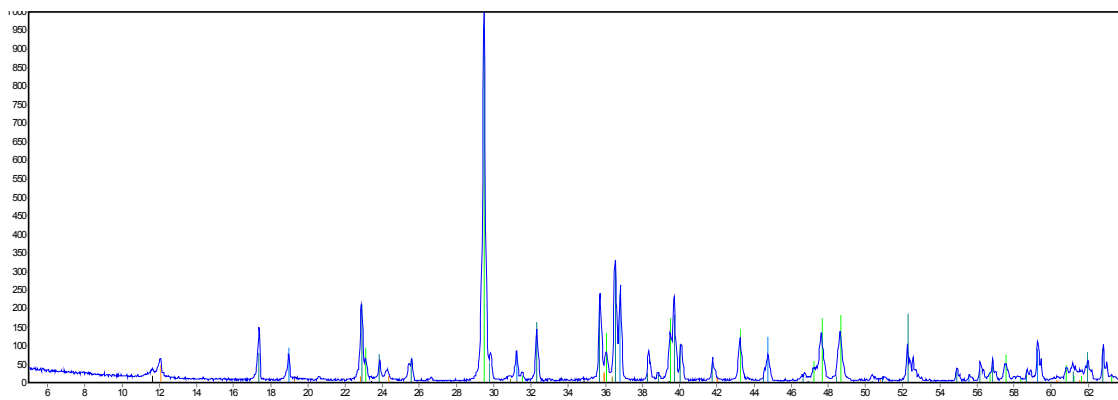


Рисунок. Дифрактограмма образца Shp-1

Образец Mg-1. Макроскопически эта порода белого с голубоватым оттенком цвета. На выветрелой поверхности развита карбонатная корка. Структура мелкозернистая, с размером зерна не более 1,5 мм. Текстура массивная, плотная.

В прозрачном шлифе наблюдается гранобластовая (мраморная) структура с угнетением формы всех зерен. Порода преимущественно оливиновая (65% форстерита), с подчиненным количеством пироксена и амфибола, а также аксессуаров в виде шпинели и перовскита. В некоторых областях шлифа наблюдается прожилковая текстура. Прожилки, предположительно заполненные бруситом, имеют мощность до 0,4 мм и протяженность свыше 10 мм. Оливин магнезиального состава, обильно серпентинизирован. Не образует характерных округлых и гранных форм. Имеет размеры зерен до 1,5 мм. Клинопироксен в породе также представлен магнезиальной разновидностью (диопсидом). Голубоватый цвет образца также подтверждает высокую магнезиальность диопсида (виолана) [2]. Минерал имеет ярко выраженную спайность в одном направлении, срезы с двумя системами трещин спайности редки. В породе является второстепенным минералом (до 20 %). Размеры зерен до 0,7 мм. В небольших количествах (до 15 %) присутствует высокомагнезиальный амфибол, возможно, тремолит, в котором наблюдается либо две системы трещин спайности под углом 120 градусов, либо спайность не наблюдается вовсе. Образует зерна неправильной формы, размер которых не превышает 1,0 мм. Единичные зерна перовскита и шпинели также встречаются в породе. Перовскит образует ромбические формы, шпинель – октаэдрические. Размер зерен не превышает 0,07 мм.

Очевидно, что образование изученных скарнов происходило в высокотемпературных условиях (водосодержащие минералы в первичных ассоциациях отсутствуют, брусит, гидроталькит и серпентин связаны с поздними низкотемпературными преобразованиями). Согласно [3], температура формирования магнезиальных скарнов близкого к изученному составу типа составляет 500...800°C. Наличие голубого диопсида (виолана) указывает на сходство условий образования изученных метасоматитов со скарнами Балахчинского золоторудного месторождения Кузнецкого Алатау [2].

#### Литература

1. Конев А. А., Самойлов В. С. Контактный метаморфизм и метасоматоз в ореоле Тажеранской щелочной интрузии. – Новосибирск: Наука, 1974. – 246 с.
2. Сазонов А. М., Цыкин Р. А. и др. Геология и геоэкология Белооюсского золоторудного района. – Томск: ЦНТИ, 2002. – 133 с.
3. Синяков В. И. Основы теории рудогенеза. – Л., Недра: 1987. – 192 с.
4. Спяров Е. В., Федоровский В. С., Котов А. Б., и др. Карбонатиты в коллизионных обстановках и квазикарбонатиты раннепалеозойской ольхонской коллизионной системы // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 12. – С. 1409 – 1427.
5. Федоровский В. С., Спяров Е. В., Изох А. Э. и др. Сдвиговый тектоногенез и щелочно-базитовый магматизм в коллизионной системе каледонид Западного Прибайкалья // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 5 – С. 682 – 700.

## ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗРЕЗЕ СКВАЖИНЫ ПОЛЯРНАЯ 1 (ТАЙМЫР)

К.К. Ахметова

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

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

Цель исследования — получение детальной литологической информации о строении разреза пермских отложений в глубоких скважинах, пробуренных в районе северо-западной окраины Средне-Сибирского плоскогорья в пределах северных отрогов плато Путорана (Таймыр).

На этой территории пробурена скважина Полярная 1, которой вскрыты отложения триаса, перми и девона.

Породы триаса относятся к надеждинской, моронговской, макулаевской, хараелахской, кумгинской, самоедской, абагалахской свитам. Они перекрывают палеозойские отложения, верхняя часть которых представлена породами тунгусской серии пермского возраста. Они угленосны, представляют повышенный интерес. Ниже залегают породы среднего и верхнего девона. Они отнесены к каларгонской, накахозской, юктинской и мантуровской свитам. Породы этих свит являются нефтегазоносными.

Проводимые исследования посвящены угленосным отложениям тунгусской серии. Среди них выделяются: песчаники – 25,7 %, алевролиты – 22,5 %, аргиллиты – 25,1 %, долериты – 17,5 %, известняки – 4,7% и мергели – 4,4 %. Преобладают обломочные и глинистые породы. Хемогенно-органогенные породы составляют всего 9,1 %. Ниже приведена таблица 1 с результатами изучения имеющихся образцов с использованием бинокулярного микроскопа.

**Таблица 1**

*Результаты изучения образцов керна скважины Полярная 1*

№ образца	Глубина, м	Порода	Цвет	Структура	Текстура	Вторичные изменения			
						Карбонатизация	Окремнение	Трещиноватость	Битуминозное вещество
1	2	3	4	5	6	7	8	9	13
1	898	Тонкое переслаивание аргиллита и песчаника	Аргиллит темно-серый светло-серый	Пелитовая	Косослоистая разнонаправленная	+			+
2	817,9	Песчаник	Темно-серый до черного	Пелитовая	Тонкоплитчатая		+	+	+
3	812	Алевролит	Алевритовая	Алевролитовая	Плотная горизонтальнослоистая				+
4	701	Песчаник	Серый, темно-серый	Обломочная	Косослоистая				+
5	694	Аргиллит	Черный	Пелитовая	Тонко-линзовиднослоистая		+		+
6	687	Углеродистый аргиллит	Серый до черного	Пелитовая	сланцеватая				+
7	684	Песчаника и аргиллита	Серый	Пелитовая	Косослоистая, разнонаправленная				+
8	673	Уголь	Черный			+			+
9	662	Песчаник	Серый	Пелитовая	Плотная				+
10	645,2	Песчаник	Серый	Пелитовая	Плотная				+
11	623,7	Аргиллит	Черный	Пелитовая	Косослоистая, разнонаправленная			+	+
12	620	Уголь	Черный	Пелитовая	Плотная				+

Анализ текстурно-структурных особенностей пород, их вещественного состава и особенностей преобразования позволил выяснить фациальные условия формирования отложений серии. Они отлагались в прибрежно-морских и континентальных обстановках, в отличие от нижележащих пород, сформировавшихся в условиях морских фаций [2].

О геохимических особенностях отложений тунгусской серии можно судить, анализируя результаты статистической обработки концентраций урана и глинозема, представленных в таблице 2. Анализ результатов

показывает высокие концентрации урана в углистых аргиллитах (4,845 г/т). В то же время в углях концентрация урана на порядок меньше, – 0,403 г/т.

Таблица 2

Содержание урана и  $Al_2O_3$  в породах

№ пробы	Все пробы	Кол-во проб	U (г/т)	$Al_2O_3$ (%)
5	Тунгусская серия	251	2,733	13,515
5а	Осадочные породы	196	3,351	13,591
5а-1	Песчаники	67	2,352	12,037
5а-1-1	Песчаники с углистым органическим веществом	5	4,547	14,282
5б	Алевролиты	13	2,896	12,899
5в	Аргиллиты	42	3,883	15,35
5в-1	Аргиллиты углистые	11	4,845	14,776
5г	Уголь	6	0,403	1,094
5д	Долериты	55	0,092	14,571

Сопоставление количественных геохимических характеристик (U,  $Al_2O_3$ , U/  $Al_2O_3$ ) пород тунгусской серии и девонских отложений позволил сделать следующие выводы:

содержание U в породах тунгусской серии составляет 2,73 г/т, что превышает его значение в девонских отложениях примерно в 2 раза;

– содержание  $Al_2O_3$  в породах тунгусской серии составляет 112,11 г/т, что также превышает его значение по сравнению с девонскими отложениями примерно в 4 раза;

В ультрафиолетовом свете методом И.Г Берзиной и др.[1] под люминесцентным микроскопом изучено 80 образцов из отложений тунгусской серии, представленных переслаиванием песчаников, углей, алевролитов и углистых аргиллитов и телами долеритов. В целом, для пород серии характерно более низкое содержание битумоидов, чем в породах девона. Среднее их количество в породах тунгусской серии составляет 0,001...0,002%, при варьировании от 0,001 до 0,004 %, в то время как в нижележащих нефтегазоносных отложениях содержание достигает 0,06 %.

Выводы:

– породы тунгусской серии содержат повышенное количество углистых включений и прослоев углистых пород;

– формирование угленосных пород происходило в континентальных болотных и прибрежно-морских фациальных обстановках;

– повышенное количество урана объясняется окислением битумоидов, мигрировавших из более глубоких нефтегазоносных отложений;

– повышенное содержание  $Al_2O_3$  отражает повышенное количество глинистых минералов в породах тунгусской серии;

– пониженное количество битумоидов свидетельствует о смене фациальных обстановок формирования нефтегенерирующих отложений на обстановки накопления угленосных пород и углей.

## Литература

1. Берзина И.Г., Берман И.Б., Гурвич М.Ю., Флеров Г.Н., Шимелевич О.С., Елизарова Е.Н. К вопросу методики и интерпретации изучения битуминозности горных пород с помощью люминесцентного микроскопа // Сиб. Инф. для нефтедобывающих предприятий Западной Сибири. – ВИИОЭ, 1967. – 100 с.
2. Япаскерт О.В., Карпова Е.В., Ростовцева Ю.В. Литология. – М.: Издательство МГУ, 2004.

### ВАНАДИЕНОСТЬ НЕФТЕЙ БАШКИРСКОГО ЯРУСА СТЕПНООЗЕРСКОЙ ПЛОЩАДИ (ВОСТОЧНЫЙ БОРТ МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ) ПО ДАННЫМ ЭПР

Э.Р. Ахметшина

Научный руководитель доцент Н.Г. Нурғалиева

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г. Казань, Россия

Одним из значительных направлений в геохимии нефтей выступает геохимия микроэлементов, к которым относится и ванадий – химический элемент из числа металлов пятой группы Периодической системы Д.И. Менделеева. Большой интерес исследователей к геохимии ванадия обусловлен проблематикой генезиса каустобиолитов нефтяного ряда, в которых обнаруживаются повышенные содержания ванадия.

Работы в этой области также стимулируются необходимостью промышленного извлечения ванадия из тяжелых нефтей и природных битумов в связи с поисками нетрадиционных источников сырья и требованиями комплексного освоения минеральных ресурсов и охраны окружающей среды.

В настоящей работе исследовалась ванадиеносность нефтей башкирского яруса с помощью метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [1]. Спектры ЭПР ионов ванадия  $V^{4+}$  в нефтях состоят из восьми линий сверхтонкой структуры, обусловленных взаимодействием спина неспаренного электрона с ядерным спином ванадия ( $I = 7/2$ ). Метод ЭПР реализуется путем измерения интенсивности двух определенных линий спектра ванадия при стабилизированных условиях регистрации сигнала. В качестве внешнего эталона использовалась линия спектра  $Cr^{3+}$  в матрице корунда. Также на спектрах ЭПР измерялись интенсивности сигналов органических радикалов (R1 и R2), контролирующие содержание тяжелых смолисто-асфальтеновых компонентов в нефтях. Концентрация ванадия в нефтях определялась путем использования эталонного образца с известным содержанием ванадия. Всего было проведено 18 анализов.

Выявлена устойчивая сильная прямая корреляция содержания ванадия и органических радикалов (рис.1).

Установлен диапазон изменения содержания  $V^{4+}$  от 104 до 290 г/т со средним значением 215 г/т. Полученные значения содержания ванадия в нефтях относятся к повышенным и сравнимы со значениями, установленными для нефтей других площадей Восточного борта Мелекесской впадины (и сопредельных территорий), а также для нефтей в Западно-Канадском (Канада), Оринокском и Маракаибском (Венесуэла) нефтеносных бассейнах. Исследуемые нефти являются промышленно-ванадиеносными (ПВН) и характеризуются высокой плотностью (более  $0.9 \text{ г/см}^3$ ), сернистостью (3...3,5 %), повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых веществ (30...35 %). В геологическом отношении отмечается приуроченность нефтеносных горизонтов к гидрогеологическому комплексу, содержащему воды пониженной минерализации (первые десятки г/л) гидрокарбонатно-натриевого типа, а также характерна близость горизонтов к денудационным поверхностям.

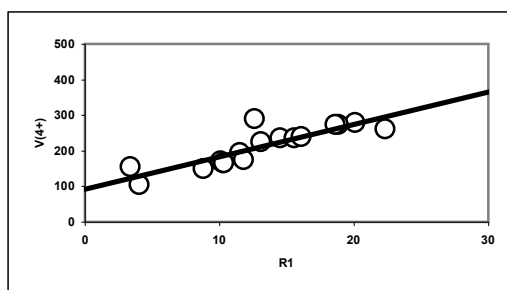


Рис. Зависимость содержания ванадия от содержания органических радикалов R1 (у. е.). Коэффициент корреляции составляет 0.7433

Сопоставление полученных данных с аналогичными данными по другим регионам позволило рассмотреть палеогипергенный процесс как один из основных процессов обогащения нефтей ванадием [2]. Этот процесс мог комбинироваться с процессами остаточного обогащения ванадием при потере нефтью в залежи легких углеводородных компонентов из-за ухудшения качества покрышки и (или) с процессами природной деасфальтизации нефтей и обособления в залежи высокомолекулярных гетероатомных соединений, содержащих ванадий в результате поступления в залежь новых порций углеводородных газов или конденсатов.

#### Литература

1. Булка Г.Р., Низамутдинов Н.М., Мухутдинова Н.Г., Винокуров В.М., Гатиятуллин Н.С., Успенский Б.В. Ванадиеносность нефтей и битумов Татарии // Спектроскопия, кристаллохимия и реальная структура минералов и их аналогов. – Казань: Изд-во КГУ, 1990. – С.110 – 118.
2. Грибков В.В. Один из возможных процессов обогащения нефтей ванадием // Попутные компоненты нефтей и проблемы их извлечения. – Л.: ВНИГРИ. – С. 28 – 39.

### ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РУД ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИСТЫХ ПЕСЧАНИКОВ

А.А. Бекботаева

Научный руководитель профессор А.Б. Байбатша

Казахский Национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,  
г. Алматы, Казахстан

По литологическому составу терригенные породы, участвующие в строении рудоносной толщи Жезказганского рудного района, характеризуются как довольно однородные и представленные чередующимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями конгломератов и известняков. Отмечается, что чередование этих пород однообразное и монотонное.

Детальные петрографические исследования пород рудоносной толщи и их поведения в горных выработках показали, что они неоднородны по составу и изменчивы по свойствам. Так, внешне монотонное чередование сероцветных и красноцветных слоев Жезказганского месторождения по петрографическому составу, структурно-текстурным особенностям и поведению в конструктивных элементах горных выработок можно дифференцировать на 20 типов, объединенных в 5 основных групп [1].

Рудоносная толща Жезказганского рудного района имеет цикличное строение. Наиболее распространенными литологическими представителями толщи являются песчаники и алевролиты, поэтому они более подробно описываются в геологической документации разведочных горных выработок. Остальные представители терригенных пород (конгломераты, гравелиты и аргиллиты) имеют малый удельный вес, хотя и они имеют повсеместное распространение в разрезе и по латерали. Каждый цикл толщи начинается из крупнообломочных пород, песчаников и завершается мелкообломочными и дисперсными породами. В пределах продуктивной толщи месторождения обломочные породы имеют сероцветную окраску, а аргиллиты и алевролиты характеризуются красноцветной окраской, что придает циклам цветовую контрастность.

Конгломераты залегают в виде прослоев и линз мощностью до 2...3 м среди других представителей горных пород рудоносной толщи, нередко залегают в основании слоев и циклов, образуя эрозионный контакт с подстилающими породами. По составу обломочного материала различают внутриформационные и межформационные (раймундовские) конгломераты.

*Песчаники* являются широко распространенными и важными представителями рудоносной толщи, залегают в виде слоев и горизонтов мощностью от 1...2 до 40...60 м. Содержание кластического материала в песчаниках колеблется от 75 до 95 %. По составу кластический материал песчаников полимиктовый, свойственный для всех типов пород района, в нем встречаются зерна минералов, разнообразных горных пород и по преобладанию последних описываемые породы относятся к грауваккам. Цемент песчаников смешанный: глинистый, карбонатный, кремнистый, рудный с примесью хлорита и серицита. Рудное вещество обычно замещает карбонатный цемент частично или полностью. Тип цемента контактовый, выполнения пор, участками встречаются крустификационный, полубазальный типы. В шлифах под микроскопом наблюдаются различные типы контактов между зернами кластического материала: сутурный, инкорпорационный, коррозионный и обрастания регенерационными кремнистыми каемками (рисунок).

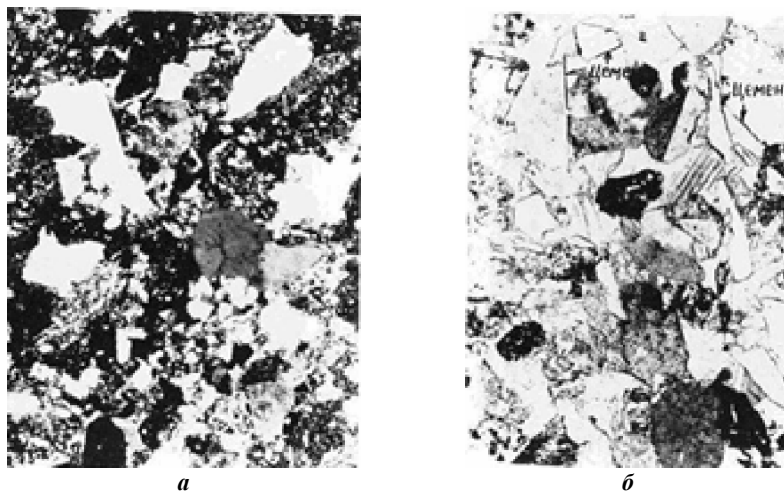


Рисунок. Микрофотографии горных пород Жезказганского месторождения:  
а – серые песчаники; б – бурые песчаники

Вторичные изменения обломочного материала и вещества цемента, развитие по ним минеральных новообразований и следов деформации являются характерной чертой песчаников Жезказганского рудного района. Интенсивность этих процессов зависит от геолого-структурных условий залегания рудоносной толщи, возрастает от участков со спокойным залеганием к складкам, флексурам и разрывным нарушениям. Вторичные изменения выражены в появлении каемок и обрастании зерен кварца кремнеземом водянопрозрачного цвета, серицитизации обломков кисло-средних эффузивов, развитии хлоритизации, вторичных карбонатов и кремнезема по глинистому цементу. Зерна кварца имеют волнистое погасание, полисинтетические двойники плагиоклаза и разрозненные зерна слюд изгибаются.

В кластическом материале преобладают угловатые и полуокатанные зерна, окатанные обломки имеют резко подчиненное значение (их доля не превышает 25 %). Сортировка материала слабая, в одном литологическом типе пород могут находиться зерна разнообразных размеров, тем не менее структура песчаников является важным инженерно-геологическим признаком. По преобладанию содержания определенного размера зерен обломочного материала песчаники делятся на 3 типа: среднезернистые (размеры зерен 0,25...0,5 мм), мелкозернистые (0,1...0,25 мм) и тонкозернистые (0,05...0,1 мм). Крупнозернистые песчаники встречаются очень редко, что контролируется геолого-тектоническим режимом их седиментации. Текстура песчаников в зависимости от фациальной принадлежности слоистая, массивная, крупная косослоистая, местами встречается ярко выраженная параллельнослоистая текстура с мощностью слоев от 1...5 мм до 20...30 см.



По цвету песчаники делятся на серые и бурые с различными оттенками. Серые песчаники обладают зеленоватым оттенком, который обусловлен хлоритизацией и содержанием зеленовато-серых обломков минералов и пород. При содержании большого количества розовых зерен КПШ породы приобретают розовато-серый оттенок, характерный для аркозов. Бурый цвет песчаников обусловлен пигментацией глинистого цемента гидроокислами железа, которые в виде тонкой «рубашки» обволакивают обломочные зерна. Серые песчаники являются рудными, могут слагать также кровлю и почву рудных тел, образуют основные конструктивные элементы горных выработок, поэтому очень важно расчленение их на литологические типы с определенными инженерно-геологическими показателями. Бурые песчаники, обычно фациально замещая серые разности, встречаются на безрудных участках месторождения (рис. а и б).

*Алевролиты* наиболее распространенные представители среди красноцветных пород рудоносной толщи. В практике геологоразведочных работ они описываются и показываются в литологических колонках буровых скважин как красные тонкозернистые песчаники. Описание шлифов этих пород под микроскопом показывает, что визуально выделенные в виде тонкозернистых песчаников породы являются типичными алевролитами, иногда даже аргиллитами. Правильное выделение литологических типов пород этой группы имеет большое значение, так как при проектировании горных работ исходные характеристики пород выбираются исходя из принадлежности их к тому или иному типу.

Алевролиты образуют слои мощностью до 20...30 м и более. Содержание кластического материала в алевролитах варьирует от 25...50 до 85 %, по составу он аналогичен кластическим компонентам песчаников, аналогичен также состав цемента и типы цементации. Зачастую цемент алевролитов глинистый, карбонатный, кремнистый с примесью серицита, обычно смешанный и пропитанный пигментирующими гидроокислами железа. Красноцветный пигмент в алевролитах развит неравномерно, отмечается участками в виде комочков и сгустков.

*Аргиллиты* образуют прослои мощностью до 1...3 м, залегают в составе или основании горизонтов красных алевролитов, иногда завершают разрез последних. Аргиллиты среди красноцветных пород легко обнаруживаются по ярко-красной окраске и однородной пелитоморфной структуре. Аргиллиты подстилающих рудоносную толщу горизонтов имеют от темно-зеленой до почти черной окраски. При описании под микроскопом в глинистом составе аргиллитов отмечается содержание карбонатного и кремнистого вещества. Нередко они имеют примеси обломочных частиц до 25 %. В аргиллитах обнаруживаются различные включения и стяжения карбонатного материала размером в поперечнике от 1...2 мм до 3 см и более.

Изучение дисперсного материала аргиллитов выполнено с использованием рентгеноструктурного и термического анализов, использованы также ценные консультации и богатый материал П.Т. Тажибаевой, полученный при помощи электронно-микроскопических исследований.

По фациальному составу все описанные терригенные породы относятся к группам континентальных и переходных от континентальных к морским отложений. Характерной особенностью рудоносной толщи района является цветовая контрастность, обусловленная переслаиванием красноцветных и сероцветных пород.

При формировании руд месторождения наряду со структурными факторами решающее значение имели фациальные особенности сероцветных песчаников [1 – 5].

#### Литература

1. Байбатша А.Б. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2003. – 320 с.
2. Байбатша А.Б. Геологические условия и время формирования месторождений медистых песчаников Жезказгана // Материалы Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». – Алматы, 2009. – С.167 – 172.
3. Геология и полезные ископаемые Джезказганского рудного района / Под ред. Ш.Е. Есенова, Ю.А. Зайцева. – М.:Недра, 1975. – 284 с.
4. Сатпаев К.И. Собрание трудов. Т. 3. – Алматы: Гылым, 1999.
5. Тажибаева П.Т. Литологические исследования джезказганских свит в связи с проблемой генезиса руд Джезказганского месторождения. – Алма-Ата, 1964. – 277 с.

### ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ КЫСТЫКТАХСКОГО СТРУКТУРНОГО ВЫСТУПА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БУРЕНИЯ СКВАЖИНЫ ПОЛЯРНАЯ-1 (НОРИЛЬСКИЙ РАЙОН)

Д.С. Белицер

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

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

Современное состояние минерально-сырьевой базы России диктует необходимость поиска новых месторождений углеводородов. В связи с этим в освоение и разведку вовлекаются восточные территории страны. Одним из наиболее перспективных является район северо-запада Сибирской платформы.

По данным работ, проводившихся в пределах северной половины Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции в конце 80-х годов, были выделены следующие перспективные нефтегазоносные комплексы: рифейский, вендский, верхневенд-нижнекембрийский, кембрийский, ордовик-девонский, каменноугольно-

пермский [1]. В.С. Старосельцев [4] на основании анализа тектонических движений и особенностей литогенеза в районе Тунгусской синеклизы в прошлые эпохи для поисков углеводородов выделил венд-палеозойский комплекс. К наиболее перспективным структурам относится Кыстыктахское поднятие (рис.). Прямым признаком нефтегазоносности служат притоки нефти из ордовикских и силурийских горизонтов, полученные в результате бурения параметрической скважины Ледянинская. «В этой связи прогноз распространения соленосного девонского флюидоупора приобретает важнейшее значение для оценки нефтегазоносного потенциала рассматриваемой территории» [2].

В 2009 году на территории Кыстыктахского поднятия была пробурена скважина Полярная-1, достигшая среднедевонских отложений.

Основной целью работы является оценка перспектив нефтегазоносности отложений чехла северных отрогов плато Путорана на основании изучения литолого-геохимических особенностей позднепалеозойских отложений по данным бурения скважины П-1. Исследования проводились с использованием технологии, разработанной в Томском политехническом университете (ТПУ) в петролого-геохимической лаборатории Института природных ресурсов (ИПР) и лаборатории прикладной ядерной геохимии ТФ СНИИГГиМСА. Данная технология основана на комбинировании ядерно-геохимического метода, реализуемого на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т Томского политехнического университета, и традиционных методов анализа вещества. Микроскопические литолого-петрографические исследования включали изучение шлифов. Для уточнения минерального состава был выполнен рентгеноструктурный анализ 23 образцов.

Применение ядерно-геохимического метода основано на использовании закономерного распределения содержания урана и глинозема, а также их отношения, как показателя интенсивности наложенного эпигенеза и наличия или отсутствия нефтегенерирующего керогена типа II. В общей сложности для решения поставленных задач было проанализировано 569 образцов методом запаздывающих нейтронов. Результаты комплексных исследований позволили выработать представление о перспективности изученных отложений на нефтегазоносность. Они изложены в научных отчетах, представленных производственным организациям и в геологические фонды.



Рисунок. Схема расположения скважины Полярная-1

На основании исследований было сделано описание разреза среднего и верхнего палеозоя. В целом в пробуренном интервале выделено пять стратиграфических подразделений: мантуровская ( $D_{2mn}$ ), юктинская ( $D_{2jk}$ ), нахохозская ( $D_{3nk}$ ), каларгонская ( $D_{3kl}$ ) свиты и тунгусская угленосная серия ( $C_2-P_2$ ). Сформировавшиеся ассоциации горных пород довольно разнообразны по своему составу, для них характерно частое переслаивание различных представителей пород и присутствие среди них тел долеритов, однако мощность их относительно невелика. Геохимические особенности осадочных образований так же неоднородны. Для отложений первых четырех подразделений характерно преобладание магнизиально-карбонатных, сульфатных и глинистых разновидностей.

Мантуровская свита сложена преимущественно пестроцветными аргиллитами с незначительным присутствием доломитов. Аргиллиты характеризуются чередованием вишнево-буроватых и зеленовато-серых разностей. По данным рентгеноструктурного анализа бурые и вишневые цвета обусловлены наличием гематита, а зеленовато-серая окраска – присутствием гидрослюдисто-хлоритовой минерализации. Практически повсеместно отмечается пирит. Текстуры пород тонкослоистые, линзовиднослоистые, брекчиевидные. Трещины выполнены кальцитом, ангидритом, битумом. Интенсивность ангидритизации возрастает в верхней части свиты. В целом подобный литологический состав указывает на наличие мелководных морских и лагунных фациальных обстановок осадконакопления с восстановительной и резко восстановительной средой. Периодически лагуны пересыхали, в результате чего в условиях суши происходили процессы окисления. В процессе эпигенеза проявилась ангидритизация. На гл. 1182,5 м (по данным РСА) отмечается галит в виде единичных зерен. Нефтематеринские породы в разрезе можно выделить по повышенному содержанию урана, темным и черным окраскам, а так же по маслянистому блеску. В отложениях мантуровской свиты такие породы выделяются в интервалах глубин 1180...1200 м.

На время формирования юктинской, накахозской и каларгонской свит приходится наиболее интенсивное образование доломитов. Все это свидетельствует об аридизации климата того времени. Для основной массы доломитов характерна темная окраска, являющаяся индикатором наличия органического вещества, что подтверждается по данным микроскопических исследований. Пирит образует неравномерную вкрапленность. Данная особенность является показателем резко восстановительных условий осадконакопления. Отложения формировались в мелководной морской обстановке. Для пород описываемого интервала (в особенности для накахозской и каларгонской свит) характерно повышенное содержание органического вещества, которое выполняет трещины и поры. На гл. 1020 м, 1016 м, 983 м отмечается неравномерный запах УВ. Отличительной чертой отложений является интенсивное развитие эпигенетического ангидрита, который отмечается в интервале глубин 1167,7...1050 м. Геохимические характеристики пород юктинской, накахозской и каларгонской свит весьма неоднородны. Уменьшение содержаний  $Al_2O_3$  обусловлено уменьшением интенсивности образования глинистых минералов. Повышенные содержания урана, а, следовательно, и органического углерода, рассчитанного по урану, отмечаются на глубинах 1161...1166 м, 1120...1125 м, 1080...1100 м, 1012...1038 м, а также 926 м, 919 м, 994 м, 1054 м, 1066 м. Данная особенность, возможно, обусловлена присутствием нефтегенерирующего керогена типа-II. Следует отметить, что ко многим таким интервалам приурочены участки интенсивной трещиноватости и повышенного содержания углеродистого вещества.

Отличительными литологическими особенностями характеризуются отложения тунгусской серии. Среди них преобладают алевро-глинистые и алевро-псаммитовые разности. При этом увеличение гранулометрического состава пород наблюдается по мере продвижения вверх по разрезу. Аргиллиты и алевролиты характеризуются темной окраской, обусловленной обилием углеродистого вещества. В верхней части серии (гл. 673 м) обнаруживаются прослой углей. В песчаниках (гл. 698,5 м) отмечаются остатки флоры. Повсеместно развивается карбонатизация. К участкам, обогащенным углеродистым веществом, как правило, приурочена вкрапленность пирита. Текстуры пород, в основной своей массе, тонкогоризонтально- и линзовидностойкие. Судя по литологическому составу, в хронологическом интервале от  $C_2$  до  $P_2$  фациальная обстановка осадконакопления сменяется с морской на континентальную. Эпигенетические преобразования пород тунгусской серии проявились неравномерно. Наиболее интенсивные изменения наблюдаются в песчаниках. Они катаклазировались, появилась трещиноватость. По полевым шпатам развивается кальцит и гидрослюда, в цементе – вторичный кварц, кальцит и пирит. Аналогичным образом изменены алевролиты. По своим геохимическим особенностям отложения свиты также отличаются от ранее описанных пород. Отношение  $U/Al_2O_3$  приближается к среднему значению, характерному для осадочных пород, близких по составу к терригенным. Повышенные значения этого отношения точно коррелируют с участками, обогащенными углеродистым веществом.

Проведенные исследования подтвердили предположения о перспективах данного района на поиски углеводородов. На основании классификации Б.А. Соколова [3], пробуренный осадочный комплекс пород можно отнести к потенциально нефтегазоносному. На это указывают: значительное количество (>600 м) субквальных отложений палеозоя, присутствие плотных перекрывающих вулканогенных пород триаса, наличие высокоуглеродистых отложений и битуминозных нефтематеринских пород, подтверждаемых на основании анализа гистограмм распределения урана и глинозема. Немаловажное значение имеют благоприятные климатические условия, существовавшие во время осадконакопления, наличие восстановительных и резко восстановительных геохимических фаций диагенеза, интенсивные дислокации и эпигенетические процессы преобразования пород. Зерна галита позволяют предполагать присутствие соленосного флюидоупора на более глубоких горизонтах. Учитывая наличие прямых признаков нефтеносности в переходных фациях, следует ожидать большее присутствие углеводородов в морских отложениях, залегающих на более глубоких горизонтах.

#### Литература

1. Иванова Ю.А., Мясникова И.П. Новые аспекты перспектив нефтегазоносности северных районов Сибирской платформы // Геология нефти и газа. – 2000. – № 4.
2. Кринин В.А. Перспективы нефтегазоносности и оценка прогнозных ресурсов палеозоя территории плато Путорана // Материалы научно-практической конференции 25 – 28 октября 2004 г. – СПб: ВСЕГЕИ, 2004. – С. 125 – 136.
3. Соколов Б.А. Эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов – М.: Наука, 1980. – 243 с.
4. Старосельцев В.С. Осадочный комплекс под базальтами Тунгусской синеклизы – перспективный объект УВ // Геология нефти и газа. – 1990. – № 1.

### УНИКАЛЬНЫЙ ПОДЕЛОЧНЫЙ КАМЕНЬ – ИРНИМИТ

**Н.А. Бондаренко**

Научный руководитель доцент Л.Г. Ананьева

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

В минералогическом музее Томского политехнического университета представлен необычный по окраске и оригинальный по декоративным свойствам и составу поделочный камень, который получил название – «ирнимит» или «синяя яшма».

Яшма – это удивительный цветной поделочный камень, поражающий разнообразием своих оттенков и пейзажей. Еще академик А.Е. Ферсман писал: «Я не знаю другого минерального вида, который был бы более разнообразен по своей окраске, чем яшма; все тона, за исключением чисто синего, нам известны в яшме, и переплетаются они иногда в сказочные картины» [1]. Тем не менее, были найдены породы близкие по составу к яшмоидам, именно синего цвета.

Интересным является еще и то, что месторождение «синей яшмы» в мире всего одно и не имеет аналогов. Расположено оно в северо-западных отрогах Тайканского хребта на правом берегу р. Уда, в 35 км к югу от пос. Удское Тугуро-Чумиканского района Хабаровского края.

Первооткрывателем этого проявления стал геолог П.С. Бернштейн, который обнаружил столь необычную разновидность камня при изучении геологического строения бассейна р. Уда в 1937 году.

Проявления ирнимита представляют собой линзообразные тела с резкими контактами с вмещающей толщей, которые приурочены к разрывным нарушениям. В непосредственной близости от ирнимита локализуются проявления марганцево-рудной минерализации [2].

Первоначальное название – «синяя яшма» – оказалось неудачным из-за несоответствия минералого-петрографической характеристики породы характеристике яшмы. Кроме того, название «синяя яшма» традиционно установлено за зеленовато-синими яшмами николаевской на Урале и кентерлаусской в Казахстане.

Ирнимит – это конечно же не яшма, а образовавшийся в течение поствулканической деятельности вторичный кварцит, насыщенный рядом необычных для таких пород минералов. Характерный декоративный признак ирнимита – это яркие синие прожилки и пятна, которые неравномерно распространены в вишнево-серой, серовато-оранжевой или голубовато-серой основной массе породы.

Декоративные разновидности различаются количеством, размером и густотой цвета синих прожилков и пятен, присутствием буро-черных включений, а также окраской основной массы камня. Текстура ирнимита всегда прожилково-пятнистая. Микроскопически ирнимит представляет собой породу непостоянного состава, связанного с неравномерным распределением породообразующих минералов – кварца и амфибола. Кварц составляет основную матрицу породы. Содержание амфибола на различных участках колеблется от 5...50 до 90% в прожилках. Амфибол щелочной, близок к рихтериту, наблюдается в виде отдельных тонких игольчатых кристаллов, рассеянных в кварце в виде сноповидных агрегатов и цепочек. Размеры иголок амфибола 0,006...0,03 мм. Именно он придает камню синие оттенки. Благодаря этому редкостному сочетанию гаммы цветов, ирнимит по праву считается уникальной разновидностью поделочного камня [2].

Ювелиры Дальнего Востока и России высоко оценили качество и красоту ирнимита в своих изделиях. Месторождение занесено в каталог месторождений яшм России. Ввиду труднодоступности и удаления месторождения от транспортной инфраструктуры и населённых пунктов, разработка сырья не велась, за исключением пробных сборов ирнимита, привезённых воздушным транспортом в 1980-е г. для лабораторных исследований. В настоящее время месторождение законсервировано и не эксплуатируется.

#### Литература

1. Ферсман А.Е. Рассказы о самоцветах. – Москва: Наука, 1974. – 252 с.
2. <http://www.info-shop.ru/stat/jasperb.htm>.

### ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПИРИТА И АРСЕНОПИРИТА

Е.А. Вагина, О.А. Миллер

Научный руководитель профессор И.В. Кучеренко

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

Показатель отражения является главной количественной и диагностической константой рудных минералов. Величина показателя отражения тесно связана с составом и структурой минералов. Отражение может измеряться при одной длине волны и по всему видимому спектру. Изучение отражения по всему спектру является наиболее информативным, так как позволяет проследить изменение показателя отражения в зависимости от длины волны. На форму СКО (спектральная кривая отражения) влияют как механические, так и изоморфные примеси, а также сверхтонкие структуры распада твердых растворов. Один и тот же элемент в зависимости от сопутствующих элементов может повышать либо понижать показатель отражения. Например, с увеличением содержания железа в оксидах показатель отражения повышается [5].

В данном сообщении приведены результаты исследования отражательной способности главных рудных минералов месторождения Чертово Корято пирита и арсенопирита.

Для изучения отражательной способности сульфидов были отобраны монофракции пирита и арсенопирита. Часть проб была истерта до пудры и отправлена на атомно-эмиссионный анализ с целью определения содержания элементов примесей. Остатки зерен были закатаны в шашки и тщательно заполированы с целью получения более достоверных значений отражательной способности. Также в качестве материала были использованы полированные шлифы. Исследование отражательной способности проводилось с применением микроскопа спектрофотометра МСФУ-К. СКО регистрировались в интервале от 400 до 750 нм при шаге дискретизации 4,0 нм. Всего было выполнено более 100 замеров. Ранее в ходе изучения кристалломорфологии, ТЭДС, полированных шлифов было установлено, что на месторождении Чертово Корято имеется 4 генерации пирита и 2 генерации арсенопирита.

**Пирит**

Пирит I распространен в углеродистой зоне метасоматического ореола в виде метакристаллов размером до 1 см.

Пирит II развит в толще пород в виде цепочечных скоплений кубических кристаллов размером до 1 см с четкими гранями в сопровождении маломощных кварц-карбонатных прожилков. Пирит III из кварцевых жил развит в виде зернистых агрегатов и обладает большим разнообразием морфологических типов кристаллов и отличающимися параметрами термоЭДС от пирита I и II генераций [2].

Пирит IV образован в процессе замещения пирротина, расположенного в кварце, и представлен марказит-пиритовыми агрегатами. Он развит по периферийной части пирротина или же по трещинам в нем.

Для изучения отражательной способности пригодны первые три генерации пирита.

**Арсенопирит**

По результатам минераграфических исследований было установлено 2 генерации. Арсенопирит I присутствует в породе в виде метакристаллов короткопризматической формы [2]. Арсенопирит II встречается в кварцевых жилах и прожилках в виде зернистых агрегатов. В шлифах зафиксирована катакластическая структура арсенопирита II, что указывает на дробление зерен минерала с последующей цементацией кварцем. Обе генерации пригодны для изучения показателя отражения.

Так как минералы обладают различными свойствами в скрещенных николях, то подход к изучению показателя отражения отличался. Пирит является оптически изотропным минералом, хотя есть данные, указывающие на наличие в природе анизотропного пирита. Изучаемый пирит не обладает анизотропией отражательной способности, что было установлено в ходе исследования. Поэтому для него брались произвольные сечения. С арсенопиритом ситуация оказалась сложнее. Визуально определить момент максимального потемнения зерна очень сложно, так как он может затягиваться более чем на 5 градусов. Поэтому приходилось визуально определять этот момент, а затем от исходного положения зерна выполнять замеры с поворотом столика на +5 и -5 градусов. После выполнения замеров графики сравнивались с эталонными. В качестве эталонных выступали кривые для «чистых» пиритов и арсенопиритов, заимствованные с сайта <http://www.webmineral.com/>.

Для пирита получились СКО, представленные на рис. 1. Из них видно, что у пирита III (рис. 1, а) СКО отличается от «эталонной», что, возможно, связано с повышенным содержанием Co и Ni в сравнении с пиритом I и II генераций (таблица). По данным предыдущих исследований [2] установлено, что для пирита III характерен электронный тип проводимости, связанный с присутствием Co и Ni в виде изоморфной примеси. Различия в СКО пирита III и эталонного пирита выражено повышением показателя отражения от 53,4 до 57,2 % при длине волны 540 нм. Спектральные кривые отражения у пиритов I и II (рис. 1, б) совпадают друг с другом и немного отличаются от «эталонной» кривой в области 500...600 нм, что также можно объяснить присутствием кобальта и никеля.

Таблица

Содержание кобальта и никеля в пиритах (атомно-эмиссионный анализ), г/т (в скобках – среднее)

Минерал	Содержание Co	Содержание Ni
Пирит I	23,0...82,1 (44,3)	93,4...268,5 (151,6)
Пирит II	26,2...79,3 (31,5)	175,5...290,0 (233,8)
Пирит III	150...200 (177,8)	370,7...514,6 (421,6)

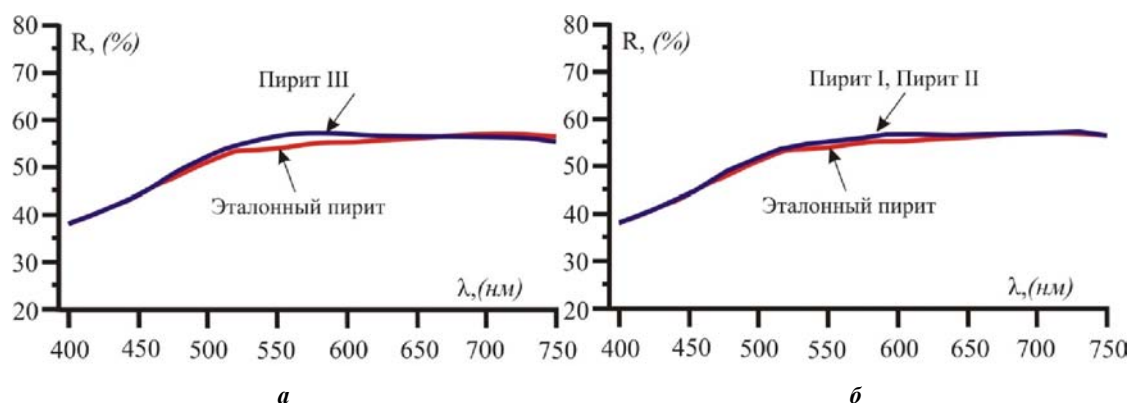


Рис. 1. Спектральные кривые отражения пиритов месторождения Чертово Корыто

Полученные СКО для арсенопирита представлены на рис. 2. Спектры отражения арсенопиритов непараллельные, с очень слабой дисперсией и пересекаются при длинах волн 530...580 нм, в зависимости от сечения. У арсенопирита I СКО не отличаются от эталонных кривых (рис. 2, а), а для арсенопирита II СКО имеют ту же форму, но расположены ниже по оси ординат (рис. 2, б), то есть минерал имеет более высокие значения показателя отражения при определенном значении длины волны. Это может быть связано с присутствием механической примеси галенита в арсенопирите, которая была установлена с использованием

растрового электронного микроскопа. По литературным источникам для галенита характерна СКО, расположенная ниже по оси ординат, нежели у арсенопирита, и при длине волны 540 нм показатель отражения составляет порядка 44 % [4].

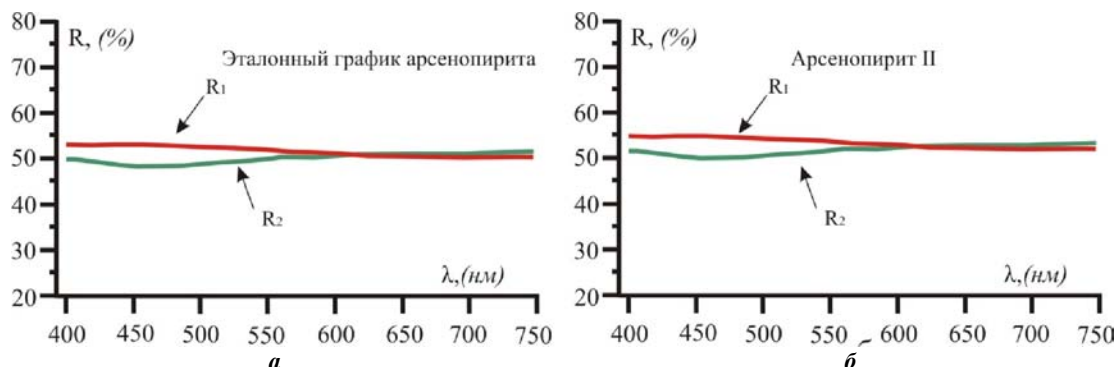


Рис. 2. Спектральные кривые отражения арсенопиритов месторождения Чертово Кoryто

Из приведенных данных следует, что на показатель отражения могут влиять как механические, так и изоморфные примеси, входящие в минерал. К подобным выводам приходили неоднократно многие ученые при изучении физических свойств минералов [1, 3]. Показатель отражения может являться хорошим диагностическим признаком, но его применение ограничено многими факторами (полировка, чистота зерен, изоморфные примеси и др.).

#### Литература

1. Белозерцева Н.В., Силичев М.К., Аввакумов С.В. Взаимосвязь физических свойств и состава арсенопиритов золоторудных месторождений в терригенных отложениях // Минеральные аспекты металлогении Якутии: Докл. сессии. – Якутск, 1998. – С. 42 – 49.
2. Вагина Е.А., Рудмин М.А. Кристалломорфология и термоэлектрические свойства пирита и арсенопирита в золоторудном месторождении Чертово Кoryто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 66–73.
3. Мозгова Н.Н. Об отражательной способности, микротвердости и термоЭДС галенита в связи с изоморфными примесями серебра и висмута // Геология рудных месторождений. – 1966. – № 3. – С. 63–83.
4. Определитель главнейших минералов руд в отраженном свете. – М., Недра, 1978. – 255 с.
5. Шумская Н.И., Ляхницкая В.Д. Минераграфические исследования руд с применением микроскопов-спектрофотометров. Методическое руководство. – С.Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1993. – 56 с.

### МИКРОТВЕРДОСТЬ МИНЕРАЛОВ КАК ИСТОЧНИК ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПИРИТА И АРСЕНОПИРИТА

Е.А. Вагина, О.А. Миллер, М.А. Рудмин

Научный руководитель профессор И.В. Кучеренко

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

Микротвердость успешно используется как типоморфный признак для рудных (сульфиды) и нерудных (гранаты, флюорит, топаз и др.) минералов. Она позволяет разделить минералы по генерациям, выяснить наличие или отсутствие тех или иных примесей, влияющих на значение микротвердости [1, 5, 6, 7].

Микротвердость изучалась на приборе ПМТ-3М с приставкой окулярного фотоэлектрического микрометра (ФОМ-2-16). В качестве индентора выступала алмазная пирамидка Виккерса. Проводилось 30...40 уколов, в каждом из которых в количестве 5 раз были сделаны замеры диагоналей с последующим подсчетом среднего значения. Всего было выполнено более 600 уколов в 20 пробах. После выполнения всех замеров выполнялась обработка результатов по методике, предложенной С.И. Лебедевой [4] и, по мнению авторов настоящей статьи, позволяющей более объективно оценить полученные результаты. Методика сводилась к нахождению наиболее вероятных для данного минерала значений микротвердости путем построения вариационных кривых. Для этого определяли микротвердость минералов (в кгс/мм<sup>2</sup>) на различных срезах граней и находили размах варьирования и ширину интервала значений микротвердости.

В дальнейшем по выполненным замерам вычисляли частоту встречаемости (P, %) замеров в установленных интервалах. По окончании выполнения всех операций были построены вариационные кривые для каждой пробы и выявлены наиболее вероятные значения.

По результатам полученных значений микротвердости пириты и арсенопириты были разделены на отдельные группы, которые соответствуют различным генерациям минералов. Наиболее детально формы выделения сульфидной минерализации описаны в статье [2].

Арсенопирит, развитый в терригенных породах в виде метакристаллов, имеет более высокие значения микротвердости, изменяющиеся в интервале 1070...1270 кгс/мм<sup>2</sup> со средним значением 1200 кгс/мм<sup>2</sup>, а арсенопирит, встречающийся в маломощных кварцевых жилах и прожилках, характеризуется более низкими

значениями, варьирующимися от 800 до 1000 кгс/мм<sup>2</sup> со средним значением 950 кгс/мм<sup>2</sup>. График вариационных кривых представлен на рисунке. При изучении элементов примесей в арсенопиритах было установлено, что средние содержания Co, Ni, Pb в различных генерациях примерно одинаковы, в отличие от содержания благородных элементов, – в арсенопирите II отмечается повышенное содержание Ag и Au (таблица 1).

Таблица 1

Средние содержания элементов примесей в арсенопиритах

Элемент, г/т	Арсенопирит I	Арсенопирит II	Вид анализа
Co	400	500	Микрозонд
Ni	800	700	
Pb	1500	1300	Атомно-эмиссионный
Au	17	30	Атомная абсорбция
Ag	3	7	

По результатам изучения типоморфных параметров пиритов, представленных в таблице 2, можно сделать вывод о трех генерациях пирита. В частности, по термоЭДС пирит III заметно отличается от пирита I и II генераций. Для пирита III характерно повышенное содержание Co и Ni, но при этом пониженное значение микротвердости.

В ходе выполненной работы установлено, что пириту и арсенопириту различных генераций свойственны отличающиеся значения микротвердости, обусловленные присутствием изоморфных и механических примесей, а также условиями образования минералов. В частности, в пирите установлено присутствие Co и Ni в виде изоморфных примесей, понижающих значение микротвердости. Наличие у пирита III электронного типа проводимости дает основание полагать, что Co и Ni входят в кристаллическую решетку минерала. Подтверждением этого служит уменьшение значения микротвердости до 1450 кгс/мм<sup>2</sup>, так как изоморфное вхождение Co и Ni снижает твердость из-за ослабления связей в структуре минерала за счет более высокой электропроницаемости у никеля и кобальта по сравнению с железом [3].

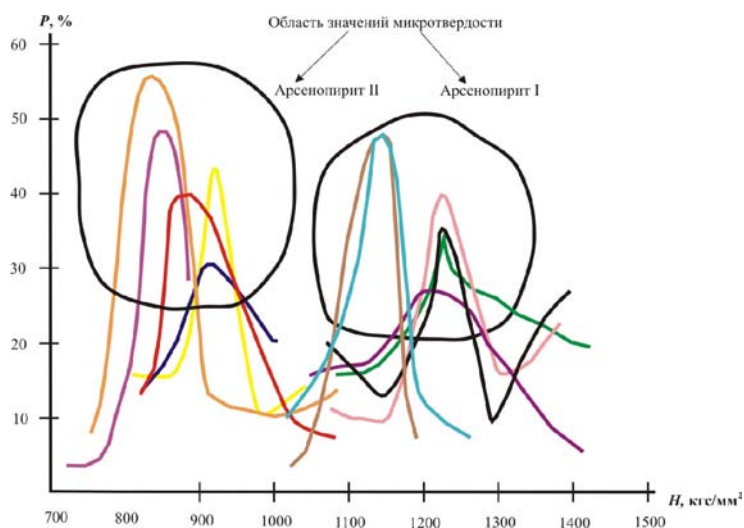


Рисунок. Вариационные кривые микротвердости арсенопиритов (P – частота встречаемости, H – значение микротвердости, цветом обозначены различные пробы)

Таблица 2

Типоморфные параметры пирита разных генераций

Минерал, генерация, (число проб)	Среднее значение H, кгс/мм <sup>2</sup>	Значения термоЭДС, мВ	Содержание Co (среднее, г/т)	Содержание Ni (среднее, г/т)
Пирит I (5)	1500	+(46...64)	23,0...82,1 (44,3)	93,4...268,5 (151,6)
Пирит II (3)	1580	+(49...58)	26,2...79,3 (31,5)	175,5...290,0 (233,8)
Пирит III (4)	1400	+(25...67) –(60...67)	150...200 (177,8)	370,7...514,6 (421,6)

Предположено, что причиной изменения микротвердости арсенопирита оказалось повышенное содержание Au и напряженные тектонические условия образования.

#### Литература

1. Белозерцева Н.В., Силичев М.К., Аввакумов С.В. Взаимосвязь физических свойств и состава арсенопиритов золоторудных месторождений в терригенных отложениях // Минеральные аспекты металлогении Якутии: Матер. докл. сессии. – Якутск, 1998. – С. 42 – 49.
2. Вагина Е.А., Рудмин М.А. Кристалломорфология и термоэлектрические свойства пирита и арсенопирита в золоторудном месторождении Чертово корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 314. – № 1. – С. 66 – 73.
3. Коробейников А.Ф., Нарсеев В.А., Пшеничкин А.Я., Ревякин П.С. Пириты золоторудных месторождений (свойства, зональность, практическое применение). – М.: ЦНИГРИ, 1993. – 213 с.
4. Лебедева С.И. Микротвердость минералов / под ред. С.А. Юшко. – М.: Недра, 1977. – 118 с.
5. Лукьянова Е.В. Прогнозирование и поиски золотого оруденения в черносланцевых толщах Западной Калбы на основе изучения типоморфных особенностей пирита и арсенопирита: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2000. – 169 с.
6. Мозгова Н.Н. Об отражательной способности, микротвердости и термоЭДС галенита в связи с изоморфными примесями серебра и висмута // Геология рудных месторождений. – 1966. – № 3. – С. 63 – 83.
7. Ожогин Д.О. Наноминералогические особенности золото-сульфидных руд месторождения Маломыр: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Москва, 2009. – 110 с.

### ЦИКЛИЧЕСКИЕ НАСЫЩЕННЫЕ И НАФТЕНАРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ НЕФТЕЙ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Н.Г. Воронежская

Научный руководитель старший научный сотрудник Г.С. Певнева

*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Детальное исследование состава и расширение круга анализируемых нефтяных компонентов до сих пор не утратило своей актуальности для выявления закономерностей в составе различных классов углеводородов. В настоящее время хорошо изучены такие классы нефтяных соединений как алканы, стераны, терпаны, алкилзамещенные моно-, би-, трициклические арены. Данные их состава используются для получения информации, необходимой при определении типа исходного органического вещества (ОВ), обстановки и условий формирования состава нефтей [3,4]. Помимо указанных классов углеводородов в нефтях присутствуют соединения гибридного строения, содержащие одновременно нафтеновые и ароматические циклы, состав которых, на сегодняшний день, наименее изучен, хотя их доля в нефтях может достигать 50 % [2]. Сведения о распределении нафтеноароматических соединений в нефтях ограничены и практически не используются в геохимических исследованиях ввиду сложности их выделения и анализа.

В связи с этим целью исследования явилось изучение состава циклических насыщенных и нафтеноароматических углеводородов в нефтях, залегающих в отложениях разного возраста.

В качестве объектов исследования выбраны кайнозойские нефти Северо-Кавказского и Паннонского (Сербия) нефтегазоносных бассейнов (НГБ), мезозойские нефти, залегающие в меловых и юрских отложениях Западно-Сибирского НГБ и палеозойские нефти Тимано-Печорского и Западно-Сибирского НГБ.

Из обессмоленной и деасфальтензированной нефти методом жидкостно-адсорбционной хроматографии на оксиде алюминия были выделены фракции насыщенных, би- и триароматических углеводородов. Ароматические фракции, содержащие как алкил-, так и нафтенозамещенные соединения, экстрагировали метиловым спиртом для извлечения нафтеноаренов [1]. Во фракции насыщенных углеводородов цикланы были отделены от алканов методом карбамидной депарафинизации. Анализ группового состава нафтеновых и нафтеноароматических углеводородов проводили методом масс-спектрометрии на масс-спектрометре «MX 1700» при энергии ионизирующих электронов 12 эВ.

По данным масс-спектрального анализа установлено, что циклические насыщенные соединения имеют в своем составе от 1 (моноцикланы) до 5 (пентацикланы) насыщенных колец, представляющих собой как пяти-, так и шестичленные циклы. Нафтеноарены представлены тремя классами соединений в зависимости от числа ароматических колец в молекуле: нафтеномоно-, нафтеноби- и нафтенотриаренами. Число нафтеновых колец в молекулах нафтеноаренов составляет: до пяти – в составе нафтеномоноаренов, до трех и двух в составе нафтеноби- и нафтенотриаренов соответственно.

Изменение суммарного количества цикланов и нафтеноаренов в нефтях, залегающих в отложениях разного возраста, показано на рисунке 1. С увеличением возраста нефтемещающих отложений от кайнозойских к палеозойским увеличивается содержание нафтеномоно- и нафтенотриаренов с 0,7 до 6,6 мас.% и с 0,6 до 2,9 мас.% соответственно. Количество цикланов снижается с 43 до 34 мас.%, а нафтенобиаренов – с 2,7 до 1,4 мас.%.

Проанализирован групповой состав цикланов и нафтеноаренов. Показано, что распределение цикланов и нафтеноаренов по числу насыщенных колец в молекуле не зависит от возраста нефтемещающих отложений и является типичным для нефтей разного возраста (рис. 2). Среди цикланов в максимальных количествах содержатся моноцикланы, концентрации остальных соединений резко снижаются по мере увеличения числа нафтеновых циклов. Среди нафтеноаренов также максимально содержание соединений, имеющих в молекуле одно нафтеновое кольцо, но в отличие от цикланов, разница в концентрациях нафтеноаренов менее выражена.



Среди нафтенобиаренов соединения с одним и двумя нафтеновыми циклами содержатся в сопоставимых количествах.

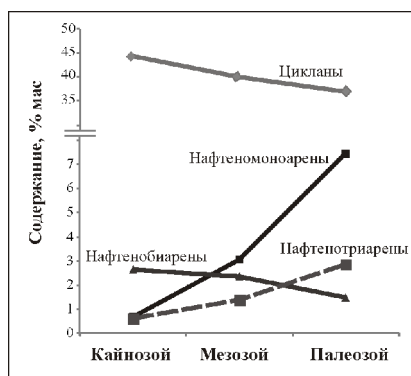


Рис. 1. Общее содержание цикланов и нафтеноаренов в нефтях из отложений различного возраста

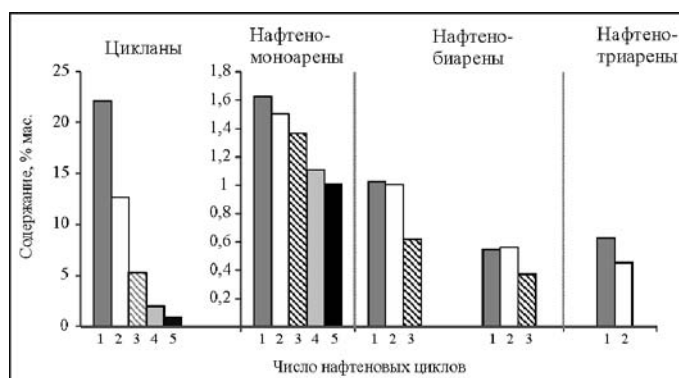


Рис. 2. Типичное распределение цикланов и нафтеноаренов в зависимости от числа нафтеновых циклов

Проведен сопоставительный анализ изменения содержания нафтеноароматических соединений и их насыщенных аналогов, имеющих одинаковое количество циклов в молекуле. Показано, что содержание нафтеномоно-, нафтенотриаренов и их насыщенных аналогов изменяется симбатно вне зависимости от общего числа циклов, увеличиваясь от кайнозойских нефтей к палеозойским. Содержание нафтенобиаренов уменьшается по мере увеличения возраста нефтемещающих отложений (рис. 3).

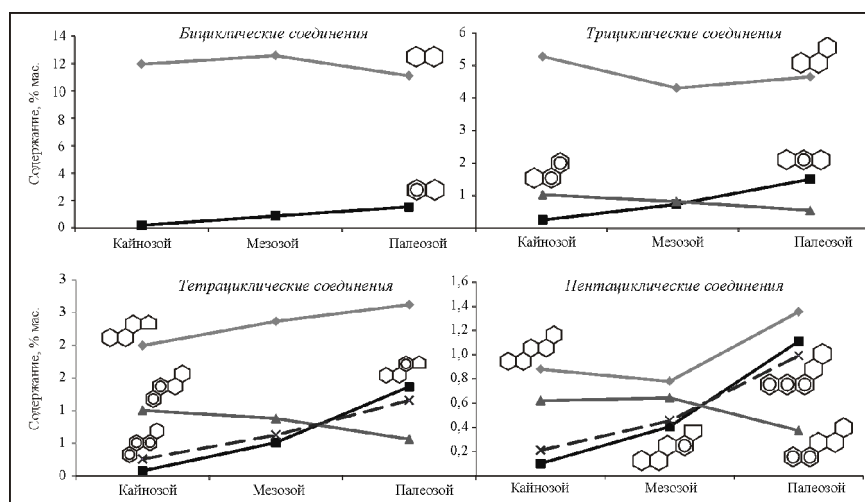


Рис. 3. Изменения содержания нафтеноаренов и их насыщенных аналогов в зависимости от возраста нефтемещающих отложений

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что с увеличением возраста нефтемещающих отложений происходит накопление нафтеноаренов с одним и тремя ароматическими циклами в молекуле и уменьшение количества соединений с двумя ароматическими циклами.

#### Литература

1. Коржов Ю.В., Головки А.К. А.с. № 1719388 СССР. Способ разделения фракций полициклических нефтяных аренов. – БИ 15.03.1992. – № 10. – 4 с.
2. Певнева Г.С., Воронцовая Н.Г., Головки Ю.А., Головки А.К.. Нафтеноароматические углеводороды нефтей различного генезиса // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 3. – С. 375 – 383.
3. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984. – 264 с.
4. Radke M. Organic geochemistry of aromatic hydrocarbons // Advances in Petroleum Geochemistry. – 1987. – Vol. 2.– P. 141 – 205.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ВАНАДИЕНОСТЬ ЯРЕГСКОГО НЕФТЕТИТАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Р.Р. Габдрахманов, Р.Р. Гильмутдинов

Научный руководитель доцент Н.Г. Нургалиева

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

Фактический материал для проведения исследований был собран нами в пределах Ярегского нефтетитанового месторождения Ухтинского района республики Коми. Месторождение разрабатывается шахтным способом. Спуск в шахту для отбора образцов был произведен в июле 2010 года. В блоке «345-Северный» нами были отобраны 6 образцов (5 сильно равномерно нефтенасыщенных песчаников и 1 образец из вышележащего диабазового горизонта), в блоке «1Т-2» – 2 образца (сильно равномерно нефтенасыщенный песчаник и оливиновый диабаз).

В представленной работе мы выделяем следующие этапы исследования: 1) отбор образцов в шахте из нефтенасыщенного песчаника основного продуктивного пласта («Пласт III») и вышележащей диабазовой дайки для дальнейших лабораторных исследований; 2) исследование образцов (изготовление шлифов, полировок, применение метода электронно-парамагнитного резонанса); 3) интерпретация полученных данных с целью выявления особенностей геологического строения девонских отложений Ярегского нефтетитанового месторождения и оценка перспектив промышленной ванадиеносности этих нефтей.

Нефтяная залежь пластово-сводового типа шириной 4...6 км и высотой до 87 м находится в песчаниках среднего и верхнего девона, слагающих единый продуктивный «пласт III» живетского и эйфельского возраста. Он лежит в основании преимущественно глинистого девонского разреза непосредственно на неровной поверхности рифейского фундамента на глубине 130...300 м. При средней толщине 70 м пласт выклинивается на западе на выступах фундамента и обрывается здесь сколами крупного тектонического нарушения, а во впадине фундамента, занимающей большую часть месторождения, достигает максимальной толщины до 106 м.

Эродированная поверхность венд-рифейских метаморфических сланцев фундамента с угловым и стратиграфическим несогласием перекрывается образованиями среднего отдела девонской системы. Представлен он эйфельским ярусом и старооскольским надгоризонтом живетского яруса. Верхняя пачка пласта III несогласно перекрывает отложения средней и нижней пачек. Как правило, III пласт почти повсеместно перекрывается надпластовыми аргиллитами. В единичных случаях линзообразные тела и дайки диабазов встречаются или непосредственно над пластом III, или внутри пласта. Надпластовые аргиллиты представляют собой горизонтально-слоистые глинистые отложения средней мощностью 5 м. Нефть Ярегского месторождения тяжелая, высоковязкая, сернистая. Средняя плотность ее в стандартных условиях составляет 0,945 кг/м<sup>3</sup>. Вязкость нефти в пластовых условиях 12000 мПа·с, а при 100°C снижается до 60 мПа·с.

Переходя к экспериментальной части работы, необходимо перечислить критерии отбора образцов: 1) доступность пласта для отбора образцов; 2) для отбора образцов выбирались проблемные шахтные блоки: образцы были отобраны из шахтных блоков «34 сев» и «1Т-2», где существуют проблемы с прорывами пара на вышележащий диабазовый горизонт; 3) для отбора образцов выбирались шахтные блоки с наиболее полным комплексом фактического материала.

Основные результаты исследования: 1) выявленные в шлифах и микрофотографиях полировок выделения пирита и магнетита (рис.1) в поровом пространстве песчаников являются одной из причин снижения фильтрационно-емкостных свойств основного продуктивного пласта III; 2) в плоскости шлифов большей части образцов наблюдается регенерация зерен с одной стороны, а с другой стороны зерен их растворение, что теоретически может свидетельствовать об интенсивных биокосных процессах в пределах коллектора; 3) в микрофотографиях полированных граней выявлены выделения скелетных кристаллов магнетита в поровом пространстве песчаника и вышележащей диабазовой дайки. Намечается изучение этих образцов под электронным микроскопом с целью проверки идеи о бактериальной природе генезиса кристаллов магнетита. В спектрах ЭПР по всем образцам наблюдаются аномальная интенсивность ванадила и широкая амплитуда спектров радикала E' (электронно-дырочные центры) в зернах кварца, что указывает на наличие в разрезе источников радиоактивного излучения.

Мы попытались оценить концентрацию ванадия по спектрам электронно-парамагнитного резонанса.

Оценка концентрации основывалась на зависимости содержания ванадия от приведенной (к массе образца и интенсивности эталона) интенсивности сигнала ванадила в спектре ЭПР, полученной ранее в Казанском университете для нефтей, сходных по составу и физико-химическим свойствам с нефтью Ярегского месторождения. Эта зависимость представлена на рисунке 2.

По уравнению этой зависимости была произведена экстраполяция для образцов Ярегского месторождения: 1) жидкой экстрагированной из всех образцов в одну бутылку нефти Ярегского месторождения; 2) образца №7. По жидкой экстрагированной из всех образцов в одну бутылку нефти Ярегского месторождения приведенная интенсивность сигнала ванадила на спектре ЭПР (в у.е.) составила 41,04478, содержание ванадия мы оценили как 545 грамм на тонну нефти. По седьмому образцу приведенная интенсивность сигнала ванадила на спектре ЭПР составила 66,0793, содержание ванадия 839 грамм на тонну нефти. Вероятней всего, оценка, полученная по жидкой экстрагированной нефти, является более достоверной. Полученная оценка указывает на промышленную ванадиеность нефтей Ярегского месторождения.

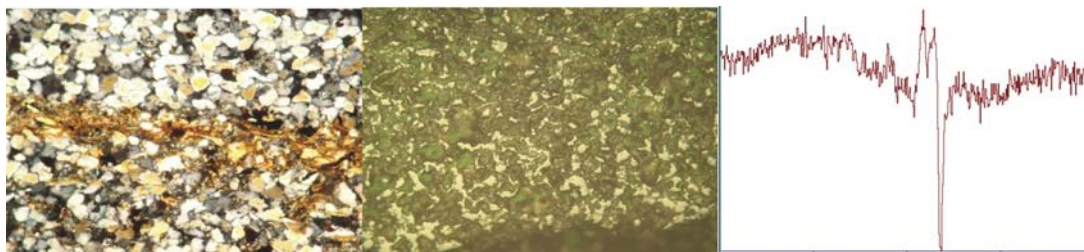


Рис. 1. Образец № 3 (нефтенасыщенный песчаник). Слева – шлиф (николи скрещены), в центре – микрофотография полировки, справа – спектр ЭПР в области радикала

В научном обществе существуют 2 основные точки зрения на механизм обогащения нефтей ванадием:

1) накопление ванадия на стадии формирования органического вещества, в котором участвуют остатки организмов, способных аккумулировать в себе аномальное количество ванадия (по А.П. Виноградову, В.И.Вернадскому [1], и 2) гипергенные процессы, связанные с подземными водами: залежи нефти, попадая в зону активного гипергенеза и вступая в контакт с ванадийсодержащими инфильтрационными водами окислительной обстановки, усваивают водорастворимый ванадий (по И.С. Гольдбергу, Р.П. Готтиху, Л.И.Морозову) [2]. Мы попытались проверить каждую точку зрения в соответствии с полученными нами по Ярегскому месторождению данными.

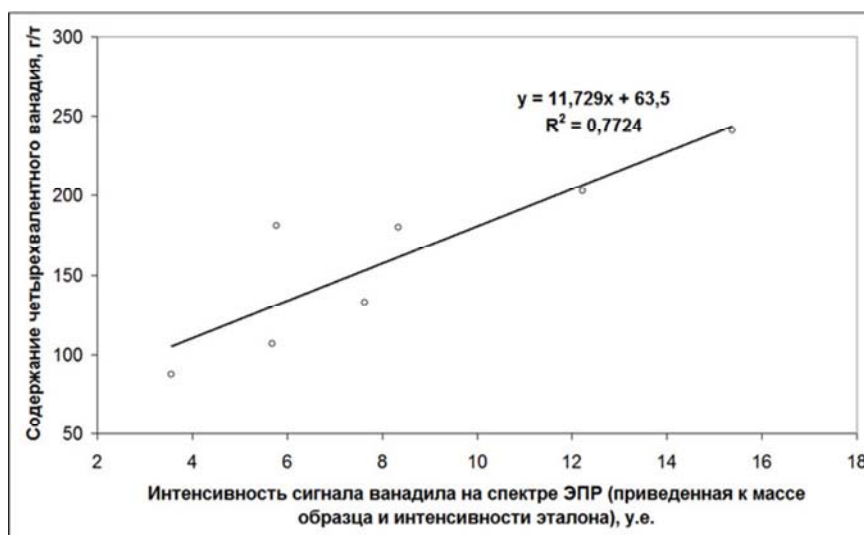


Рис. 2. Зависимость содержания ванадия от приведенной (к массе образца и интенсивности эталона) интенсивности сигнала ванадила в спектре ЭПР

В пользу первого механизма говорят 3 факта. Первый – наличие выполняющих поровое пространство кристаллов магнетита (вероятнее всего, магнетит является продуктом жизнедеятельности бактерий, так как гидротермальный магнетит образуется при 360 °С, что маловероятно в нашем случае). Второй – коррозия и в то же время регенерация зерен песчаника (в шлифах пятого и других образцов). Мы считаем, что это может объясняться биокосными процессами. Третий: присутствие в шлифах пирита.

В пользу второго механизма говорят следующие показатели:

– геохимические: высокая плотность и сернистость (1,12 мас. %) нефтей, повышенное содержание смол (20,6 мас. %) и асфальтенов (2,4 мас. %), наличие поблизости очагов выветривания окисленных ванадиевых пород;

– гидрогеологические: присутствие (в настоящем или геологическом прошлом) хлор-кальциевых и гидрокарбонатно-натриевых типов вод инфильтрационного генезиса с очагами выветрелых и окисленных ванадийсодержащих горных пород в области питания (вышележащие оливиновые диабазы);

– геоструктурные: крайне небольшая глубина залегания залежи и приуроченность к частям разреза под поверхностями несогласий (перерывы в осадконакоплении, денудационные поверхности и т.д.). В разрезе месторождения мы имеем три поверхности несогласия: 1) рифей/средний девон; 2) средний девон/верхний девон; 3) верхний девон/квартер.

Мы считаем, что механизм гипергенного процесса обогащения нефтей Ярегского месторождения ванадием имеет большую обоснованность.

#### Литература

1. Академику В.И. Вернадскому. К 50-летию научной и педагогической деятельности / Под ред. А.П. Виноградова. – М.: 1936. – 178 с.
2. Грибков В.В. Один из возможных природных процессов обогащения нефтей ванадием // Попутные компоненты нефтей и проблемы их извлечения. – Ленинград: ВНИГНИ, 1989. – С. 28 – 39.

### О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАТИНЫ ПО ПИКУ ЭЛЕКТРООКИСЛЕНИЯ ИНДИЯ В МИНЕРАЛЬНОМ СЫРЬЕ

**Э.М. Габдурахманова, Э.В. Горчаков, Т.С. Глызина**

Научный руководитель профессор Н. А. Колпакова

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

Платина относится к рассеянным элементам, ни один из существующих методов не позволяет определять платину в рудах без ее выделения и концентрирования. От сложности пробподготовки зависят и метрологические характеристики анализа. Очень мало методик, в которых при проведении пробподготовки проб, содержащих платину, использовались ультразвук или излучение высокой частоты.

Некоторые элементы, в частности платина, не дают максимумов на вольтамперной кривой. Поэтому большое внимание уделяется косвенному определению элемента в присутствии второго элемента. Чтобы проводить соответствующие определения, необходимо исследование фазового состава электролитического осадка, которое нередко отступает на второй план.

В качестве метода анализа для этой цели может быть использован инверсионный вольтамперметрический метод, так как он позволяет с достаточной степенью точности определять микроколичества металлов.

Известно, что определение платины в растворах методом инверсионной вольтамперметрии возможно только после ее электроосаждения в сплав с металлом-активатором на поверхность электрода с последующим селективным электроокислением из сплава электроотрицательного компонента [1 – 3].

Нами проведены исследования по изучению электрохимического поведения осадка индий–платина на поверхности графитового электрода.

Платина вводилась в исследуемые растворы в виде хлоридных комплексов. Измерения проводились на фоновом электролите HCl 0,5...2 М. В случае селективного электроокисления индия из электролитического осадка постоянного состава потенциал пика не должен изменяться, однако ток пика зависит от количества осадка.

Исследования проводили с использованием анализатора ТА–4 (ООО «ТомьАналит», г. Томск) на базе Инновационного научно-образовательного центра «Золото-платина». Индикаторным электродом служил импрегнированный полиэтиленом графитовый электрод. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный электрод. В качестве фонового электролита использовался 1,0 М раствор HCl.

Согласно фазовой диаграмме [4], индий–платина образуют между собой 7 интерметаллических соединений состава: Pt<sub>3</sub>In, Pt<sub>2</sub>In, Pt<sub>3</sub>In<sub>2</sub>, Pt<sub>2</sub>In<sub>3</sub>, PtIn<sub>2</sub>, Pt<sub>3</sub>In<sub>7</sub>, Pt<sub>13</sub>In<sub>9</sub>. Используя уравнение Полинга, был рассчитан потенциал анодного пика образующегося ИМС на вольтамперной кривой.

Таким образом, электролитический осадок индий–платина представляет собой смесь чистого индия и ИМС состава Pt<sub>2</sub>In, способного к селективному электроокислению индия, что позволяет использовать его в аналитических определениях платины в растворах.

Работа выполнена при финансовой поддержке АВЦП № 2.1.1/1008 (2009–2010 г.) «Геология и геохимия благородных и редких металлов: мантийно-коровые источники».

#### Литература

1. Брайнаина Х.З., Нейман Е.Я. Инверсионные электроаналитические методы. – М.: Химия, 1982. – 220 с.

2. Нейман Е.Я. Некоторые закономерности метода инверсионной вольтамперометрии твердых фаз и его перспективы в аналитической химии // Журнал аналитической химии. – 1974. – № 2. – С. 438 – 447.
3. Колпакова Н.А., Немова В.В., Стромберг А.Г. Возможности применения пленочной полярографии с накоплением для определения платины // Журнал аналитической химии. – 1971. – № 6. – С.1217 – 1219.
4. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник. Т.1 / Под общ. ред. Лякишева Н.П. – М.: Машиностроение, 1996.

## ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛОВ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА

**В.Б. Данзанов**

Научный руководитель профессор Е.Г. Языков

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

В отличие от черных, цветных и благородных металлов, известных человечеству на протяжении тысячелетий, природные образования редких металлов, как минералы, так и месторождения, были изучены в основном в XX веке и сначала представлялись экзотическими, исключительными объектами.

Как правило, редкие металлы – это материалы высоких технологий. С использованием лития созданы миниатюрные и емкие перезаряжаемые батареи; ниобия – сверхпроводниковые материалы с самой высокой критической плотностью тока; тантала – миниатюрные и емкие конденсаторы; бериллия, лития и скандия – легкие сплавы; ниобия, рения и гафния – жаропрочные и коррозионностойкие сплавы; неодима и самария – мощные и миниатюрные постоянные магниты; галлия и индия – надежные полупроводниковые устройства; германия – высококачественные приборы ночного видения и волоконной оптики.

Редкие металлы в природных условиях концентрируются, как правило, группами, создавая комплексные месторождения, в которых промышленную ценность могут иметь 2 – 3, а иногда и 5 – 6 компонентов. Их можно выделить в несколько групп.

Редкие щелочные металлы – Li, Rb, Cs.

Легкие металлы – Be.

Редкие тугоплавкие металлы – Ta, Nb, Zr, Hf.

Рассеянные элементы – Ge, Re, Tl, Cd, In, Ga, Se, Te.

На сегодняшний день известно 430 минералов редких металлов, из которых промышленное значение имеют некоторые: минералы лития (сподумен, петалит, лепидолит, монтебразит, амблигонит), рубидия (лепидолит), цезия (поллуцит), бериллия (берилл, бертрандит, фенакит), тантала и ниобия (пирохлор, микролит, гатчеттолит, колумбит, танталит), циркония (циркон, бадделеит). Рассеянные элементы содержатся в рудах цветных металлов, за редким исключением они не образуют собственных месторождений и добываются в качестве попутных компонентов [1].

Автором были исследованы три образца предполагаемых редкометалльных минералов из коллекционного фонда МИНОЦ «Урановая геология» с определением минералов и изучением их элементного состава.

Диагностика проводилась комплексным методом. В начальной стадии были определены физические свойства (цвет, цвет черты, твердость), люминесценция, а также радиоактивность – методом радиометрии, химический состав – методом качественных микрохимических реакций (табл. 1). Более детальные исследования были получены на приборе ЛМА-10. В завершающей стадии был использован метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) HITACHI S-3400N.

**Таблица 1**

**Результаты анализа**

Физические свойства		Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	
Цвет		черный	буровато-черный	смоляно-черный	
Цвет черты		черный	коричневый	бурый	
Блеск		жирный	стеклянный	стеклянный	
Твердость (шкала Мооса)		6,5 – 7	5,5	5 – 6	
Излом		раковистый	неровный	неровный	
Люминесценция		–	–	–	
Микрохимические реакции		P		Si	
<i>Результаты радиометрии</i>					
<i>Измерительные приборы</i>		<i>Фон</i>	<i>Образец № 1</i>	<i>Образец № 2</i>	<i>Образец № 3</i>
СРП-68-01 (мкР/ч)		13	36	110	400
РКП-305	K, %	24	20	1	40
	U, з/м	5	26	1	495
	Th, з/м	11	43	256	99

При анализе на сканирующем электронном микроскопе элементная составляющая была получена при фиксировании энергодисперсным спектрометром Bruker X Flash 4010 тормозящего рентгеновского излучения. Для получения изображения обычно использовались обратно-рассеянные (отраженные) электроны (BSE), дающие информацию о распределении элементов поверхности по среднему атомному номеру макрокомпонентов. Возможно использование вторичных электронов (SE), дающих топографическое изображение поверхности образца.

Таблица 2

Результаты диагностики минералов по данным HITACHI S-3400N

Элементы	Содержание, мас. %		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Na	0,11	0,37	
Mg	0,61		
Al	1,07	0,66	0,45
Si	3,28	1,36	3,05
P	1,16		
K	0,50		
Ca	0,33	6,38	0,28
Ti	0,06	5,65	18,54
Mn	0,69		
Fe	5,46	2,18	
Y			12,80
Nb	0,06	26,22	5,49
Dy			7,87
Ta			16,84
La	5,28		
Ce	24,09	12,52	
Th		4,33	
U			3,58
O	57,30	40,33	31,05
$\Sigma$	100	100	100
Определенный минерал	Гадолинит	Ниобозшинит	Самарскит

Преимущество СЭМ в том, что можно получить изображения с высоким пространственным разрешением, большой глубиной поля зрения. Простая пробоподготовка делают его незаменимым инструментом в ряде разделов геологической науки.

Для набора статистики в каждом образце диагностика на сканирующем электроном микроскопе проводилась в разных точках. Полученные данные показали, что по всей площади каждого образца наблюдается сходимость результатов. Из этого следует, что исследуемые образцы представляют мономинеральную фракцию. Сводные данные представлены в таблице 2 и на рисунке. В ходе всех выше указанных работ были выявлены следующие данные: образцы под номерами 1 и 3 являются редкоземельными минералами: гадолинитом и самарскитом, а образец под номером 2 редкометальным минералом ниобозшинитом.

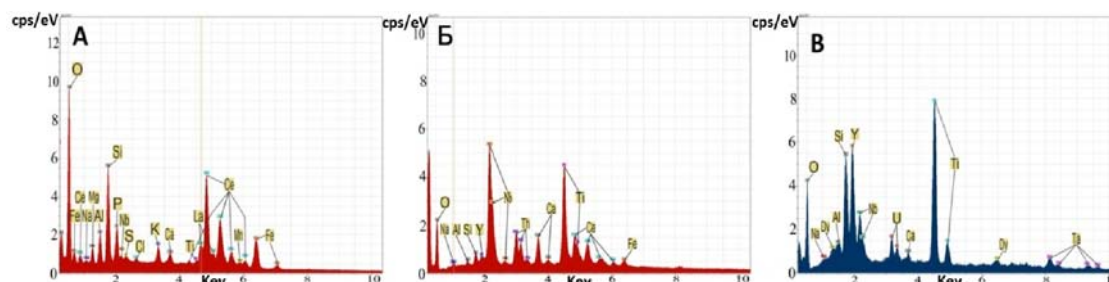


Рисунок. Спектры исследуемых образцов: А – 1; Б – 2; В – 3

Все исследования производились с помощью на приборах и оборудовании, расположенных на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

## Литература

1. Геология полезных ископаемых: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Авдонин, В. И. Старостин. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 384 с.

**РУДОВМЕЩАЮЩИЕ ПОРОДЫ И АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ АННОВСКОГО МОЛИБДЕНОВОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ (УКРАИНСКИЙ ЩИТ, УКРАИНА)****А.В. Дубовицкая**

Научный руководитель Н.Ф. Дудник

*Днепропетровский Национальный университет им. О. Гончара, г. Днепропетровск, Украина*

Анновское рудопроявление, находящееся в районе одноименного месторождения железистых кварцитов и открытое в 60-е годы прошлого столетия, пространственно тяготеет к Восточно-Анновской складке третьего порядка внутренней зоны Криворожско-Кременчугской шовной зоны и является составной частью Криворожского железорудного месторождения.

Исследуемый район, по существующему районированию Украинского щита (УЩ), расположен в пределах Среднеприднепровского блока, в его крайней западной части. В геологическом плане это – Желтоводская и северная часть Криворожской структуры (Анновская полоса), которые сложены вулканогенно-осадочными, в том числе и железисто-кремнистыми образованиями нижнего протерозоя.

С востока названные структуры залегают на гранитах демуринского комплекса верхнего архея, которые образуют одноименную антиформную структуру. С запада их распространение ограничено Криворожско-Кременчугским глубинным разломом (ККР), то есть границей Среднеприднепровского мегаблока. Западнее ККР изучаемая территория захватывает фрагмент Ингулецко-Криворожской межблоковой зоны, а именно – северную часть Ингулецкого вала, сложенного плагиогранитоидами ингулецкого комплекса позднего архея, и восточную часть Петровской синформы, сложенной образованиями ингуло-ингулецкой серии нижнего протерозоя. Кристаллические породы практически повсеместно перекрыты рыхлыми кайнозойскими отложениями мощностью 35...50м.

Главный рудный минерал в пределах Анновского рудопроявления – молибденит; однако кроме молибдена в рудах отмечаются участки, существенно обогащенные медью и, реже, вольфрамом. Как выяснилось в последнее время, на стадии поисково-оценочного бурения в центральной части рудопроявления – на так называемом участке «Червоный», кроме названных элементов для руд характерно постоянное присутствие аномального количества серебра. Первые два элемента содержатся, соответственно, в халькопирите и шеелите. Минерал-носитель серебра до сих пор не выявлен.

Молибденоносная (с медью и вольфрамом) зона в пределах Анновского рудопроявления вытянута в субмеридиальном направлении на 9 км. Наиболее продуктивная минерализация сосредоточена в фельдшпатизированных, окварцованных и трещиноватых роговообманковых амфиболитах. В меньшей степени она присутствует в плагиоклаз-микроклиновых грейзенизированных гранитах и мигматитах. Молибденовая минерализация зафиксирована также в следующих разновидностях пород: измененных роговообманковых амфиболитах; амфиболитовых сланцах; двуслюдяных сланцах с реликтами роговообманковых амфиболитов; слюдитах, которые оконтуривают жилы пегматоидных гранитов; жилах и зальбандах жил кварцевого, плагиоклазового и кварц-плагиоклазового состава; биотитовых сланцах, развитых на контакте роговообманковых и мусковит-кварцевых грейзенов; кордиерит-амфиболитовых породах.

По данным изучения прозрачных шлифов (134), изготовленных из керн скважин, нами выделены основные разновидности вмещающих пород.

1. Среди амфиболитов – обычные амфиболиты, биотитизированные, пелитизированные и хлоритизированные. Также встречаются их различные вариации с примесями мусковита, эпидота и апатита. Порода состоит из амфибола, плагиоклаза, биотита, кварца, хлорита. Амфиболы представлены мелкой роговой обманкой, иногда актинолит-тремолитом. Именно к этому горизонту приурочена наиболее продуктивная минерализация. В результате изучения контактов амфиболитов с гранитами было установлено, что с приближением к контакту с гранитами породы амфиболитовой толщи неравномерно окварцованы, местами интенсивно карбонатизированы. Встречаются маломощные жилы кварца, некоторые с турмалином.

2. Среди гнейсов – серицитизированные и пелитизированные биотит-роговообманковые, биотит-силимманитовые, грейзенизированные гранито-гнейсы, хлоритизированные и карбонатизированные. Встречаются с примесями граната, мусковита, лейкоксена, турмалина и актинолита. В гнейсах встречаются достаточно часто кварц-биотитовые прослои.

3. Среди сланцев – кварц-биотитовые, биотитовые кварцито-сланцы, куммингтонит-биотитовые, флогопит-тремолитовые. Встречаются разновидности с примесями хлорита, мусковита, роговой обманки и актинолита. Присутствуют сланцы с мелкой вкрапленностью граната, иногда с флогопитом чешуйчатого строения со слабой слоистостью, где биотит-серицитовые прослои постепенно переходят в серицит-биотитовые. Часто сланцы имеют постепенные переходы с кварцитами, что выражается в увеличении количества слюдистого минерала и уменьшении количества зерен кварца и наоборот.

4. Среди гранитов – серицитизированные и хлоритизированные, биотитизированные, грейзенизированные, мусковитизированные и пелитизированные порфирированные гранито-гнейсы. Встречаются с примесью карбоната. Присутствуют двуполевошпатовые разновидности гранитов с широким развитием порфирированных структур (в основном в виде микроклина, реже – плагиоклаза).

5. Среди грейзенов – разновидности, которые развивались по гнейсу, по биотитовому гнейсу, по серицитизированному граниту.

6. Среди пироксенитов – обычный пироксенит, тремолитизированный либо актинолитизированный, оталькованный, хлоритизированный, эпидотизированный и амфиболитизированный.

7. Среди кварцитов – пелитизированные и серицитизированные обычные кварциты, кварцито-сланцы. В основном это практически мономинеральная порода сугубо кварцевого состава, со слабо выраженной сланцеватой текстурой. Порода, возможно, образовалась за счет метаморфизма кварцевых или полевошпат-кварцевых песчаников.

Кроме перечисленных разновидностей пород, можно отметить эпидотизированное габбро и другие в разной степени измененные образования – карбонатизированные, хлоритизированные и пелитизированные флогопит-антофиллит-плаггиоклазовые, пропицитизированные, катаклазированные породы.

В охарактеризованных выше породах обнаружены следующие акцессорные минералы (по убыванию частоты встречаемости): апатит, сфен, турмалин, циркон, цоизит и клиноцоизит, лейкоксен, ильменит, кордиерит, корунд, кочубейт. Данные об основных акцессорных минералах приведены в таблице.

Таблица

Акцессорные минералы во вмещающих породах Анновского рудопоявления

№	Акцессорные минералы	Вмещающие породы						
		Амфиболиты		Гнейсы		Граниты	Сланцы	
1	Апатит	12	12	20	5	6	4	1
2	Сфен	3	9	3	2	2	1	1
3	Циркон	2		4		4	1	-
4	Турмалин	-		3		1	1	-
5	Цоизит и клиноцоизит	-		1		-	1	1
6	Лейкоксен	1		1		-	-	-
7	Ильменит	2		-		-	-	-

Условные обозначения

- Содержание во вмещающей породе акцессорного минерала – ед.зерна
- Содержание во вмещающей породе акцессорного минерала – 1...3 %
- Содержание во вмещающей породе акцессорного минерала – 5...10 %
- Содержание во вмещающей породе акцессорного минерала – больше 10 %

24 – количество шлифов, в которых определен акцессорный минерал

Кратко охарактеризуем эти минералы.

1. Апатит (размер зерен 0,01...0,6 мм) – зерна призматической и округлой формы, агрегатные скопления кристаллов.

2. Сфен (размер зерен 0,001...0,1 мм) – чечевицевидные, вытянутые в цепочку образования, линзочки и прослои размером до 2...3 мм, ориентированные по сланцеватости.

3. Турмалин (размер зерен 0,05...0,5 мм) – зерна призматической и неправильно призматической формы, ориентированные по сланцеватости.

4. Циркон (размер зерен 0,01...0,1 мм) – зерна призматической и округлой формы с плеохроичными двориками вокруг них.

5. Цоизит и клиноцоизит (размер зерен 0,01...0,3 мм) – микрокристаллические агрегатные скопления, выделения неправильной формы, агрегатные скопления в виде прослоев.

6. Лейкоксен (размер частиц 0,05...0,1 мм) – криптозернистые высыпки, агрегатные скопления, образующие прослои и линзочки, вытянутые по сланцеватости пород.

7. Ильменит (размер частиц 0,01...0,1 мм) – зерна призматической формы.

Кроме того, в породах выявлены такие минералы, как кордиерит (размер зерен 0,1...0,25 мм) – зерна округлой формы, с характерными звездчатыми двойниками; корунд (размер зерен 0,1...0,15 мм) – зерна призматической и округлой формы; кочубейт (магнезиальная разновидность хлорита, размер чешуек 0,3...5 мм) – чешуйчатые агрегаты, окрашенные в розовый, сиреневый и сиренево-фиолетовый цвет, ориентированы по сланцеватости.

Несмотря на то, что Анновское рудопоявление исследуется уже более 40 лет и на данный момент находится на поисково-оценочной стадии изучения, до сих пор генезис этого объекта окончательно не установлен. Последние данные свидетельствуют о том, что объект является весьма перспективным.

При этом, уточнение генетических особенностей объекта будет способствовать эффективному и целенаправленному дальнейшему его изучению. Для решения данного вопроса определенную помощь окажут сведения про акцессорную минерализацию на рудопоявлении.



**МИНЕРАЛЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ И ИХ ДИАГНОСТИКА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА****А.П. Зайченко, С.А. Семенюк**

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

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

Данное исследование проводилось как для закрепления теоретических знаний и практических навыков, полученных во время обучения, так и для уточнения названий минералов коллекционного фонда МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии.

Известно множество важных областей применения редкоземельных элементов (РЗЭ), наиболее емкие сферы использования – катализ в крекинге нефти, металлургическая, стекольная и керамическая отрасли промышленности, сверхмощные магнитные сплавы, лазерная техника, оборонная, аэрокосмическая, атомная. Большая часть РЗЭ используется в виде смешанных соединений, оксидов и мишметалла (сплав на основе РЗЭ). Однако для ряда производств требуется раздельная редкоземельная продукция [1].

Из почти 100 редкоземельных минералов основное промышленное значение имеют несколько: бастнезит  $\text{CeCO}_3\text{F}$ , монацит  $\text{CePO}_4$ , лопарит  $(\text{Na}, \text{Ce}, \text{Ca})(\text{Ti}, \text{Nb})\text{O}_3$ , ксенотим  $\text{YPO}_4$ , черчит  $\text{Y}(\text{Ce}, \text{Ca})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , иттротрихизит  $\text{CaY}(\text{CO}_3)\text{F}$ .

Запасы и сырьевые ресурсы РЗЭ огромны и в настоящее время оцениваются в 130 млн т (редкоземельных оксидов). Наибольшими запасами владеют Китай (67 %), Россия (18 %), США (10 %), Австралия (4 %). Запасы РЗЭ России распределены весьма неравномерно: 70 % находится в Мурманской области, 16% – в Республике Саха (Якутия), остальные в Иркутской, Читинской областях, в республиках Коми и Тува [1].

В России месторождения РЗЭ относятся к разным генетическим типам. Наибольшее промышленное значение имеют магматические, месторождения полевшпатовых метасоматитов, скарновые, карбонатитовые, коры выветривания, россыпные и осадочные. Мировое производство базируется на использовании в основном эндогенных месторождений с богатыми бастнезитовыми рудами, месторождений кор выветривания гранитов («ионно-сорбированные» руды) и богатых монацитсодержащих титан-циркониевых россыпей [1].

Магматические месторождения РЗЭ связаны с агапитовыми нефелиновыми сиенитами. Это лопаритоносный стратифицированный Ловозерский массив уртит-фойяит-луявритов, а также апатит-нефелиновые породы Хибинского плутона.

Полевшпатовые метасоматиты, альбитизированные щелочные граниты, а также альбититы, связанные с граносиенитами, щелочными гранитами, сиенитами, являются комплексными тантал-ниобий-редкоземельными рудами (Калгутинское, Улуг-Танзекское месторождения, Россия) [1].

Скарновые месторождения, формирующиеся на контакте щелочных гранитов и известняков, представлены магнетитовыми, актинолитовыми и тремолит-актинолитовыми скарнами, в которых присутствуют бритолит, церит, ортит, бастнезит и лантанит (Вильгельм, Бастнез, Останмоос, Швеция) [1].

Карбонатитовые месторождения РЗЭ связаны со щелочными сиенитами. Крупные концентрации РЗЭ образуются в корях выветривания карбонатитов.

Важную роль играют прибрежно-морские россыпи монацита, ксенотима, а также циркон-ильменитовые россыпи с монацитом (Австралия, Бразилия, Индия, Индонезия и др.). Осадочные месторождения представлены фосфоритами, обогащенными РЗЭ [1].

Автор исследовал четыре образца, отобранных из коллекционного фонда МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии с определением минералов и их элементного состава. Диагностика проводилась несколькими методами. Вначале были применены базовые методы анализа, начиная от определения цвета, черты, твердости, люминесценции и другие, заканчивая радиометрическим методом и методом качественных микрохимических реакций. Далее для получения более точной диагностики были исследованы на приборах ЛМА-10, сканирующем электронном микроскопе HITACHI S-3400N и четырехканальном микроанализаторе JXA 8100.

При анализе на сканирующем электронном микроскопе элементная составляющая была получена при фиксации энергодисперсным спектрометром Bruker X Flash 4010 тормозящего рентгеновского излучения. Для получения изображения обычно использовались обратно-рассеянные (отраженные) электроны (BSE), дающие информацию о распределении элементов поверхности по среднему атомному номеру макрокомпонентов. Возможно использование вторичных электронов (SE), дающих топографическое изображение поверхности образца. При проведении анализа на четырехканальном микроанализаторе JXA 8100 исследования поверхности образца проводились во вторичных электронах (SEI), позволяющих получать изображение морфологии частиц образцов и топографию их поверхности, а также в отраженных электронах (COMPO) (рис.), дающих контрастное изображение в зависимости от среднего атомного номера матрицы. Электронный микроанализатор оснащен энергодисперсионным спектрометром Oxford Instrument INKA-sight (Великобритания), позволяющим проводить количественный анализ полированных образцов в точке.

Диагностика на сканирующем электронном микроскопе и микрозонде проводилась в одинаковых точках на образцах. Полученные данные достаточно схожи. Сводные данные по ним представлены в таблице. По результатам исследований получены следующие данные: в образце 78-14 основным минералом является монацит-(Ce), в котором были обнаружены включения минералов тораниита и диссакисита-(Ce) в контакте с флюорапатитом (рис. а); в образце 11-8 плагиоклаз попал из вмещающей породы, основным редкоземельным минералом является диссакисит-(Ce), в котором наблюдались включения сидерофиллита и холениусита-(La)

(рис. б); в образце 77-19 основным минералом является диссакисит-(Ce) с включениями торинита, шамозита, алюмоселадонита (рис. в); образец 73-72 представлен чевкинитом-(Ce) (рис. г).

Таблица  
Обобщенные результаты диагностики минералов по данным HITACHI S-3400N и JXA 8100, масс. %

Элементы,	Образец 78-14				Образец 11-8				Образец 77-19					Образец 73-72	
	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 5	Спектр 8	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 5	Спектр 6	Спектр 1	Спектр 4	Спектр 5	Спектр 6	Спектр 7	Спектр 1	Спектр 3
F				4,5				6,58							
Na					7,18										
Mg							0,96		0,57	0,32		5,07	0,39		
Al			9,83	1,09	11,02	8,62	10,3		8,19	8,34		11,1	16,1		
Si	0,42	6,26	14,22	2,45	29,07	13,83	14,8		14,01	14,07	7,91	10,44	20,33	8,50	8,50
P	12,34	0,56		15,53											
S															
K							8,08							8,5	
Ca	0,27	1,35	8,21	32,06	1,28	6,12			8,97	8,44				1,78	2,06
Ti							0,56							9,74	10,32
Mn						1,63	1,47								
Fe		12,29	6,96	1,42		8,37	21,58		10,4	10,52	1,08	25,13	3,18	8,92	8,87
As											1,07				
Y		2,16							1,63	1,31					
La	10,91		3,59			7,62		23,88	1,28	1,61				13,51	12,73
Ce	25,53		9,75	1,02		10,15		27,88	4,06	4,69				17,84	16,99
Pr	3,03		1,29			0,71		1,79	0,4	0,55				1,62	0,86
Nd	10,31		3,97			1,96		4,3	1,66	1,54				2,73	2,07
Sm	2,7		0,66							0,99					
Gd	1,38														
Th	5,17	56,3							3,21	4,64	68,52			2,35	1,52
U											1,42				
O	26,37	20,26	33,5	37,2	45,93	32,25	35,29	9,92	32,32	32,73	19,31	32,3	40,38	25,91	25,75
Σ	98,43	99,18	91,99	95,27	94,48	91,28	93,05	74,36	86,69	90,43	99,32	84,04	88,87	92,90	89,67
Определенный минерал	Монацит-(Ce)	Торинит	Диссакисит-(Ce)	Флюорапатит	Плагиоклаз	Диссакисит-(Ce)	Сидерофиллит	Холемиусит-(La)	Диссакисит-(Ce)	Диссакисит-(Ce)	Торинит	Шамозит	Алюмоселадонит	Чевкинит-(Ce)	Чевкинит-(Ce)

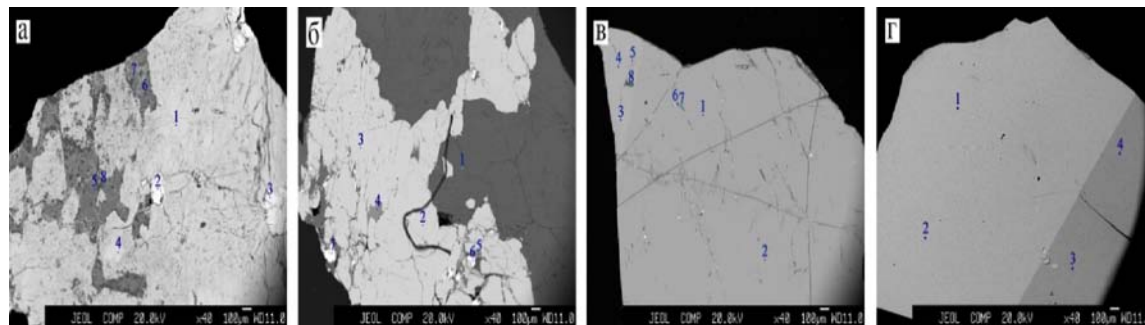


Рис. Исследуемые образцы: а – 78-14, б – 11-8, в – 77-19, г – 73-72.  
Цифрами обозначены места проведения анализа

#### Литература

1. Геология полезных ископаемых: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Авдонин, В. И. Старостин. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 384 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ УРАНА В УГЛЯХ ПЛАСТА «ВЕЛИКАН» (ЧЕРНОГОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, МИНУСИНСКИЙ БАССЕЙН) МЕТОДОМ F-РАДИОГРАФИИ****А.П. Зайченко, С.А. Семенюк**

Научный руководитель доцент А.В. Волостнов

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

Изучение урана и тория в углях связано как с потенциальной возможностью извлечения урана из них, так и с радиоэкологической опасностью обоих элементов при добыче, транспортировке и при сжигании углей. Вследствие того, что извлечение урана экономически не целесообразно из-за невысокого содержания его в пласте Великан-I, остается вопрос о радиоэкологической безопасности.

Месторождение находится на левобережье р. Енисей, в 10 км северо-западнее устья р. Абакан, занимает площадь 250 км<sup>2</sup> и административно входит в Усть-Абаканский район Республики Хакасия. Месторождение расположено в северо-западной части Южно-Минусинской впадины и приурочено к Черногорской мульде, представляющей брахисинклиналь с пологими (2...6°) бортами, вытянутую в северо-восточном направлении и сложенную угленосными отложениями мощностью до 600 м. Простираание пластов северо-восточное с падением на юго-восток [3].

Пласт Великан-I находится в черногорской свите и расположен выше пласта Великан-II (в 2...3 м) и ниже пласта Мощного (в 19...25 м). Его мощность изменяется от 1 до 3,37 м, на юго-востоке она составляет 2,1 м, а на юго-западе – 0,2 м [3].

Угли месторождения – каменные, гумусовые, марки Д (длиннопламенные). Угли месторождения среднезольные, содержание золы в углях 14 % [3].

Опробование пласта проводилось бороздовым методом вкрест простираания пласта по направлению от кровли к почве. Интервалы опробования изменялись от 1 см до 33 см, верхняя часть была опробована более детально. Определение урана и тория проводилось нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета. Отсутствие химической подготовки пробы и определения непосредственно в угле без озоления проб с рядовым и аномальным содержанием элементов делает этот метод удобным для исследования углей. Пределы обнаружения содержаний урана и тория методом ИНАА составляют 0,1 и 0,2 г/т соответственно [2]. Также определение урана выполнено методом запаздывающих нейтронов (МЗН). Многочисленные исследования показали, что на современном этапе развития аналитической базы этот метод является наиболее высокочувствительным и правильным методом исследования на уран (Рихванов, 2003). Предел обнаружения урана в пробе массой 5 грамм достигает  $5 \cdot 10^{-7}$  мас.% [1].

Для решения вопросов, связанных с изучением форм нахождения, был применен метод f-радиографии, позволяющий с высокой точностью выделять пространственное распределение урана в изучаемом участке угольного пласта, определять уровни накопления металла в отдельных мацералах и в минеральных примесях, а также в исследуемой пробе в целом. Одним из основных достоинств этого метода является его высокая чувствительность, составляющая для урана  $n \times 10^{-8}\%$ . Из отобранных образцов угля были изготовлены петрографические шлифы, на которые наносился эталон. В качестве детектора осколков деления использовался лавсан. Облучение проводилось на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т НИИ ядерной физики Национального исследовательского Томского политехнического университета. После облучения в реакторе и спаде наведенной радиоактивности по стандартной методике выполняется операция по травлению детекторов. Дальнейшие исследования проводятся при помощи оптического микроскопа Axioskop 40 (Carl Zeiss) в проходящем свете при 100-300 кратном увеличении и программного продукта Axiovision 4.6.

Содержание урана в пласте Великан-I изменяется от 0,1 до 8,3 г/т. Среднее его содержание невелико и составило 2 г/т по ИНАА, а по МЗН – 1,9 г/т. Содержание тория изменяется от 0,32 до 69,7 г/т. Среднее содержание составило 2,7 г/т.

Метод f-радиографического исследования дал более наглядное представление о формах нахождения урана в пласте. Первый изученный образец (Вел 03-22) с содержанием 1,2 г/т расположен в приконтактной зоне с песчаником. Уран представлен рассеянной формой (рис. б). Плотность треков слабая, но наблюдаются сгустки с повышенной плотностью треков, чем в основной массе (рис. а). Также местами наблюдается ячеистый характер распределения треков, что может говорить о наличии проницаемых зон (трещинах), связанных с усыханием угля и возможностью инфильтрационного механизма накопления урана в верхней части.

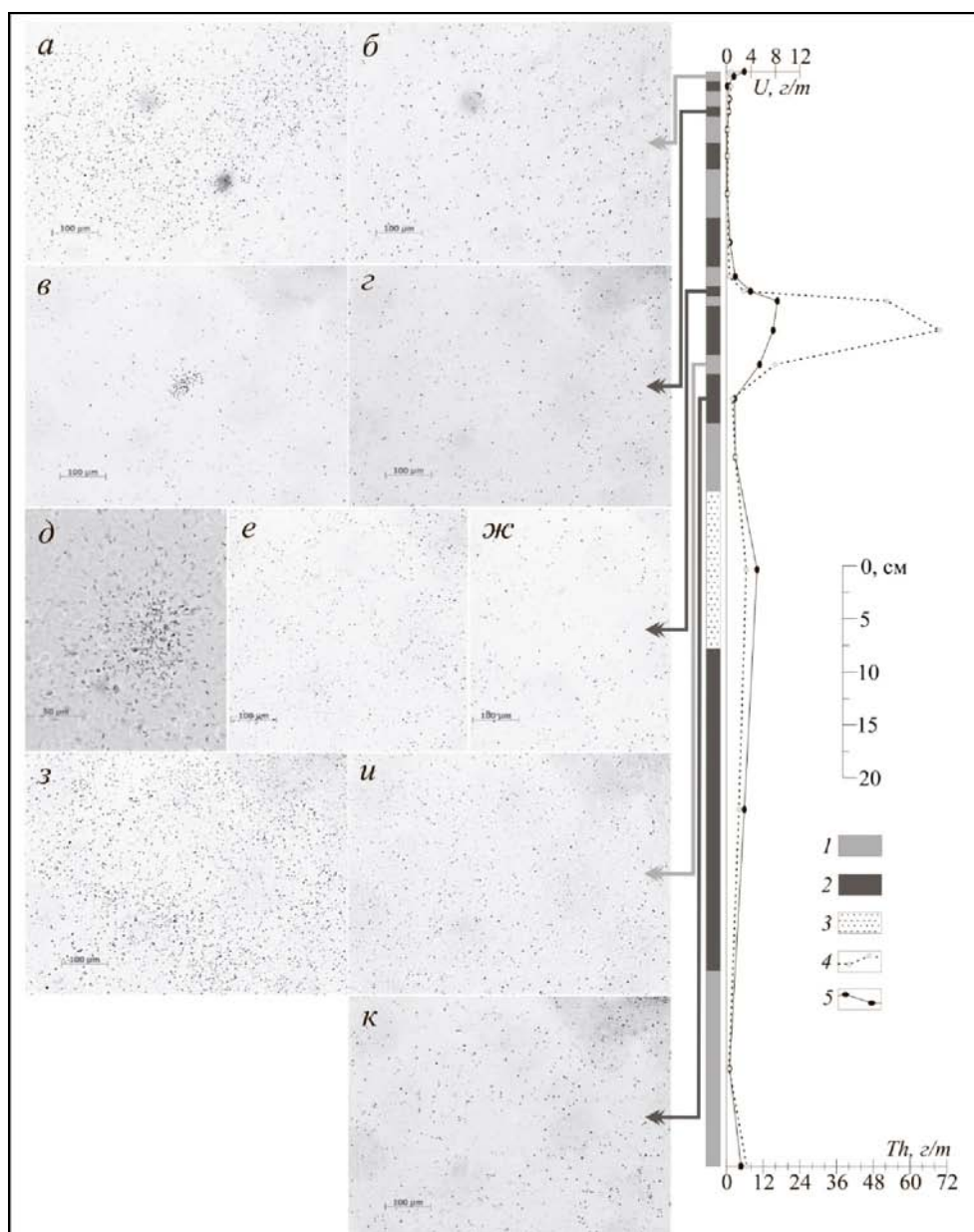
Распределение треков во втором образце (Вел 03-25) с содержанием урана 0,34 г/т равномерно рассеянное (рис. з). Плотность треков низкая, замечено единичное скопление (рис. в).

Третий образец (Вел 03-31) содержит 3,9 г/т урана, форма нахождения неравномерно рассеянная (рис. е, ж), плотность треков небольшая. Наблюдается единичное скопление (рис. д).

В четвертом образце (Вел 03-33) 5,4 г/т урана. Он распределен неравномерно. Плотность треков изменяется от плотного до пониженной плотности (рис. з, и).

В пятом образце (Вел 03-34) с содержанием урана 1,3 г/т он распределен равномерно. Плотность треков низкая (рис. к).

Проведенные радиографические исследования показали, что уран в изученных образцах пласта Великан-I представлен в рассеянной форме, что говорит о сорбировании урана на органическом веществе. Плотность треков преимущественно низкая, что говорит о невысоких содержаниях. «Звезд» обнаружено не было, это означает, что собственная минеральная форма нахождения отсутствует.



**Рисунок.** Слева – распределение урана в углях пласта Великан-I по данным  $f$ -радиографии (лавановый детектор): а, б – Вел 03-22, в, г – Вел 03-25, д, е, ж – Вел 03-31, з, и – Вел 03-33, к – Вел 03-34; справа – график распределения урана и тория вкост простирания пласта: 1, 2 – уголь, 3 – алевро-песчаник, 4 – график тория, 5 – график урана

Нахождение радиоактивных элементов в рассеянной форме увеличивает радиозоологическую опасность, так как при промышленном сжигании угля значительная его часть может накапливаться в тончайшей фракции зольного уноса и проскакивать через системы очистки дымовых газов, но малые содержания урана и тория значительно понижают этот риск. Таким образом, по данным исследований можно отметить, что угли пласта Великан-I радиозоологическую опасность не представляют.

#### Литература

1. Геохимия и металлоносность углей Красноярского края / Под ред. С.И. Арбузова. – Томск, 2008. – 300 с.
2. Волостнов А.В., Арбузов С.И. Уран и торий в углях Итатского месторождения Канско-Ачинского бассейна // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы III международной конференции. – Томск, 2009. – С. 120 – 123.
3. Череповский В.Ф. Угольная база России. Том III / Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (Красноярский край: Канско-Ачинский бассейн, Республика Хакасия, Минусинский бассейн, Республика Тыва, Улугхемский бассейн и др. месторождения; Иркутская область: Иркутский бассейн и угольные месторождения Предбайкалья). – М.: ООО «Геоинформ-центр», 2002. – С. 217 – 227.

**ГЕОХИМИЯ ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ИРГАЙНСКОЙ СВИТЫ  
(ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

Н.Н. Ильина

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

В последнее время заметно возросло количество исследований, посвященных проблеме геодинамического моделирования процессов, которые протекали в палеозое в Центрально-Азиатском складчатом поясе в целом и в пределах Монголо-Охотского пояса (МОП) в частности [3]. Однако до настоящего момента остаются нерассмотренными многие актуальные проблемы, ждущие своего решения. Одной из таких проблем является природа Монголо-Охотского палеоокеанического бассейна – возник ли этот палеоокеан активно, т.е. в результате раскола какого-то континентального блока, или существовал пассивно, как уцелевший фрагмент Палео-Азиатского океана, открывавшегося в Палеоокеанику. Исследования осадочных и магматических комплексов юго-восточной (в современных координатах) окраины Западно-Станового террейна МОП, включенного в складчатое обрамление Северо-Азиатского кратона не позднее раннего палеозоя, позволяет в определенной степени подойти к решению этих вопросов. Для более полного представления о геодинамических процессах, происходивших в раннем-среднем палеозое в этом регионе, ключевое значение имеет изотопно-геохимическая интерпретация состава вулканогенно-осадочных образований иргайнской свиты Восточного Забайкалья, а также гранитоидов олекминского комплекса, прорывающих отложения этой свиты.

Иргайнская свита Восточного Забайкалья представляет собой вулканогенно-осадочную толщу, сложенную метабазами, метатерригенными породами и микрокварцитами, а ее возраст условно принят как рифейский [1]. Отложения свиты сохранились фрагментарно в виде провесов кровли в обширных полях гранитоидов олекминского комплекса в междуречье рр. Куэнга и Шилка. Метабазиты представлены плагиоклаз-амфиболовыми сланцами, реже – практически мономинеральными амфиболитами. Геохимически эти породы отвечают умеренно титанистым субщелочным базальтам, точки их составов на диаграмме Ti/Y – Nb/Y располагаются между полями базальтов N-MORB и OIB, в наибольшей степени соответствия базальтам E-MORB. Спектр распределения REE умеренно обогащенный ( $La/Yb_{(N)} = 5,0 \dots 8,2$ ) при  $Eu/Eu^* = 0,91 \dots 1,49$ .

Современный изотопный состав Sr в метабазалятах можно охарактеризовать как умеренно обогащенный –  $^{87}Sr/^{86}Sr(изм) = 0,704018 \dots 0,705671$ . Неопределенность возраста пород свиты делает невозможным точное определение величины  $^{87}Sr/^{86}Sr(0)$ . Однако опираясь на возраст прорывающих гранитов олекминского комплекса – 319 млн. лет, который будет обоснован ниже, можно приблизиться к оценке этой величины –  $^{87}Sr/^{86}Sr(320MA) = 0,703577 \dots 0,705099$ . Эти величины вполне соответствуют характеристикам базальтов E-MORB [5], а также хорошо сопоставимы с изотопным составом Sr в метабазалятах Ононского террейна Монголо-Охотского складчатого пояса, представляющего собой среднепалеозойский аккреционный клин МОП [2].

Метатерригенные породы свиты представлены главным образом биотитовыми кристаллосланцами, для которых величины глиноземистого модуля ( $Al_2O_3/SiO_2$ ) лежат в пределах  $0,15 \dots 0,22$ , что позволяет считать наиболее вероятным осадочным протолитом метаосадочных пород глинисто-кремнистые сланцы. Среди них могут быть выделены как существенно натровые ( $K_2O/Na_2O = 0,2 \dots 0,5$ ), так и существенно калиевые ( $K_2O/Na_2O = 1,9 \dots 2,4$ ). При этом, степень дифференцированности спектра REE в метаосадках обоих типов близка:  $La/Yb_{(N)} = 12,2$  в натровых и  $La/Yb_{(N)} = 8,2$  – в калиевых.

Уровень накопления K, Rb, Ba в натровом типе осадков существенно ниже, чем в калиевом. При этом, мультикомпонентная диаграмма составов метаосадочных пород свиты свидетельствует о систематически более низких уровнях содержания большинства микроэлементов по сравнению со средним составом верхней континентальной коры.

Изотопный состав Sr в метаосадках также контрастен: в натровом низкорубидиевом типе пород величина  $^{87}Sr/^{86}Sr(320MA) = 0,705926$ , тогда как в калиевом высокорубидиевом –  $^{87}Sr/^{86}Sr(320MA) = 0,720313$ , что может быть объяснено с позиций существенных различий в природе источников сноса осадочного вещества в бассейн седиментации. Натровый тип осадков, обладающий при этом высокими содержаниями  $Al_2O_3 (>14,0 \%)$  и CaO ( $>2,5 \%$ ), мог формироваться при участии вулканогенного материала, поступающего с активной континентальной окраины. Этот вывод подтверждается и тем, что для большинства составов осадков иргайнской свиты, в первую очередь – натровых, с помощью дискриминационных диаграмм [5] в качестве геодинамической обстановки формирования реконструируется активная континентальная окраина.

Калиевый тип осадков ( $Al_2O_3 < 12,5 \%$ ,  $CaO < 1,0 \%$ ) должен был формироваться при размыве зрелой континентальной коры, сложенной преимущественно гранитоидами существенно калиевой специфики, обогащенных радиогенным стронцием. Кроме того, следует учитывать и возможную высокую степень химического выветривания осадочного материала. Этот процесс за счет более высокой устойчивости к химическому выветриванию калиевого полевого шпата по сравнению с плагиоклазом, приводит к росту Rb/Sr отношения в продуктах выветривания [7], что определяет более высокий рост величины  $^{87}Sr/^{86}Sr$  с течением времени.

Отложения иргайнской свиты прорываются гранитоидами олекминского комплекса, породы которого широко развиты вдоль юго-восточного края Западно-Становой структурно-формационной зоны Восточного Забайкалья [1, 2] или Западно-Станового террейна Монголо-Охотского пояса [3]. Возрастные рамки и «объем» олекминского комплекса является предметом дискуссии [1, 2]. В настоящее время очевидно, что среди обширных батолитообразных массивов известково-щелочных палингенных гранитоидов, маркирующих южную границу Западно-Станового террейна МОП, вполне надежно выявляются породы двух возрастных рубежей –

раннепалеозойского (476...431 млн. лет) и позднепалеозойского (343...318 млн лет) [2]. Раннекарбоневые граниты выявлены в пределах Алеурского хребта Восточного Забайкалья (междуречье рр. Кузнга и Шилка), для которых получена Rb-Sr изохронная датировка с параметрами  $319 \pm 12$  млн лет,  $I_{0}Sg = 0,70685 \pm 11$ , СКВО = 0,3. Низкая величина  $I_{0}Sg$  свидетельствует о том, что первичным субстратом для них могли являться вулканогенно-осадочные образования активной окраины Палеосибирского континента, погруженные на глубину гранитообразования. Геохимические особенности гранитоидов не противоречат этому заключению, отвечая характеристикам синколлизонных или островодужных гранитов [6].

Таким образом, изотопно-геохимические особенности пород иргайской свиты свидетельствуют о том, что подобная вулканогенно-осадочная ассоциация могла возникнуть в аккреционном клине, сформировавшемся в раннем – среднем палеозое вдоль активной юго-восточной окраины Западно-Станового террейна МОП, а возрастные и вещественные характеристики гранитоидов, развитых вдоль юго-восточной границы Западно-Станового террейна МОП, не противоречат выводу об ее активном характере в раннем-среднем палеозое.

Исследования выполняются при финансовой поддержке: грантов РФФИ 08-05-00660, РФФИ-09-05-00772, а также интеграционных проектов Президиума СО РАН № 23.2 и № 37.

#### Литература

1. Геологическое строение Читинской области. Объяснительная записка к геологической карте масштаба 1:500000. – Чита. – 1997. – 239 с.
2. Казимировский М.Э., Сандиминова Г.П., Банковская Э.В. Изотопная геохронология палеозойских гранитоидов Селенгино-Становой горной области // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43. – № 11. – С.973 – 989.
3. Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., и др. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. – 2003. – № 6. – С.7 – 41.
4. Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. – 590 с.
5. Bhatia M.R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // J. Geol. – 1983. – V. 91. – № 6. – P. 611 – 627.
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. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in Ocean Basins. – Geol. Soc. London Spec. Publ., 1989. – V. 42. – P. 313 – 346.

### ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МАРГАНЦЕВЫХ РУД СУНГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

К.С. Калашников, М.А. Рудмин, Д.А. Горбунов

Научный руководитель старший преподаватель Т.Е. Мартынова

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

Для Российской Федерации богатые и легкообогатимые марганцевые руды являются остродефицитным стратегически важным сырьем. Качество марганцевых руд российских месторождений низкое, среднее содержание марганца в них составляет 20 % (в богатых рудах зарубежных стран оно достигает 40...50 % и более), а свыше 88 % разведанных запасов представлено труднообогатимыми карбонатными рудами.

Развитие марганцевой минерально-сырьевой базы Российской Федерации является важной проблемой для развития экономики страны в целом, и, в частности, задача перевода прогнозных ресурсов в категории промышленных запасов является первостепенной и требует детального изучения марганцевых руд по всем параметрам.

В 1935-1936 г.г. на территории Аламбайского блока Алтае-Саянской складчатой области И.С. Шатровым проведена геологическая съемка масштаба 1:100 000. В процессе геологических работ были выявлены признаки марганцевого оруденения. Большая часть проявлений выявлена в корях выветривания и представлена валунами и обломками сливных железо-марганцевых руд и брекчий кварцитов на железо-марганцевом и марганцевом цементе. Коры выветривания имеют широкое площадное распространение. Целенаправленные систематические геологоразведочные работы в исследуемом районе начаты с 1961 г. и ведутся до настоящего времени.

Изучение марганцевой минерализации в коре выветривания является неотъемлемой задачей для выбора процессов и методов обогащения, выделения промышленных типов и сортов марганцевых руд. Также нельзя не подчеркнуть тот факт, что на основании полученных (в ходе работы) данных возможно выявление каких-либо закономерностей в проявлении рудной минерализации. Эти закономерности могут трансформироваться в поисковые признаки. На основании опыта предшественников и приведенных соображений очевидна актуальность выполнения данной работы.

Полевой этап исследований проходил на участках «Сунгай-I», «Сунгай-II» и «Туманный» Сунгайского марганцевого месторождения (Алтайский край), входящего в Аламбайскую структурно-формационную зону Салаира (Аламбайский блок) Алтае-Саянской складчатой области, имеющий двухъярусное строение: палеозойское складчатое основание и мезо-кайнозойский рыхлый чехол. В геологическом строении месторождения принимают участие: стратифицированные вулканогенно-осадочные образования сунгайской, аламбайской, печеркинской, анчешевской и иловатской свит; формации кор выветривания (кварциты, пестроцветные глины и в различной степени глинизированные вулканогенно-осадочные породы, а также пестроцветные валунно-песчано-глинистые отложения переотложенных продуктов кор выветривания) и

четвертичные отложения пойменных террас. В строении Сунгайского месторождения большую роль играют разрывные нарушения. По ориентировке и генезису выделяются 2 группы: 1 – субмеридиональные, переходящие в северо-западные, согласные структурам вмещающих пород; 2 – северо-восточные, переходящие в субширотные, секущие структуры вмещающих пород. По генезису они являются сбросо-сдвигами. В пределах месторождения в зонах повышенной трещиноватости в кварцитах выделены 3 минерализованные зоны. Рудные тела крутопадающие, субвертикальные, сложены кварцитами с телами прожилково-брекчиевых марганцевых руд, которые «окаймляются» залежами переотложенных валунчатых руд. Форма рудных тел неправильно-линзовидная со сложным выклиниванием как по падению, так и по простиранию. По данным В.М. Шкарбань (2008), основные перспективы связаны с инфильтрационными рудами кремнистой коры выветривания и валунчатыми рудами переотложенных кор выветривания.

Каменный материал для лабораторных исследований был отобран из траншей, заложенных вкрест простирания рудных тел и непосредственно вскрывших марганцевое оруденение, а также из керна колонковых скважин. Были отобраны образцы всех петрографических разновидностей для детального изучения текстурно-структурных особенностей и вещественного состава марганцевых руд Сунгайского месторождения, изучения их изменчивости и выявления возможных закономерностей, связанных с этой изменчивостью. Лабораторные исследования, в частности, оптические методы необходимы для детализации вещественного состава и генетических особенностей рудных агрегатов, позволяющие выделить возможные сорта марганцевых руд и выявить специфику их обогащения и переработки, а также для уточнения представлений о генезисе месторождения.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: макроскопическое изучение пород и руд, микроскопическое изучение шлифов и аншлифов. Для детализации исследований были применены частные методы: измерение отражательной способности на микроспектрофотометре МСФУ, определение элементного содержания рентгено-флуоресцентным спектрометром Innov-X 50, определение фазового состава с помощью рентгено-структурного метода на установке ДРОН-3, проведение кластер-анализа для установления корреляционной связи между элементами и неоднородными пробами.

В результате макро- и микроскопического изучения были получены данные о вещественном составе и текстурно-структурных особенностях марганцевых руд и вмещающих оруденение пород. Среди вмещающих пород определены микрокварциты (паракварциты) и парасланцы [1]. Наиболее богатые марганцевые руды представлены тремя основными текстурными типами: прожилковым, брекчиево-цементным и сливным (плотным). Помимо выделенных типов руд, также отмечаются убогие кварц-марганцевые руды, в которых марганцевое оруденение наблюдается в виде присыпок, примазок, порошковатых и сажистых масс и налетов в микрокварцитах [6]. Руды значительно лимонитизированы, матрикс вмещающих пород характеризуется разнообразными по морфологии текстурами выщелачивания и выветривания различной степени интенсивности, что свидетельствует о значительном участии гипергенных процессов в концентрации рудного вещества и, следовательно, о приповерхностном его формировании.

Оптическим методом выявлено большое разнообразие структурно-текстурных особенностей. Определены следующие виды структур: микро-, тонкозернистые, местами афанитовые, структуры дробления, замещения, концентрически-зональные и колломорфно-метаколлоидные раскристаллизации пирролизита, реже реликтовые, пойкилитовые. Среди микротекстур встречаются следующие: прожилково-гнездово-вкрапленные, прожилковые, прожилково-сетчатые, полосчатые, редко вкрапленные, трещиноватые, брекчиевые, цементные, коллоидные (натечные), сажистые (землистые) и каемчатые. По степени ориентированности наблюдаются как беспорядочные, так и ориентированные текстуры. Практически все рудные агрегаты пористые, в некоторых случаях даже кавернозные [2, 6].

В результате исследований выявлены криптомелан и голландит (РФА), вернадит и пирохроит (рентгеноструктурный фазовый анализ) [4, 7]. Основываясь на иерархических дендрограммах, полученных в результате кластерного анализа данных РФА [3, 5], выделено две группы элементов: К, Zn, Ti, Sr, Mn, Fe (высокая корреляционная связь) и Ca, Cr, Cu, Ba (низкая корреляционная связь). Это свидетельствует о начальной концентрации марганца в рудовмещающей системе в сопровождении Fe, K, Ti, Sr, Zn. По мере формирования криптомелановой составляющей (присутствие К) в этой системе последующая концентрация Ba привела к отложению голландитовой фазы, что подтверждается зональным строением криптомелан-голландитовых гнезд.

На основе изучения литературных данных и результатов проведенных исследований вещества процесс формирования марганцевого оруденения на Сунгайском месторождении можно подразделить на три этапа.

В первый наиболее ранний этап (до венда) в условиях глубокого моря в восстановительной среде происходило образование карбонатных ( $MnCO_3$ ) марганценосных осадков. Источник рудоносных растворов – глубинный, связанный с базит-ультрабазитовым магматизмом зон субдукции. В этот же этап происходил вынос кремнезема на дно глубоководных впадин, что привело к образованию силицитолитов.

Во второй этап (С<sub>1</sub>-К) вмещающие вулканогенно-осадочные породы аламбайской свиты были значительно дислоцированы и метаморфизованы с образованием кварцитов, а первичные марганец-содержащие осадки преобразованы в оксидные марганцевые руды. На этом этапе сформировались горизонты марганцевых руд, являющиеся наиболее продуктивными, представляющие собой пачку переслаивающихся паракварцитов, оксидных марганцевых руд и кварц-мусковитовых сланцев.

В третий этап (К – Р) в результате воздействия гипергенных процессов сформировалась кора выветривания линейно-площадного инфильтрационного типа. Происходила максимальная концентрация оксидных (псиломелан-пирролизитовых руд) прожилково-брекчиевого и сливного (сплошного) типа.

Таким образом, на основании проведенных исследований текстурно-структурных особенностей и вещественного состава марганцевых руд и вмещающих пород Сунгайского месторождения и имеющих литературных данных генетический тип месторождения определен как осадочно-метаморфогенный с наложенными гипергенными процессами.

#### Литература

1. Афанасьева М.А., Бардина Н.Ю., Богатиков О.А. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород. – М.: Логос, 2001. – 768 с.
2. Воробьева С.В. Методы лабораторного исследования вещественного состава руд и диагностические свойства промышленно-ценных рудных минералов в отраженном свете. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 164 с.
3. Гусев В.А., Карпов И.К., Киселёв А.И. Алгоритм построения иерархической дендограммы кластер-анализом в геолого-геохимических приложениях // Известия Академии наук СССР. Серия геологическая. – 1974. – № 8.
4. Джонс М.П. Прикладная минералогия. Перевод с англ. – М.: Недра, 1991. – 392 с.
5. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. Пер. с англ. / Под ред. А.Я. Боярского – М: «Статистика», 1977. – 324 с.
6. Исаенко М.П. Определитель текстур и структур руд. – М.: Недра, 1964. – 358 с.
7. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Изд-во Московского Университета, 1976. – 232 с.

### АНГИДРИТЫ В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СКВАЖИНЫ ПОЛЯРНАЯ-1, ТАЙМЫР)

М.М. Кириллова

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

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

Целью данной работы является изучение особенностей проявления ангидритов в нефтегазоносных отложениях и их влияние на ЗОВ (захороненное органическое вещество) и битуминозность. Объект изучения – перспективные на нефть ангидритизированные девонские отложения, вскрытые скв. Полярная-1.

Для оценки нефтегазоносности отложений данной скважины были применены следующие методы:

- литолого-петрографический анализ 550 образцов керна;
- люминесцентно-микроскопический анализ битумоидов;
- ядерно-физический метод определения урана и глинозема 550 образцов керна;
- рентгеноструктурный анализ.

Скважиной Полярная-1 вскрыты отложения, представленные терригенно-карбонатными породами  $D_{2-3}$ , терригенными осадками тунгусской серии  $C_2-P_2$  и вулканитами базальтового состава  $T_1$ . В отложениях пермокарбона и девона встречены пластовые тела долеритов  $\beta T_1$ .

Интенсивная ангидритизация проявилась в нижней части разреза – в отложениях мантуровской, а также в юктинской, накахозской и частично каларгонской свит  $D_{2-3}$ . Степень ангидритизации в свитах различна. Наблюдается увеличение количества ангидритов снизу вверх по разрезу, затем постепенное их исчезновение.

Так, интенсивность процесса ангидритизации в мантуровской свите  $D_{2mn}$  увеличивается в верхней части разреза свиты. Здесь ангидрит отмечается в основной массе пород и развивается по трещинкам. В целом же свита представлена пестроцветными аргиллитами, переслаивающимися с глинистыми доломитами. Породы ангидритизированы неравномерно. Свита содержит галит, содержание которого увеличивается вниз по разрезу.

В отложениях юктинской свиты  $D_{2jk}$  ангидрит составляет более 80 %. Он встречается в виде сплошных масс с нематобластовыми структурами. В аргиллитах наблюдается послойная ангидритизация. Породы свиты представлены преимущественно ангидритизированными, катаклазированными битуминозными доломитами с прослоями аргиллитов и телами долеритов. Развивается ангидрит по ослабленным зонам, расположенным согласно поверхностям напластования доломитов. Процесс ангидритизации часто сопровождается поглощением доломитовых масс. Участками ангидритизация совместно с карбонатизацией идет настолько интенсивно, что породы совершенно осветляются и превращаются в порфиробластовые метасоматиты ангидрит-кальцитового состава с хлоритом. В прожилках пород отмечается гипс.

В нижней части накахозской свиты  $D_{3nk}$  преобладают ангидритизированные доломиты. Битуминозные доломиты имеют брекчиевидный облик, обусловленный неравномерной, пронизывающей породу ангидритизацией и кальцитизацией, с их пятнистыми и полосчатыми текстурами. Породы содержат множество гипсовых прожилков.

Отложения каларгонской свиты  $D_{3kl}$  представлены битуминозными неравномерно ангидритизированными, кальцитизированными доломитами. Ангидрит в них частично замещает доломиты. В целом количество ангидрита незначительное.

В приведенной таблице представлены содержания урана, глинозема и их отношение в девонских отложениях разреза. Из таблицы видно, что наибольшее содержание урана наблюдается в мантуровской свите, и именно в аргиллитах – 3,0 г/т и доломитах – 1,3 г/т. Повышенное содержание ураноносного ОВ (органического вещества) в доломитах объясняется присутствием ураноносных битумов.

После отложений мантуровской свиты снизу вверх преобладают доломитовые отложения с разной степенью эпидиогенетических наложенных преобразований. Так, среднее содержание урана в юктинской свите составляет 0,7 г/т, здесь отчетливо прослеживается связь интенсивности процесса ангидритизации с содержанием урана и, следовательно, нефтенасыщенностью. Битуминозные доломиты юктинской свиты содержат 2,0 г/т урана, в то время как ангидритизированные доломиты характеризуются меньшим содержанием –



1,6 г/т, а чистые ангидриты – 0,2 г/т. Такая же тенденция проявляется в отложениях накахозской свиты: доломиты – 1,3; ангидритизированные доломиты – 0,6 г/т. Это можно объяснить агрессивным воздействием ангидрита на битуминозные включения в доломитах. Процессы ангидритизации и миграции УВ (углеводородов) происходили и на более поздней (элизионной) стадии развития осадочного бассейна. Но процесс миграции УВ происходил раньше, чем ангидритизация. Миграция УВ происходила по трещинам и ослабленным зонам пород, затем происходило перемещение сульфатных рассолов, которые захватывали ОВ. Уменьшение содержания урана в битуминозных доломитах от юктинской к каларгонской свитам можно объяснить сильным развитием эпигенетических преобразований. В отложениях накахозской свиты, помимо процессов ангидритизации, активно развиты кальцитизация и окварцевание. А кальцитизация в каларгонской свите развита настолько интенсивно, что от доломитов остались одни реликты.

Таблица

Средние содержания U, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и U/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в породах девонских отложений

Все пробы		Кол-во проб	U, г/т	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	U/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Девон общая выборка		162	1,470	3,779	1,0156
каларгонская свита		74	0,832	1,323	0,5958
накахозская свита		31	1,331	0,677	0,4803
	доломиты	11	1,331	0,586	1,4156
	доломиты ангидритизир.	5	0,607	0,576	0,3929
юктинская свита		43	0,747	0,643	0,3541
	доломиты	7	1,979	0,398	4,3878
	ангидриты	14	0,175	0,400	0,2483
	доломиты ангидритизир.	5	1,632	0,495	3,2956
	долериты	7	0,388	13,182	0,0310
мантуровская свита		14	2,309	13,340	0,2084
	долериты	3	0,386	13,307	0,0321
	доломиты	4	1,292	4,165	0,4588
	аргиллиты	5	2,981	14,523	0,2112

По результатам люминесцентно-микроскопических исследований наибольшее количество битумоидов отмечается в образцах юктинской (0,03...0,04), накахозской (0,04...0,05) и каларгонской свит (0,03 %). Во всех образцах свит зафиксированы следы миграции битумоидов. Наибольшее содержание эпигенетических битумоидов (0,04...0,06 %) отмечается в известняках и доломитах каларгонской (D<sub>3</sub>kl), а также в трещинных ангидритах юктинской (D<sub>2</sub>jk) и накахозской свит (D<sub>2</sub>nk). Преобладающий состав битумоидов маслянисто-смолистый (желтовато-бурое свечение).

Таким образом, получается, что ангидритовые рассолы, проникая в битуминозные доломиты, корродируют и замещают их. При этом, ангидрит поглощает битуминозное вещество, или битуминозное вещество растворяется в ангидрите, а возможно входит в состав кристаллической решетки минерала, так что захороненное ОВ становится незаметным под микроскопом, и только при люминесцентно-микроскопическом исследовании обнаруживается высокое содержание битумоидов.

Наличие в отложениях, вскрытых скв. Полярная-1, сульфатов (ангидрита и гипса) однозначно указывает на катагенетические преобразования исходных пород рассолами, генетически связанными с эвапоритовыми формациями [1]. Так как в верхней части разреза отсутствуют источники рассолов, то логично предположить, что они залегают на более низкой глубине, не вскрытой скважиной. По данным рентгеноструктурного анализа в нижних отложениях разреза присутствует галит, и его содержание увеличивается с глубиной.

В литературе часто встречается описание катагенетических преобразований пород, находящихся под солеродными бассейнами, вследствие просачивания тяжелых рапных рассолов вниз [3]. В данном же случае мы наблюдаем восходящее движение флюидов, что является характерным для элизионных породных бассейнов [4]. Восходящий ток рассолов подчеркивается интенсивностью ангидритизации пород в свитах девонского возраста.

Вследствие увеличения тектонической активности происходили дислокационные проявления и хрупкие деформации литифицированных пород, проявленные в обильной трещиноватости девонских отложений и наличии зеркал скольжения. Данные тектонические явления, а также наличие в низах мантуровской свиты аргиллитов, способствовали элизионным процессам. Рапные рассолы свободно проникали в вышележащие отложения девона, вызывая различные эпигенетические преобразования – ангидритизацию, карбонатизацию, окремнение, хлоритизацию.

По-видимому, доломиты, представленные в разрезе, также имеют метасоматическое происхождение. Возможно, они генетически связаны с ангидритами и образуются под действием одних эволюционирующих флюидов. В пользу такого предположения говорят тенево-ленточно-слоистые образования, обусловленные присутствием реликтовых водорослевых остатков, а также остатки морской фауны в доломитах юктинской свиты, водорослевые образования в накахозской свите (гл. 1073,0 м), следы неопределимых морских организмов (гл. 1013,0 м) и возможные реликты выделений строматолитов (гл. 981,5 м) в каларгонской свите. Эти данные указывают на морской бассейн с нормальной соленостью, где не могли осесть первичные хемогенные

доломиты. Следовательно, первоначальным осадком были известняки, которые в дальнейшем преобразовались в доломиты. Источником магния для доломитизации известняков, помимо рассолов, могли быть эксфильтрационные воды, образовавшиеся вследствие остывания базальтов (с дальнейшей инфильтрацией) и пластовых тел долеритов [2].

#### Литература

1. Бирин Л.М. Сульфатный и доломитовый метасоматоз в палеозойских отложениях центральной части Русской платформы // Литология и полезные ископаемые. – 1970. – № 65. – С. 63 – 73.
2. Коробов А.Д., Коробова Л.А. Гидротермальные процессы в погребенных палеорифтах Западной Сибири и их роль в доломитизации известняков и насыщении пород фундамента нефтью // Геология нефти и газа. – 2005. – № 3. – С. 37 – 45.
3. Махнач А.А. О глобальном развитии галогенной катагенетической минерализации осадочных пород под эвапоритовыми формациями // Литология и полезные ископаемые. – 1982. – № 3. – С. 59 – 66.
4. Холодов В.Н. Осадочные бассейны, закономерности их формирования и принципы классификации. Сообщение 2. Осадочные породные бассейны // Литология и полезные ископаемые. – 2010. – № 3. – С. 268 – 308.

### ИНТРУЗИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В ПРЕДЕЛАХ ПОЛИГОНА УЧЕБНЫХ ПРАКТИК В ХАКАСИИ Г.М. Ксензова

Научные руководители доцент М.Л. Махлаев, доцент О.Ю. Перфилова  
*Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

В пределах полигона учебных практик в окрестностях озер Иткуль и Шира широким распространением пользуются магматические породы разнообразного состава и возраста. По петрографическому составу и времени формирования палеозойские интрузии подразделяются на 4 интрузивных комплекса [1, 2, 5].

Наиболее ранним магматическим образованием на изучаемой территории является среднекембрийский когтахский габбро-монцит-сиенитовый интрузивный комплекс. Комплекс имеет трехфазное строение, но доля каждой фазы в конкретных массивах различна [1, 5].

Первая фаза комплекса представлена габброноритами, габбро, амфиболизированными габбро и лейкогаббро, реже – габбропироксенитами [1, 5]. Они имеют серую и темно-серую окраску, порфиroidную структуру, массивную текстуру. Вкрапленники представлены зональным, обычно разложенным плагиоклазом (лабрадор № 55...60), обыкновенной роговой обманкой и зеленым авгитом. В виде примеси отмечается бурый калиевый полевой шпат, кварц и биотит. Акцессорные минералы представлены магнетитом, сфеном, апатитом. Структура основной массы призматически-зернистая, выражающаяся большим идиоморфизмом плагиоклаза по отношению к темноцветным минералам.

Среди пород второй фазы преобладают двупироксеновые монцодиориты, монцититы, кварцевые монцититы, кварцевые монцодиориты. Это обычно розовато-серые, розовато-зеленоватые и светло-серые крупнозернистые породы, часто с такситовой, ксенолитовой текстурой. Состоят из зонального андезина № 35...50, сосюритизированного и скаполитизированного (содержание до 60 %), роговой обманки и пироксена (содержание 20...30 %). Появляется свежий калиевый полевой шпат с очень тонкими криптопертитовыми вростками альбита. Акцессорные минералы представлены апатитом, магнетитом, сфеном, ортитом.

Третья фаза представлена сиенитами и щелочными сиенитами. Важнейшей петрохимической чертой комплекса является умеренно-щелочной характер всей ассоциации при калиево-натриевом характере щелочности с тенденцией к накоплению щелочей в образованиях поздних интрузивных фаз. Характерны повышенные содержания титана и фосфора в породах первой и второй фаз. Для сиенитов третьей фазы, напротив, свойственны низкие содержания титана, а также кальция и магния, что отличает их от более молодых сиенитов юлинского комплекса [1, 3, 4, 5].

Интрузии когтахского комплекса прорывают различные по возрасту осадочные и вулканогенные отложения восточного склона Кузнецкого Алатау вплоть до среднекембрийских [2, 5, 6]. Сами они, в свою очередь, прорваны гранитоидами тигертышского комплекса позднего кембрия – раннего ордовика и с разрывом перекрываются подошвой кошкулакской свиты. Радиогеохронологические данные в целом согласуются с геологическими. Датировки щелочных сиенитов из петротипа комплекса Rb-Sr методом и монцодиоритов Солгонского массива (район рудника Коммунар) K-Ag и U-Pb методами укладываются в интервал 505...516 млн лет. В целом совокупность этих материалов позволяет датировать комплекс средним кембрием [1, 5].

Тигертышский комплекс выделен А.Л. Додиним (1948) в центральной части Кузнецкого Алатау. Его петротипом является крупнейший в регионе Тигертышский гранитный плутон. Его возрастные и формационные аналоги на восточном склоне Кузнецкого Алатау относились к выделенному ранее Б. А. Тимофеевским в 1936 г. улень-туимскому комплексу [2]. Однако впоследствии, в связи с неоднозначностью трактовки его объема, улень-туимский комплекс из региональных схем магматизма был исключен [1, 5]. Строение массивов тигертышского комплекса двухфазное, причём разные фазы не являются отдельными актами внедрения расплава, а представляют собой последовательные стадии кристаллизации единых интрузивных тел.

Первая фаза является главной фазой кристаллизации и формирует основную часть объема интрузивных тел. Представлена она преимущественно двуполевошпатовыми биотитовыми и биотит-роговообманковыми гранитами, реже гранодиоритами. Граниты имеют гипидиоморфную структуру. Минеральный состав: кварц 25...35 %, ортоклаз и микроклин-пертит 30...40 %, олигоклаз (№ 25) 35...40 %, биотит 1...5 %. Вторичные минералы: серицит, эпидот, актинолит, хлорит. Акцессорные минералы: магнетит, циркон, апатит, сфен.

Вторая фаза сформирована продуктами кристаллизации остаточного расплава и представлена малыми секущими телами лейкогранитов, дайками лейкократовых микрогранитов, гранит-порфиоров.

Породы тигертышского комплекса прорывают породы среднекембрийского когтахского комплекса и, в свою очередь, прорываются интрузиями юлинского комплекса условно среднего – позднего ордовика. Определения радиоизотопного возраста K-Ar и Rb-Sr методами для петротипа дают возраст 483...498 млн лет. Таким образом, по совокупности данных возраст комплекса принят в интервале поздний кембрий – ранний ордовик.

Юлинский комплекс был выделен И. К. Баженовым в 1947 г. в районе рудника Юлия на Батенёвском кряже. Юлинский комплекс представлен резко дискордантными, преимущественно гипабиссальными и субвулканическими интрузиями, которые сложены сиенитами, кварцевыми сиенитами, граносиенитами и субщелочными гранитами, связанными постепенными взаимопереходами; реже отмечаются монциты [4].

Структура пород обычно порфировидная. Порфировые вкрапленники размерами 3...10 мм представлены калишпатом и альбитом, реже – роговой обманкой. Размер зёрен основной массы от 0,5 до 2 мм, структура гипидиоморфнозернистая. Минеральный состав: ортоклаз-пертит 60...65 %, плагиоклаз (№ 10...35) 10...30 %, кварц 0...15 %, темноцветы 0...15 %. Темноцветные минералы представлены роговой обманкой, реже биотитом. Акцессорные минералы – высокотитанистый магнетит, сфен, апатит, циркон, рутил.

По химизму породы относятся к известково-щелочным и высокоглинозёмистым, для них характерны высокие содержания кальция, магния и титана во всех разностях, вплоть до самых лейкократовых. Юлинский комплекс принадлежит к монцитит-граносиенитовой формации [4].

Нижняя его возрастная граница определяется прорывом сиенитами пород тигертышского комплекса южнее г. Сорска, верхняя определяется налеганием базальтов матаракской свиты раннего девона. Определения радиоизотопного возраста дают: изохронным Rb-Sr методом  $447 \pm 13$  млн лет по Чалпанскому массиву,  $434 \pm 45$  млн лет по породам Юлинского массива. Совместный расчет изохроны по Чалпанскому, Юлинскому и Сорскому массивам дает  $450 \pm 20$  млн лет. По циркону U-Pb методом определяется возраст 450...455 млн лет. Таким образом, наиболее вероятный радиоизотопный возраст комплекса  $453 \pm 5$  млн лет, что соответствует позднему ордовика. С комплексом связано промышленное медно-молибденовое оруденение, в том числе и Сорское месторождение [1, 4, 5].

Раннедевонский субвулканический комплекс объединяет разнообразные по составу малые тела, связанные с эффузивами раннего девона и являющиеся их подводными каналами. Протяженность отдельных тел до 3000 м при мощности до 10...15 м. Пачки терригенных пород, разделяющие силлы, имеют мощность от 2...3 до 5...10 м [1, 2, 5, 6]. Долериты имеют темно-серую окраску, массивную текстуру и мелкопорфировую структуру. В шлифах устанавливается порфирировая структура, обусловленная вкрапленниками и гломеропорфировыми скоплениями оливина, клинопироксена и плагиоклаза. По составу первичных минералов вкрапленников выделяются оливковые, оливин-плагиоклазовые и оливин-авгит-плагиоклазовые долериты.

Раннедевонский возраст комплекса определяется его комагматичностью с эффузивами раннего девона. Силлы прорывают отложения нижней и средней частей быскарской серии. В арачакской свите Шунет-Матаракской площади они не выявлены [2, 5].

В целом, на основании изучения вещественного состава данных комплексов, в истории магматического развития изучаемой территории в палеозое можно выделить 4 самостоятельных этапа [1, 5].

Когтахский комплекс сформировался в конце среднего кембрия на заключительном этапе развития зрелой островодужной системы, в её тылу. Здесь в режиме относительного растяжения происходит становление дифференцированных плутонов сиенит-габровой формации.

В позднем кембрии – раннем ордовике начинается аккреция Кузнецко-Алатаусской островной дуги к Сибирскому кратону. В процессе коллизии формируются надвиговые структуры и основные складчатые сооружения региона, затухающие более поздними движениями. Скучивание структур сопровождается анатексисом сиалического субстрата и становлением плутонов коровых коллизионных гранитов тигертышского комплекса. Граниты, таким образом, имеют коровую природу. Этап коллизии завершился формированием коры континентального типа. С этого времени на площади листа устанавливается режим континентальной плиты.

Коллизионные процессы сформировали неравновесную структурно-вещественную систему, разрядка которой произошла в средне – позднеордовикский этап постколлизионного рифтогенеза. Формирование вулканоплутонических структур сопровождалось базальт-трахириолитовым вулканизмом (кошкулакская свита) и становлением интрузий юлинского комплекса монцитит-граносиенитовой формации. Соотношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в граносиенитах юлинского комплекса 0,704...0,705, что свидетельствует о мантийном источнике магматического расплава [4]. С этими интрузиями связано Cu-Mo, Cu и Pb-Zn оруденение.

С позднего ордовика по ранний девон происходит денудация сформированных горных сооружений. В раннем девоне в тылу Рудно-Алтайской магматической дуги происходит заложение межгорных впадин андийского типа. На периферии впадин процесс сопровождался субаэральным бимодальным вулканизмом. Вулканизм во впадинах сопровождался становлением комплекса малых интрузий и даек – комагматов или подводных каналов эффузивов этого возраста. Затухание вулканической деятельности в раннем девоне означает завершение периода развития региона как активной континентальной окраины.

#### Литература

1. Беззубцев, В.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Алтае-Саянская серия. Лист N-46 (Абакан). Объяснительная записка / В.В. Беззубцев, М.Л.

- Махлаев, В.Т. Кириченко, О.Ю. Перфилова и др. / Гл. ред. Миронюк. – СПб: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2008. – 396 с.
2. Геология и минерагения Северной Хакасии: путеводитель по учебному геологическому полигону вузов Сибири / под ред. В.П. Парначёва, Б.Д. Васильева. – 4-е изд. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – 236 с.
  3. Довгаль В.И., Широких В.А. История развития магматизма повышенной щелочности Кузнецкого Алатау. – Новосибирск: Наука, 1980. – 215 с.
  4. Перфилова О.Ю., Махлаев М.Л., Сидорас С.Д. Ордовикская вулканоплутоническая ассоциация в структурах горного обрамления Минусинских впадин. – Литосфера. – 2004. – № 3. – С. 137 – 152.
  5. Секретарёв М.Н., Липишанов А.П., Михайленко В.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Минусинская серия. Лист N-46-XIII (Сорск). Объяснительная записка. – С.-Пб: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. – 150 с.
  6. Цыкин Р.А., Звягина Е.А. Геологическое строение окрестностей озера Иткуль (Хакасия). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 26 с.

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД УЧАСТКА ЧАШКАТСКИЙ (ХАКАСИЯ)

О.В. Логвиненко

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

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

В работе представлены результаты исследования вещественного состава вмещающих пород участка Чашкатский, выявлена роль процессов динамотермального метаморфизма и метасоматоза в размещении рудного компонента и золотой минерализации в целом. Изучен минеральный состав образований, петрографические разновидности пород и их роль в локализации золотого оруденения. Дана оценка возможности выявления оруденения.

Участок Чашкатский [1] охватывает левобережную часть р. Кедровка, вершину г. Чашкат и на севере верховья ручьев Угольный и Черная Речка. Участок сложен андезитами, базальтами и их туфами, алевролитами, кристаллическими и хлоритовыми сланцами атдабанского яруса нижнего и среднего кембрия. Породы относятся к вулканогенно-осадочной андезито-базальтовой островодужной формации. Породы простираются в северо-восточном направлении вдоль ЮВ склона Чашкатского хребта и падают, преимущественно, на северо-запад под углами 50...80°.

На участке в восток-северо-восточном направлении протягивается зона линейных дислокаций шириной 1...2 км, внутри которой выявлены субпараллельные зоны интенсивного дробления и милонитизации (независимо от разновидностей пород). В этих зонах шириной 250...300 м на все разновидности пород наложены окварцевание, серицитизация, хлоритизация, амфиболитизация, эпидотизация, серпентинизация, оталькование. Данные зоны являются рудными.

Широко развиты дайки порфировидных габбро, метадолеритов, имеющих мощность от 0,5 до 40 м и ориентированные по аз. 25...30°.

Согласно [1], для рассматриваемой Комсомольской площади, в составе которой находится участок Чашкатский, месторождением-аналогом принято золоторудное месторождение Федоровское-1. Месторождение приурочено к вулканогенно-осадочным породам мрасской свиты нижнего кембрия (углеродистые сланцы, алевролиты, брекчированные песчаники, известняки, лакколиты и силы габбродиоритов), локализуясь в золотоносной зоне шириной около 3 км, прослеженной в северо-восточном направлении на 4,5 км. В ней выделяются рудные зоны – горизонты граувакковых песчаников, представленных хлоритизированными, амфиболитизированными, эпидотизированными, серпентинизированными, серицитизированными и окварцованными породами. Отмечается привнос углеродистого вещества.

Руды относятся к золото-магнетит-сульфидно-кварцевому типу. Прожилково-вкрапленная минерализация приурочена к межпластовым срывам между литологическими разностями пород и диагональной сетке сколов, оперяющих эти дизъюнктивы в слоистых толщах. В песчаниках и габбродиоритах, катаклазированных, брекчированных и будинированных между пластичными породами, развита прожилково-вкрапленная штокверковая минерализация. Содержание сульфидов в рудах не превышает 1...3 %.

По аналогии, одним из надежных критериев потенциальной рудоносности участка Чашкатский является наличие рудоконтролирующих структур второго-третьего порядка, песчано-сланцевых отложений, осложненных зонами срывов, дробления, трещиноватости и милонитизации.

В основу изучения был положен каменный материал, отобранный во время летней практики. Образцы были взяты с траншеи Т41 вкрест простираения основных структур.

Микроскопическое изучение проводилось по шлифам, изготовленным из этих же образцов.

В процессе петрографического анализа [2, 3] среди изучаемых образцов были выделены две совокупности пород: группа магматических пород, представленных порфировидным габбро и габбродиоритами, и группа метаморфических горных пород (рассланцованные вулканы, бластомилониты и милониты по окварцованным породам).

Габбродиорит – темно-серая мелкозернистая порода. Структура породы гипидиоморфнозернистая, габброофитовая, диоритовая. Текстура массивная, в образцах фиксируется и проявление очковой текстуры. Содержит полевые шпаты (плагиоклазы), пироксены и амфиболы (роговая обманка). В целом, габбродиорит

слабо трещиноват. По плоскостям трещиноватости развиваются желто-коричневые, серовато-вишневые примазки гидроокислов железа.

Минеральный состав. Пироксен соответствует диопсиду, форма зерен таблитчатая и короткопризматическая размером до 1,2 мм. Минерал слабо плеохроирует от светло-зеленого до бесцветного. Угол погасания его  $37^\circ$ . Для диопсида определяется относительно высокий показатель двуупре-ломления ( $N_g - N_p = 0,030$ ). В центральной части кристаллов фиксируются реликты амфибола (характерные формы в виде ромбов с усеченными концами).

Амфибол представлен обыкновенной роговой обманкой – в шлифах наблюдаются поперечные сечения роговой обманки, характеризующиеся двумя системами спайности с углом  $560$ . Минерал выделяется в виде длиннопризматических зерен размером до 0,9 мм. Цвета плеохроизма от буро-зеленого до светло-зеленого, угол погасания  $20 \dots 21^\circ$ , высокие интерференционные окраски ( $N_g - N_p = 0,028$ ).

Плагиоклазы образуют идиоморфные таблитчатые выделения размером до 0,5 мм. Практически полностью замещены агрегатом, преимущественно, сосюрита.

В целом, отмечается интенсивная хлоритизация и эпидотизация породы. Хлориты развиваются по периферии зерен, в основном, темноцветных минералов и трещинам спайности, в единичных случаях – по плагиоклазам. Минералы группы эпидота – эпидот, цоизит и клиноцоизит – формируют агрегаты в межзерновом пространстве. Порода пропитана гидроокислами железа (лимонитом) по прожилкам, интерстициям и трещинам спайности зерен.

В качестве аксессуарных минералов присутствуют апатит в виде мелких (0,03 мм) призматических выделений; ксеноморфные выделения сфена встречаются редко. Сфен фрагментарно замещен лейкоксеном.

Отмечается интенсивная трещиноватость, в породах при этом выделяется две системы трещин, ориентированных субперпендикулярно друг к другу. Раскрываемость трещин колеблется от 0,02...0,026 до 0,1...0,16 мм. Трещины имеют извилистые, прерывистые очертания, затухающие в основной массе. Залечены мелкозернистым кварцем с примесью хлорита и отдельными зернами эпидота.

Рудный компонент представлен тонкозернистым агрегатом, неравномерно распределен по основной массе породы. По периферии зерен рудного вещества отмечается лимонитизация. При более детальном наблюдении отмечена приуроченность рудного вещества к местам скопления продуктов вторичных процессов – цоизиту и клиноцоизиту; часть прожилков по периферии выполнена рудным веществом, центральная часть залечена кварцем.

Порфиroidное габбро представляет собой массивную породу серо-зеленого цвета. Структура породы порфиroidная, габбровая. Текстура однородная. В темной тонкозернистой основной массе равномерно распределены серовато-белые вкрапленники плагиоклаза размером от десятых долей миллиметра до 3...4 мм. Основная масса хлоритизирована, отмечается хаотичная трещиноватость со слабыми налетами гидроокислов железа по трещинкам.

Минеральный состав. Характерной особенностью для пород данной группы является присутствие в значительном количестве (35...40 %) темноцветных минералов (обыкновенной роговой обманки, пироксенов). Пироксены замещаются актинолитом и роговой обманкой.

По плагиоклазам развивается агрегат сосюрита (альбит + эпидот + кальцит + цоизит) и хлориты. По периферии порфиroidных вкрапленников плагиоклазов отмечаются выделения крупночешуйчатых и пластинчатых зерен хлоритов, образующих «пакеты». Характерно, что в порфиroidных выделениях хлориты развиваются по периферии, тогда как в мелких зернах они выполняют внутреннюю часть.

Также отмечается интенсивная лейкоксенизация основной массы.

Порода трещиноватая с разноориентированными трещинами, залеченными лимонитом.

Рассланцованные вулканыты представляют собой темно-серые породы, в которых наблюдается чередование темных и светлых полосок мощностью 2...3 мм, участками брекчированных. Окварцевание (около 2 % от всей массы породы) отмечается в виде нитевидных прожилков до 0,5...0,7 см, ориентированных вдоль рассланцовки. Кварц темно-серый до черного, трещиноватый. Кроме кварцевых прожилков встречаются включения полевых шпатов линзовидной формы. Порода трещиноватая, по плоскостям трещин – темно-бурые до черного примазки гидроокислов железа и чешуйки минералов гидрослюд.

Бластомилониты и милониты по окварцованным породам имеют светло-серый цвет и мелкозернистое строение. Структура пород от лепидомикрогранобластовой до собственно милонитовой. Они слабо рассланцованные и окварцованные, в массе содержат включения сульфидов в виде тонкой сыпи, нитевидных прожилков (около 1...2 % по массе). По плоскостям трещин наблюдаются гидроокислы железа в виде примазок и налетов.

Минеральный состав. Текстура линейно-сланцеватая, характеризуется чередованием мелких полосочек и линзочек тонкораздробленного материала, вытянутых вдоль сланцеватости. Среди этого материала видны порфиroidклеты кварца и полевого шпата. По трещинам и ослабленным зонам, возникшим вдоль направления движения, образовались минералы группы слюд (биотит, мусковит). Эти минералы имеют изогнутые, деформированные очертания.

В процессе вторичного изменения в основной массе появляются следующие минералы: эпидот, цоизит, клиноцоизит (35...40 %). В качестве аксессуарного минерала появляется сфен.

В породе отмечается трещиноватость в двух субперпендикулярных направлениях. По периферии трещин отложено рудное вещество, центральная часть заполнена вторичным мелкозернистым кварцем с примесью хлорита.

Наиболее яркой особенностью пород этой группы является перекристаллизация кварца. В результате вместо мелкозернистого волнисто-угасающего кварца появляется относительно крупные (0,3...0,5 мм) выделения, характеризующиеся одновременным угасанием.

Из выше сказанного следует, что наличие трещиноватости, катаклаза и рассланцовки исходных пород служит одним из критериев возможного размещения штокверково-вкрапленных руд. Благоприятным условием служат системы тектонических трещин, примыкающих к крупным контролирующим разрывам второго порядка. Наиболее благоприятными участками локализации оруденения являются узлы сопряжения поперечных и продольных трещин скола и отрыва, где и оформляются тела прожилково-вкрапленного типа.

В дайковых телах и штоках габброидов условия локализации руд определяются продольными и поперечными разрывами, а дайки являются структурными барьерами для распространения руд [4].

В настоящее время можно говорить только о пространственной связи региональных разломов субмеридионального простирания и оруденения. Дальнейшее изучение особенностей Комсомольской площади и сопоставление ее с аналогичными структурами в других рудных районах будет способствовать выяснению генетической природы этой связи, которую можно будет использовать как поисковый критерий при прогнозировании перспективных участков в пределах золоторудного района.

#### Литература

1. Конышев В.О. Федоровско-Кедровское рудное поле (литолого-стратиграфический контроль и потенциал золотоносности) // Отечественная геология. – 2006. – № 2. – С. 13 – 20.
2. Половинкина Ю.И. Структуры и текстуры эффузивных и метаморфических пород. – М.: Недра, 1966. – 413 с.
3. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород / Под ред. В.С.Попова и О.А. Богатикова. – М.: Логос, 2001. – 768 с.
4. Саранчина Г.М. Петрология магматических и метаморфических пород. – Ленинград: Недра, 1973. – 392 с.

### ПЛАТИНОНОСНОСТЬ ХРОМИТОВОГО ГОРИЗОНТА UG-2 ВОСТОЧНОГО БУШВЕЛЬДА, ЮАР

Е.С. Назимова

Научный руководитель доцент С.В. Петров

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

Данная работа посвящена изучению особенностей платиновой минерализации в хромитовом горизонте UG2 Восточной части Бушвельдского массива (ЮАР). Бушвельдский платиноносный ритмично-расслоенный массив основного-ультраосновного состава является крупнейшим в мире. В его пределах обнаружено три платиноносных горизонта (рифа), вмещающих известные собственно платинометалльные месторождения: риф Меренского (отрабатывается с 20-х годов XX в), риф UG2 (с 70-х годов XX в) и Плэтриф (с 1993 г.). Главные центры добычи платинометалльных руд расположены в пределах Западного сектора Бушвельдского массива (Аток, Рустенбург, Юнион, Бафокенг, Аманделбалт, Мессина, Марикана и др.), который наиболее изучен в минералогическом и геологическом планах. Месторождения Восточного Бушвельда (Бракфонтейн, Витервельд, Онвервахт, Твикенхем, Ричмонд, Дер Брохен) в настоящее время активно разведываются и подготавливаются к промышленному освоению. Среднее содержание платины в кондиционных рудах месторождений – 4...7 г/т. Хромитовый горизонт UG2 Бушвельдского массива является уникальным по качеству руды и крупнейшим в мире источником металлов платиновой группы. Запасы платиновых металлов в рудах этого горизонта (более 32 тыс.т) превосходят суммарные запасы рифа Меренского и Плэтрифа вместе взятых [1].

Целью работы явилось определение закономерностей распределения платиноидов в хромитовом горизонте UG-2 Восточного Бушвельда. Эта цель достигается путём решения следующих задач: 1) изучение зонального (вертикального и латерального) распределения вещественных параметров горизонта UG-2; 2) изучение строения рудного горизонта UG-2 Восточного Бушвельда, его морфологических и петрографических особенностей, а также вмещающих пород; 3) определение последовательности формирования рудных парагенезисов в хромитовом горизонте UG-2; 4) исследование изменчивости химического состава хромититов и рудных минералов.

Работа основана на фактическом материале, собранном во время прохождения производственной практики с июля по сентябрь 2006 г в компании Англо Платинум (Anglo Platinum) в ЮАР. В пределах Восточного Бушвельда исследованы 10 скважинных пересечений хромитового горизонта UG-2 с севера на юг: скважины DT43, BF296, TW571, OV69, WV30 (участок Дрикоп (Driekop)) и скважины RM86, RM44, RM40, DB119, SHE1 (участок Дер Брохен (Der Brochen)).

Основными методами исследования являются: 1) геологические работы, включающие документацию строения горизонта UG2 по обнажениям, буровым скважинам и подземным горным выработкам; 2) минералого-геохимические работы, в которые входило изучение зерна скважин 10 пересечений горизонта UG-2 оптическими и электронномикроскопическими методами; 3) пробирный атомно-абсорбционный анализ на 6 платиновых элементов и золото, выполнен в лаборатории Англо Платинум (Йоханнесбург, ЮАР); 4) рентгено-флюоресцентный анализ хромититов севера и юга Восточного Бушвельда на петрогенные и примесные элементы, выполнены в лабораториях СПбГУ и компании Англо Платинум.

Интрузивный комплекс Бушвельд, имеющий возраст 2060 млн лет, является крупнейшей в мире мафито-ультрамафитовой интрузией, его размеры составляют 450×250 км. В разрез расслоенной серии Бушвельдского комплекса входит 5 зон: Маргинальная, Нижняя, Критическая, Главная и Верхняя [1]. Изучаемый хромитовый горизонт UG-2 находится в верхней части Критической зоны между хромитовым горизонтом UG-1, который залегает ниже, и рифом Меренского, находящимся выше. Он прослеживается по простиранию на десятки километров в западной и восточной частях Бушвельдского комплекса. Мощность горизонта варьирует от 0,15 до 2,55 м, при падении от 5 до 70° по направлению к центру Бушвельдского комплекса. Горизонт UG-2 представлен либо одним горизонтом, либо несколькими слоями, разделенными пироксенитовыми прослоями; в последнем случае мощность горизонта может достигать 5...7 м. В подошве хромитита обычно залегает грубозернистый полевошпатовый пироксенит. Порода, образующая хромитовый слой, состоит из хромита (60...90 % объемн.) с интерстиционными плагиоклазом и ортопироксеном. Хромитит перекрывается гарцбургитом или плагиоклазовым пироксенитом, внутри которого представлены 2...4 слоя хромитита мощностью от 1 мм до 12 см [2].

Проведенные исследования позволили выявить латеральную изменчивость горизонта UG-2 по геологическому строению, по петрографическим и геохимическим особенностям составляющих их хромитов, а также по минеральной и химическому составу МПП. По данным полевых наблюдений для южных участков Восточного Бушвельда характерно наличие пегматоидного полевошпатового пироксенита в подошве хромитового горизонта UG-2, нередко в пределах которого встречаются отдельные хромитовые прослои неправильной формы. Внутри горизонта UG-2, имеющего мощность от 1 до 1,5 м, наблюдаются линзообразные тела более лейкократовых пород (от анортозитов до норитов). Кровлю UG-2 слагает различной степени зернистости полевошпатовый пироксенит, разделенный обычно тремя сопутствующими хромитовыми прослоями мощностью от 15 см до 5 мм (UT1, UT2, UT3). Для севера Восточного Бушвельда характерны следующие взаимоотношения: в подошве хромитового горизонта мощностью от 40 см до 70 см обычно залегает пегматоидный полевошпатовый пироксенит, содержащий от 2 до 5 мелких хромитовых прослоев мощностью от 1 мм до 1 см, находящиеся на расстоянии от 2 до 30 см от основного горизонта UG-2. Кровлю горизонта представляет либо мелкозернистый полевошпатовый пироксенит, либо чередование мелкозернистого полевошпатового пироксенита и анортозитовых прослоев с мощностями от 1 до 4 см; здесь же наблюдаются от 1-го до 3-х более мелких хромитовых прослоев мощностью от 1 до 4 мм.

Проведенные петрографические исследования позволили выявить следующие особенности: на севере Восточного Бушвельда, по сравнению с южными районами, порода горизонта UG-2 является более меланократовой, сильнее подверженной хрупко-пластичным деформациям, трещиноватой. В пределах горизонта сильнее проявлена сульфидная минерализация. Отмечается тот факт, что по мере продвижения с юга на север суммарное содержание ЭПГ в хромититах горизонта UG-2 постепенно возрастает от 5 г/т до 40 г/т. Во всех хромитовых прослоях встречены значительные количества магматической слюды (биотита), амфибола, апатита. В основном, в хромититах наблюдается следующий порядок кристаллизации минералов: хромит, оливин, ортопироксен, клинопироксен, плагиоклаз, биотит. В лейкократовых прослоях внутри хромитового горизонта характерно наличие кумулюсного плагиоклаза относительно ортопироксена, тогда как в самом горизонте UG-2 плагиоклаз чаще заполняет интерстиции между зернами ортопироксена. Петрографические наблюдения позволили выявить две основные разновидности хромита: 1) кумулюсный гипидиоморфнозернистый хромит, имеющий размеры от 0,1...0,5 мм; 2) интеркумулюсный аллотриоморфнозернистый хромит, размер зерен которого достигает 2 мм. Именно с хромитом второй генерации непосредственно связаны наибольшие скопления сульфидов и платиноидов.

В целом, для всего Восточного Бушвельда характерны следующие особенности: основными минералами платиновой группы (МПП) являются сульфиды платины и палладия: куперит и бреггит. Также встречены отдельные зерна лаурита, тетраферроплатины, сперрилита, мончеита, винсентита, ирарсита, плумбопалладинита. Размеры зерен минералов платиновой группы не превышают 10 мк. МПП находятся внутри сульфидных агрегатов, занимающих пространство между зерен хромита. Сульфиды представлены пентландитом, халькопиритом, пиритом и проявлены как внутри горизонта UG2, так и во вмещающих его породах.

По геохимическим особенностям хромиты севера и юга Восточного Бушвельда разделились на две ковариантные группы. Для северной части характерны повышенные содержания элементов платиновой группы (ЭПГ) относительно южной части с преобладанием легкоплавкой составляющей, ассоциация ЭПГ, связанная с Cu, Ni, Zn, что находит своё отражение в составе МПП (сульфиды и теллуриды платины и палладия). В южном секторе преобладает тугоплавкая составляющая ЭПГ в хромититах, характерно повышенное Pt/Pd отношение, преобладание высокотемпературной ассоциации ЭПГ (Ir, Os, Ru, Pt), которой определяется и специфика МПП (самородная платина, металлические соединения, лаурит, ирарсит).

Хромиты северной части Восточного сектора Бушвельда отличаются от хромитов южных районов повышенными содержаниями Mg, Al и пониженными содержаниями Fe<sup>2+</sup>, Ti, Fe<sup>3+</sup>, Cr. Таким образом, намечается тенденция связи палладиевой минерализации с хромитами с повышенной долей хромпикотитового минала, а платиновой минерализации – с наиболее железистыми хромитами.

Выводы.

1) Выявлены различия в геологическом строении рудного горизонта UG-2 и составе материнских пород в северных и южных частях Восточного Бушвельда.

2) Платиноиды приурочены к местам развития хромитовых прослоев и находятся внутри сульфидных агрегатов, занимающих пространство между зерен хромита. Выявлено 10 минеральных разновидностей МПП;

главными минералами являются куперит и бреггит. Сульфиды представлены пентландитом, халькопиритом, пиритом и проявлены как внутри горизонта UG2, так и во вмещающих его породах.

3) Выявлена изменчивость геохимических особенностей хромититов севера и юга Восточного Бушвельда. Для хромититов северных районов характерна ассоциация ЭПГ, связанная с Cu, Ni, Zn, что находит своё отражение в составе МПГ (сульфиды и теллуриды платины и палладия). На юге Восточного Бушвельда доля высокотемпературной ассоциации ЭПГ (Ir, Os, Ru, Pt) значительно увеличивается, и именно ею определяется и специфика МПГ (самородная платина, металлические соединения, лаурит, ирарсит).

4) Установлена связь палладиевой минерализации с хромитами с повышенной долей хромпикотитового минерала, а платиновой минерализации – с наиболее железистыми хромитами. Хромпикотитовые хромиты являются более перспективными в отношении ЭПГ-минерализации.

5) Концентрация МПГ, возможно, проходила на поздних этапах магматического процесса при активном участии флюидов и летучих компонентов.

#### Литература

1. Налдретт А.Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых платинометаллических руд. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2003. – 487 с.
2. Sawthorn R.G. The role of magma mixing in the genesis of PGE mineralisation in the Bushveld Complex. Thermodynamic calculations and new interpretations // *Economic Geology*. – 2002. – V. 97. – P. 663 – 666.

### ОСАДОЧНО-ДИАГЕНЕТИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕЮРСКОГО ТЕРРИГЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА

**В.М. Николаева**

Научный руководитель доцент Э.А. Королев

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

Верхнеюрские отложения северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба на границе Ульяновской области и Республики Татарстан представлены мелководно-морским терригенным комплексом, в составе которого выделяются отложения келловейского, оксфордского и киммериджского ярусов. Рассматриваемый комплекс большей частью сложен зеленовато-серыми глинами, среди которых залегают редкие прослойки алевролитов и косослоистых песчаников со знаками волновой ряби. По данным рентгенографического анализа глины имеют поликомпонентный состав. Из глинистых минералов преобладают неупорядоченно смешаннослойные фазы, в структуре которых закономерно чередуются монтмориллонитовые и иллитовые пакеты. В меньших количествах присутствуют хлорит, мусковит и каолинит. Помимо глинистых минералов породы содержат зерна аллотигенных кварца, альбита и микроклина. В оксфордских и киммериджских отложениях в составе глин в заметных количествах появляется биогенный кальцит, представленный остатками нанопланктона. Скелетные остатки кокколитофорид относительно равномерно распределены в объеме пород, имея произвольную ориентировку, что указывает на их поступление в момент существования еще вязкого неуплотненного глинистого ила. В процессе диагенеза, сопровождавшегося уплотнением глинистых частиц и отжатием порового раствора, твердые остовы органических остатков и привнесенные обломочные зерна минералов практически не изменили своего положения, приобретенного на стадии седиментации.

Исследования поверхностей сколов глинистых пород с помощью растрового электронного микроскопа (РЭММА-202М), оснащенного энергодисперсионным анализатором (ЭДАР), позволило установить в них, помимо аллотигенной компоненты, многочисленные включения аутигенных минералов. Часть минералов сформировалась в результате отложения вещества из концентрированных поровых растворов в процессе обезвоживания ила, часть – в результате жизнедеятельности микробных колоний, населяющих придонную область морского бассейна. Анализ особенностей осадочно-диагенетической минерализации позволил установить в оксфордско-киммериджских отложениях наличие минеральных ассоциаций кислородной и диоксидной геохимических фаций [1].

Ассоциации кислородной фации представлены кальцитом ( $\text{CaCO}_3$ ), гипсом ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и ярозитом ( $\text{KFe}_3[\text{SO}_4]_2(\text{OH})_6$ ). Всех их объединяет наличие в вещественном составе кислородных комплексов в виде  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ . Ниже будут рассмотрены наиболее характерные формы этих минералов.

**Кальцит** повсеместно встречается в виде ромбоэдрических кристаллов, находящихся в пустотно-поровом пространстве уплотненных глин. Контакт с вмещающей породой резкий, часто можно наблюдать щелевидные пустоты между гранями кристаллов и спутанно-волокнутой глинистой массой. На поверхности ромбоэдров фиксируются ростовые дефекты в виде ступенек роста, незалеченных ямок и не до конца сформированных вершин индивидов. В некоторых случаях на гранях наблюдаются дефекты, обусловленные приостановкой роста части кристалла, вызванной прилипанием к его поверхности глинистых агрегатов. Стремясь принять энергетически выгодную форму, кальцитовые индивиды обрастают препятствия, в результате чего внутри них образуются полости с захваченными фрагментами глинистой породы. Обращает на себя внимание, что аутигенные кальциты не оказывают на стенки пор кристаллизационного давления, что выражается в отсутствии изгибов глинистых перегородок на контактах с кристаллами. Морфологические особенности и характер взаимоотношения с вмещающей породой свидетельствуют, что образование аутигенного кальцита



происходило на стадии уплотнения глинистого осадка. К моменту его появления уже было сформировано первичное поровое пространство глинистых отложений, в котором, как в «занорыше», и развивался  $\text{CaCO}_3$ .

**Гипс** встречается в форме игольчатых или пластинчатых кристаллов, ориентированных вдоль слоистости глинистых пород. Игольчатые новообразования характеризуются наличием хорошо развитых граней (010) и (-121), придающих кристаллам облик неравносторонних гексагональных призм. Как правило, их вершины ограничиваются плоскостями (100). На сколах видны зоны роста. У пластинчатых разновидностей гипса наиболее развитой гранью является (010). В отличие от беспримесных игольчатых форм, в них можно наблюдать пойкилитовые включения фрагментов глинистой породы. Различные формы выделения гипсов отражают этапность развития среды минералообразования. Игольчатые разновидности формировались в начальный период уплотнения глинистого осадка. Большой объем обводненного пустотного пространства позволял им свободно расти в направлении [001]. И лишь после сближения глинистых частиц и уменьшения пор их рост прекратился. Наличие слоистой анизотропии пород, обусловившей щелевидный облик путей фильтрации поровых растворов, привело к развитию пластинчатых разновидностей гипса. Разрастаясь, гипсовые кристаллы захватывали посторонние примеси, образуя локальные пойкилитовые обособления в глинах.

**Ярозит** установлен только по рентгеновским спектрам. При изучении поверхности сколов глинистых пород с помощью растрового электронного микроскопа он обнаружен не был. По-видимому, это обусловлено неравномерным распределением минерала в породе и его весьма незначительными размерами.

Дизоксидная фация представлена различными по морфологии пиритовыми агрегатами. Онтогенетический анализ аутигенных сульфидов железа позволил выявить три основных их морфогенетических типа: фрамбоидальный, октаэдрический и пластинчатый (таблитчатый).

Фрамбоидальный пирит встречается в виде разобленных сферических образований размером до 40 мкм. Сферы представляют собой агрегаты, сложенные одномерными (0,5...1,0 мкм) октаэдрическими кристаллами. Периферия агрегатов характеризуется ячеистым строением. Каждая ячейка содержит кристалл пирита, ориентированный таким образом, что одна из его вершин выступает в виде четырехгранной пирамидки над поверхностью фрамбоида. Подобная форма пиритовых агрегатов указывает, что их образование осуществлялось путем биохомогенного замещения ранее существовавших микробиальных колоний. Судя по хорошо сохранившемуся сфероидальному облику агрегатов, замещение шло в период, когда илистый осадок находился еще в вязком состоянии. При последующем уплотнении и литификации донного осадка фрамбоиды пирита уже представляли собой жесткие образования, не склонные к деформациям. Поэтому они и сохранили свою биоморфную форму, унаследованную от бактериальных колоний.

Октаэдрические кристаллы пирита встречаются в полостях раковин морских животных, где они образуют незаконномерные ростки. В ростках отсутствуют морфоструктурные особенности, характерные для друзового роста – изменение величины и пространственного положения кристаллов от стенок к центру полости. Все кристаллы пирита имеют одинаковые размеры в пределах 10 мкм. Преобладающими габитусными элементами практически всех кристаллов являются гладкие ровные грани октаэдра (111), ограниченные прямыми ребрами. На многих октаэдрических кристаллах вершины притуплены гранями куба (100). В пределах агрегата пространственная ориентировка пиритовых индивидов произвольная, срастание осуществляется в местах соприкосновения ребер. Выявленные кристаллографические особенности зерен и строение агрегатов свидетельствуют об одновременном спонтанном зарождении пиритовых индивидов и последующем их росте в стационарной кристаллизационной среде. Только при соблюдении этих условий возможно образование одномерных полногранных кристаллов, получающих питание со всех сторон одновременно. Развитие неискаженных октаэдров указывает на существование неизменных условий среды кристаллообразования в процессе всего периода роста кристаллов. Лишь к концу их развития произошло некоторое снижение концентрации раствора, выразившейся в смене кристаллографических форм. Учитывая вышесказанное, можно предположить, что октаэдрические кристаллы образовывались на стадии уплотнения глинистого осадка. В этот период обеспечивался постоянный равномерный подток вещества к биопустотам раковин, внутри которых и развивались пиритовые индивиды. Стенки скелетных остатков изолировали новообразования от воздействия уплотняющейся породы, создавая «занорыш» со стабильными условиями кристаллизации.

Пластинчатые кристаллы пирита встречаются в виде единичных обособленных образований, находящихся среди зерен и агрегатов глинистой породы. Длина пластинок-параллелепипедов может достигать 1,0 мм при ширине 0,2...0,5 мм и толщине до 0,1 мм. Все кристаллы подобного габитуса ориентированы в пространстве таким образом, что их наиболее развитая плоскость совпадает с седиментационной слоистостью глин. Преобладающими габитусными элементами являются грани куба (100), ограниченные неровными зубренными ребрами. Контакт с вмещающей породой резкий. В местах соприкосновения с плотными зернами кварца и полевых шпатов таблитчатые кристаллы приостанавливают свой рост, в результате чего на их боковых поверхностях образуются различные по форме и размеру углубления. Вышерассмотренные особенности кристаллов пирита указывают, что их образование происходило на стадии позднего диагенеза, когда глинистая порода уже приобрела свои основные структурно-текстурные черты. В этот период сформировались щелевидные микропоры, ориентированные вдоль слоистости глинистых пород, по которым и осуществлялась миграция вещества. Подток ионов к растущему кристаллу осуществлялся с боковых сторон. В результате преимущественное развитие получали лишь те грани, которые находились в перпендикулярном положении по отношению к слоистости пород, что и привело к образованию уплощенных форм пиритовых кристаллов.

Как показывает онтогенетический анализ, образование аутигенных осадочно-диагенетических минералов осуществлялось на различных стадиях литификации илистого осадка. Меняющиеся условия

кристаллизационной среды обусловили совместное нахождение в верхнеюрских глинах антогенетических минеральных ассоциаций кислородной и диоксидной геохимических фаций.

#### Литература

1. Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1989. – 528 с.

### СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЧАРОИТА

О.В. Павлов, Д.Т. Валиев

Научный руководитель научный сотрудник Е.Ф. Полисадова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Чароит  $(Ca, Na, K, Sr, Ba)_2[Si_4O_{10}](OH, F)H_2O$  – минерал пироксеновой группы подкласса цепочечных силикатов. Имеет сиреневый цвет разнообразных оттенков. Твердость по шкале Мооса 6...7, плотность 2,5...2,6 г/см<sup>3</sup>. Содержит примеси бария, стронция, редкоземельных элементов. Сиреневая окраска приписывается примеси марганца. Единственное в мире месторождение чароита находится на границе Якутии и Иркутской области, в районе Байкало-Амурской магистрали, в долине реки Чара.

В настоящей работе представлены результаты спектрально-кинетических исследований импульсной катодолюминесценции трех образцов чароита. Образцы чароита различаются по цвету и строению: образец 1 представляет собой блоковый чароит (образующий крупные выделения в виде призматических кристаллов) со слабым фиолетовым оттенком, образец 2 представляет собой тонковолокнистый агрегат с беловатым оттенком (чароит-асбест), образец 3 имеет волокнистую структуру с характерным насыщенным фиолетовым цветом (далее в тексте образцы 1, 2, 3 соответственно).

Исследования проводились методом импульсной катодолюминесцентной спектроскопии [2], позволяющим изучать динамику изменения спектрального состава люминесценции и кинетику затухания в широком временном диапазоне ( $10^{-8}$ – $10^{-3}$  с). Образцы помещались в вакуумную измерительную ячейку и возбуждались высокопоточным электронным пучком с длительностью импульса на полувысоте ~10 нс и средней энергией электронов 250 кэВ. Спектр измерялся посредством монохроматора МДР-3 с регистрацией сигнала фотоэлектронным умножителем ФЭУ-106 и цифровым осциллографом GWINSTEK GDS-2204. Спектры приведены с учетом спектральной чувствительности оптического тракта спектрометра.

Установлено, что в кинетике затухания люминесценции в спектральном диапазоне 300...500 нм наблюдается две стадии: коротковременная с наносекундным временем затухания (~50 нс) и длинновременная (микросекундная). Спектры нано- и микросекундного свечения приведены на рис. 1 (а, б) и рис 2(а).

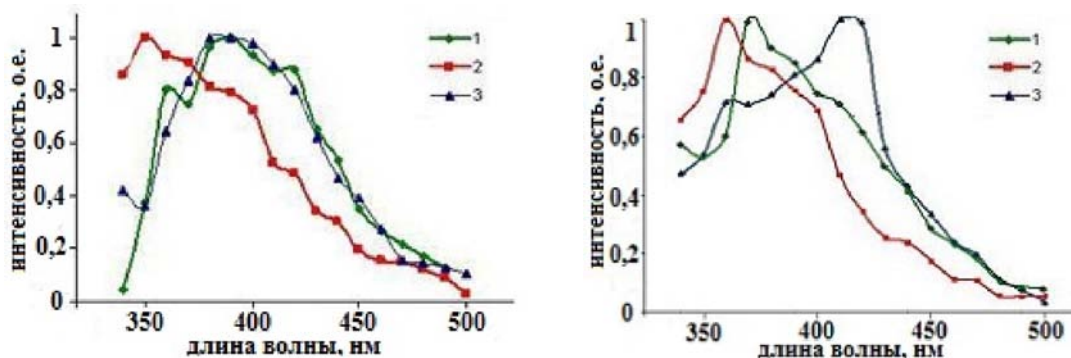


Рис. 1. Спектры люминесценции чароита в начальный момент времени (а), через 50 нс (б) после окончания импульса возбуждения

Регистрация спектров люминесценции проводилась в различные моменты времени относительно возбуждающего импульса. Установлено, что в начальный момент в спектре доминируют полосы свечения в УФ области (рис. 1, а). Для образцов 1 и 3 максимум приходится на 390 нм, в спектре образца 2 наблюдается максимум на 350 нм. Через 50 нс после импульса наблюдается смещение максимумов спектра для всех образцов (рис. 1, б): 370, 360 и 415 нм для образцов 1, 2 и 3 соответственно. Характерно, что в спектре образца 3 наблюдается пик свечения в области 360 нм, соответствующий максимуму спектра для второго образца. В спектрах, измеренных через 5 мкс после импульса (рис. 2, а), максимум интенсивности наблюдается в области 370...390 нм с незначительным смещением для каждого из исследованных образцов.

Обнаружено, что в области 550...800 нм регистрируется свечение с более длительным временем послесвечения (миллисекунды). Спектр миллисекундного свечения приведен на рисунке 2, б. В данном временном диапазоне спектры различных типов чароитов существенно различаются: так, в образце 3 доминирует полоса на 580 нм, в образце 2 полоса на 720 нм, для образца 1 характерно наличие двух пиков свечения с максимумами на 580 и 700 нм. Время затухания свечения в области 590...600 нм составляет 24, 33 и 17 мс для

образцов 1, 2 и 3 соответственно; в области 700...720 нм люминесценция затухает в несколько раз быстрее (с  $\tau \sim 3...4$  мс). В спектрах, измеренных через 5 мс (рис. 3) после импульса наблюдается одна полоса с максимумом 580...590 нм. Положение максимума для образца 3 оказалось смещенным на 10 нм в длинноволновую область по сравнению со спектрами образцов 1 и 2.

Свечение в области 320...390 нм, по мнению авторов [3], может быть обусловлено излучательными переходами  ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2F_{5/4}$ ,  ${}^2F_{7/2}$  в ионах  $Se^{3+}$ , замещающих в решетке ион  $Ca^{2+}$ . Широкополосное свечение с  $\lambda_{max}=415...420$  нм в спектре чаройта приписывается ионам  $Eu^{2+}$  [1, 3]. Однако прямых доказательств связи центров свечения, излучающих в области 320...390 нм, с присутствием ионов церия и европия в образцах чаройта авторами не приводится. Известно [4, 5], что для различных минералов класса силикатов характерно присутствие в спектре люминесценции, возбуждаемой электронным пучком, широкополосного свечения в ближней УФ и фиолетово-синей области спектра с коротким временем затухания. Характер спектра, одинаковое время затухания в широком спектральном диапазоне, незначительное отличие характеристик свечения от образца к образцу позволяют приписать свечение в области 380...390 нм одинаковому типу центров, возможно, имеющим квазимолекулярную структуру. Более вероятным представляется принадлежность излучающих центров к собственным дефектам, состоящим из атомов основы. По-видимому, при электронном облучении в матрице минерала возбуждаются центры, содержащие в своей структуре кислород. Различия в структуре полос объясняются особенностями строения данного центра и его окружением.

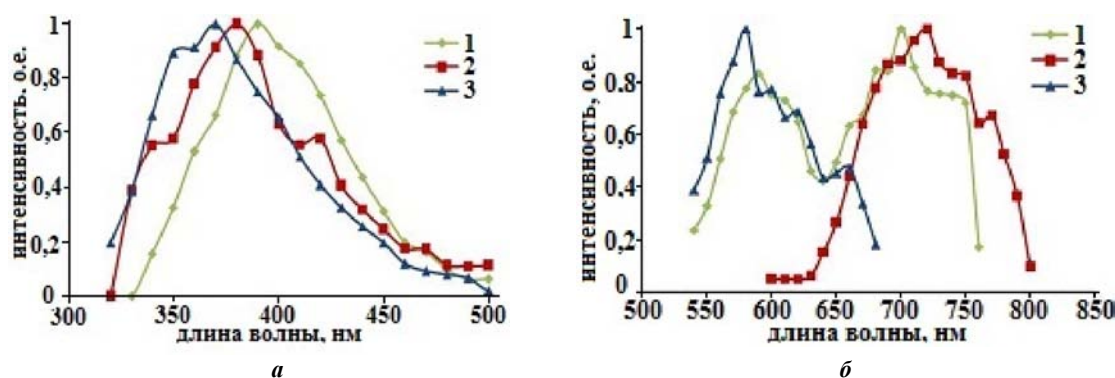


Рис. 2. Спектр люминесценции чаройта через 5 мкс (а) после окончания импульса возбуждения образца и миллисекундное свечение (б)

Свечение с максимумом интенсивности в области 580...590 нм приписывается свечению примесных ионов марганца  $Mn^{2+}$ , в области 700...720 нм свечению иона  $Fe^{3+}$ , замещающего в решетке ион  $Si^{4+}$  [3]. Характер кинетики затухания (длинновременное свечение) подобен свечению таких центров в полевых шпатах [4]. Различное соотношение интенсивностей свечения в указанных областях для разных чаройтов, по всей видимости, обусловлено различной концентрацией примесных ионов в образцах.

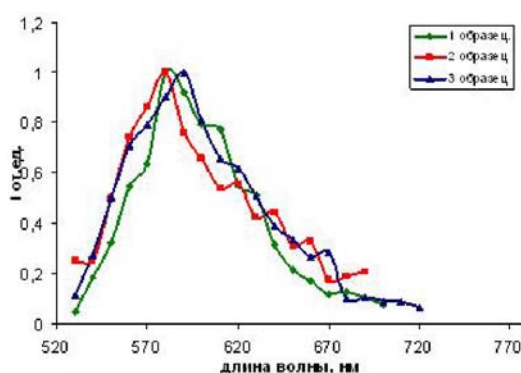


Рис. 3. Спектр катодолуминесценции чаройта, измеренный через 5 мс после импульса возбуждения

Таким образом, изучены спектральные и кинетические характеристики импульсной катодолуминесценции чаройта различного типа. Исследована динамика изменения спектра после воздействия наносекундного электронного импульса. Выявлены особенности люминесцентных характеристик чаройтов. Показано, что для чаройт-асбеста характерно наличие интенсивной полосы в красной области спектра и смещение максимума наносекундного спектра в УФ область по сравнению с другими типами чаройта. Измерены времена затухания свечения, обусловленного присутствием примесных ионов марганца, установлено, что  $\tau$  марганцевой полосы в исследованных образцах может меняться от 17 до 33 мс. Обсуждается природа центров свечения, излучающих в УФ и фиолетово-синей области спектра.

## Литература

1. Горобец Б.С., Рогожин А.А. Спектры люминесценции минералов. Справочник. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья, 2001. – 316 с.
2. Корепанов В.И., Лисицын В.М., Олешко В.И. Применение сильноточных электронных пучков наносекундной длительности для контроля параметров твердых тел // Изв. Вузов. Физика. – 2000. – Т. 43. – С. 22 – 30.
3. Яровой П.Н. Лазерная диагностика люминесцирующих веществ. – Иркутск: Иркут. гостех. ун-т, 1996. – 176 с.
4. Корепанов В.И., Лисицын В.М., Олешко В.И. и др. Импульсная катодолюминесценция полевых шпатов // Журнал прикладной спектроскопии. – 2006. – Т. 73. – № 3. – С.399 – 443.
5. Корепанов В.И., Коровкин М.В., Полисадова Е.Ф., Кудрявцев А.В. Люминесценция природных кристаллов топаза, индуцированная импульсным пучком электронов // Известия высших учебных заведений. Физика. – Вып. 3. – 2008 – Т. 51. – № 11. – С. 117 – 121.

### ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ В РУДАХ РУБЦОВСКОГО КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

А.В. Павловская

Научный руководитель старший преподаватель Л.А. Зырянова  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Работа посвящена исследованию глинистых минералов Рубцовского колчеданно-полиметаллического месторождения. Глинистые минералы пользуются широким распространением в пределах всего месторождения. В генетическом отношении руды Рубцовского месторождения представляют собой производные первичного сульфидного полиметаллического оруденения, испытавшего на верхних горизонтах гипергенное преобразование. Глинистые минералы находятся как в зоне вторичного сульфидного обогащения, так и в зоне окисления. Необходимость исследования глинистых минералов связана с их влиянием на процесс обогащения руд. Точное установление минеральных видов важно для технологической характеристики руд.

К глинистым минералам относятся природно-дисперсные слоистые и слоисто-цепочечные силикаты различного генезиса. Они образуются как при химическом выветривании пород, накоплении осадков, так и при их постседиментационном преобразовании, включая возможность наложения на сформировавшиеся тем или иным путем толщи процесса гидротермальной деятельности. Одной из важнейших особенностей глинистых минералов является их способность активно взаимодействовать с водой. Их свойства и условия образования предопределены особенностями кристаллической структуры.

Основными элементами структуры глинистых минералов являются кремнекислородные тетраэдры и алюминий- или магний-кислородно-гидроксильные октаэдры (рис. 1). Последние, соединяясь через общие анионы кислорода, образуют непрерывные двухмерные тетра- или октаэдрические сетки, в которых катионы расположены по гексагональному мотиву.

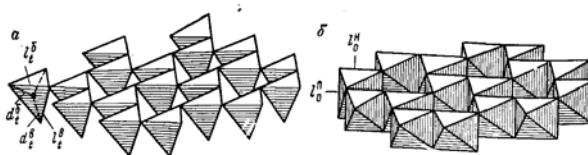


Рис. 1. Тетра- (а) и октаэдрическая (б) сетки, по Л. Полингу [1]

Октаэдрические сетки, содержащие Al или Mg и имеющие состав  $Al_2(OH)_6$ , либо  $Mg_3(OH)_6$ , представляют собой одноэтажные слои типа 0 : 1 и являются простейшими слоистыми структурами гидрагиллитового (гипбситового) и бруситового типа. Двухэтажные, или 1 : 1, слои состоят из одной тетра- и одной октаэдрической сеток. Слои, содержащие Al или Mg в октаэдрах и Si в тетраэдрах, будут иметь ди- (каолинитовый тип) или триоктаэдрическую (серпентиновый тип) структуры. Трехэтажные, или 2 : 1, слои включают две тетраэдрические сетки и расположенную между ними октаэдрическую сетку. В структурах вермикулитового и особенно монтмориллонит-сапонитового типа связь между слоями за счет наличия в межслоевых промежутках водных группировок или прослоек значительно ослаблена и такие промежутки могут менять свою высоту, т.е. структуры являются лабильными, или разбухающими. Четырехэтажные, или 2 : 1 + 0 : 1 (2 : 2), пакеты состоят из жестко соединенных между собой одного трехэтажного (талькоподобного) и дополнительного одноэтажного (бруситоподобного) слоев, образуя структуру хлоритового типа. Среди глинистых минералов также широко распространены структуры, представленные сочетанием различных типов неразбухающих и разбухающих слоев, что обуславливает возникновение смешанослойных образований (минералов) [1].

Для глинистых минералов характерно явление политипии. Политипизм минералов имеет исключительно важное значение, так как он отражает их генетические особенности и геохимические и термобарические условия среды минералообразования. Способ наложения слоев определяет (при одном и том же составе) форму и размеры элементарной ячейки, что может использоваться при определении политипных модификаций [1].

Макроскопически глинистые минералы Рубцовского месторождения практически не различимы: они имеют белый, иногда с серым оттенком, цвет и отличаются лишь тем, что одни – рыхлые, а другие более

плотные. Поэтому для исследования глинистых минералов используются физические методы исследования вещества, а именно: растровая электронная микроскопия, рентгено-фазовый, эмиссионный спектральный, рентгено-флуоресцентный и термический анализы.

При работе с глинистыми минералами вначале, по результатам рентгено-фазового анализа, в каждой пробе было установлено количество фаз и их состав. Для подтверждения полученных результатов используется метод растровой электронной микроскопии. В результате получаем изображение микроструктуры поверхности образцов (рис. 2, 3) и делается окончательный вывод о количестве минеральных фаз. С помощью термического анализа можно не только идентифицировать минеральный вид, но и в отдельных случаях установить полиморфные модификации (например каолинит-диккит). Рентгено-флуоресцентный анализ дает информацию о химическом составе анализируемых проб. Результаты спектрального анализа используются как дополнительная информация о микропримесях.

Полученные данные по исследованию глинистых минералов вышеперечисленными методами исследования приведены в таблице.

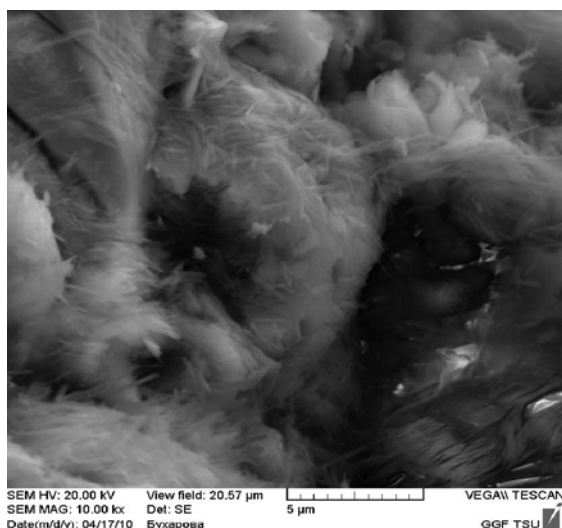


Рис. 2. Тонкопластинчатые агрегаты каолинита. Образец № 160

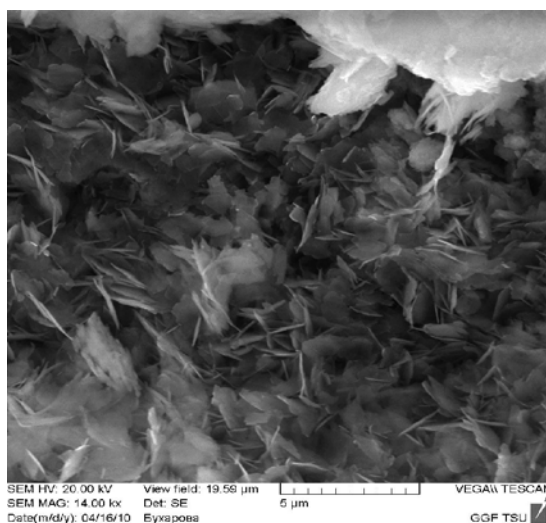


Рис. 3. Кристаллы иллита. Образец № 161

Таблица

Результаты проведенных исследований

№ образца	Зона	Рентгено-фазовый анализ	Термический анализ	Рентгено-флуоресцентный анализ, мас. %	Спектральный анализ, г/т
160	первичные руды	каолинит	каолинит	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 28.51 SiO <sub>2</sub> – 64.27	Cu – 1748, Pb – 1200, Ba – 900
162	первичные руды	иллит	–	–	–
163	первичные руды	иллит	–	–	–
164	первичные руды	каолинит, иллит	–	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 27.36 SiO <sub>2</sub> – 60.65 K <sub>2</sub> O – 5.11	Ba – 450
165	первичные руды	каолинит, диккит, иллит	диккит	SiO <sub>2</sub> – 67.30 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 29.72	Mn – 730, Pb – 690
168	окисленные руды	иллит	иллит	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 20.46 SiO <sub>2</sub> – 56.77 K <sub>2</sub> O – 9.82 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 6.54	–
170	окисленные руды	каолинит	–	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 21.38 SiO <sub>2</sub> – 51.11 K <sub>2</sub> O – 3.15 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 18.83	Cu – 1748, Ba – 900, Pb – 460
171	первичные руды	каолинит	каолинит	–	Pb – 862, Cu – 820

Проведенные исследования позволили достоверно диагностировать глинистые минералы, а именно каолинит (рис. 2), диккит и гидрослюда – иллит (рис. 3). Выяснение условий образования глинистых минералов Рубцовского месторождения требует дополнительных исследований.

#### Литература

1. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М.: Недра, 1986. – 247 с.

### ШОШОНИТ-ЛАТИТОВАЯ И ТРАХИБАЗАЛЬТОВАЯ СЕРИИ АЛЕКСАНДРОВО-ЗАВОДСКОЙ ВПАДИНЫ (ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

С.А. Сасим

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

В конце мезозоя на территории Забайкальской части Монголо-Охотского складчатого пояса, завершая эпоху мощных преобразований строения и состава литосферы, проявились интенсивные процессы сводо- и грабенообразования и активный магматизм, породивший широкое разнообразие интрузивных магматических комплексов, вулканических серий и вулканоплутонических ассоциаций, в том числе проявления магматических пород повышенной щелочности, которые характеризуются обычно повышенными содержаниями некогерентных элементов [3, 7].

Переход складчатого пояса к внутриконтинентальному этапу своего развития сопровождался на рубеже средней юры – раннего мела широким развитием магматизма различного геохимического типа [1, 6]. Традиционно для территории Юго-Восточного Забайкалья позднемезозойский этап тектонического развития подразделяется на две стадии [5]. С эволюцией тектонического режима происходила и смена состава вулканических пород. Для ранней стадии характерно развитие субщелочных эффузивов повышенной калиевости, относимых к геохимическому типу шошонит-латитовых серий [6]. На поздней стадии породы варьируют по составу от трахибазальтов повышенной титанистости до трахидацитов и субщелочных риолитов [5].

В пределах северного борта Александрово-Заводской впадины, локализованной в Аргунской структурно-формационной зоне, выделяются интрузивные образования акатуевского комплекса средне-верхнеюрского возраста и три толщи эффузивных пород, которые непосредственно и являются объектами данных исследований.

В настоящее время принято следующее подразделение исследуемых интрузивных и стратиграфических образований: акатуевский комплекс включает в себя одноименный массив площадью 45 км<sup>2</sup> и ряд малых интрузий, вещественно близких Акатуевскому массиву; нижняя (J<sub>2-3</sub>) и верхняя (J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>) вулканогенные толщи основного и среднего состава объединены в нижнюю и верхнюю пачки кайласской свиты соответственно и разделены между собой пачкой туфогенно-осадочных пород; кислые вулканы верхней толщи раннемелового возраста отнесены к тургинской свите [4].

В решении вопроса о принадлежности юрско-меловых магматических образований к шошонит-латитовой серии необходимо учитывать принадлежность их к субщелочному ряду [2], относительно высокое содержание K<sub>2</sub>O [9], отношение K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O в пределах 0,5...2,0 [10], низкую концентрацию TiO<sub>2</sub> (<1,3 %) у основных пород, прогрессивно снижающуюся к кислым дифференциатам [8]. Породы с высоким содержанием TiO<sub>2</sub> (>1,3 %), несмотря на повышенное содержание в них K<sub>2</sub>O, принципиально отличаются от пород шошонитовой серии и относятся к трахибазальтовой серии.

Согласно данным критериям, породы Акатуевского массива и вулканы нижней пачки кайласской свиты относятся к шошонит-латитовой серии (K<sub>2</sub>O – 2,83...4,52 мас.%; K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O – 0,5...1,78; TiO<sub>2</sub> – 0,17...1,34 мас.%), а эффузивы верхней пачки кайласской свиты, преимущественно представленные породами основного и среднего состава (K<sub>2</sub>O – 2,23...5,36 мас.%; K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O – 0,49...1,67; TiO<sub>2</sub> – 1,07...2,02 мас.%), – к трахибазальтовой серии.

Составы пород Акатуевского массива и вулканических пород нижней пачки кайласской свиты характеризуются постепенным снижением содержания TiO<sub>2</sub> от основных к кислым дифференциатам, варьирующего в пределах 1,34...1,43 мас.% для наиболее основных пород (SiO<sub>2</sub> ~ 46,84...47,34 мас.%) и 0,17...0,40 для кислых разностей (SiO<sub>2</sub> ~ 62,68...67,87 мас. %). Аналогичные уровни накопления окиси титана наблюдаются и в островодужных системах, например, в эффузивах Курило-Камчатской островной дуги. В случае с бимодальными ассоциациями Восточного Забайкалья (к примеру, вулканы Усуглинской впадины) в породах отмечается значительно большее содержание TiO<sub>2</sub> (2,56 вес. %) в основных породах, отсутствие пород среднего состава и низкие содержания в кислых породах (до 0,08 вес. %). Подобное распределение TiO<sub>2</sub> отмечается и в породах верхней пачки кайласской свиты. Их отличительная от бимодальных ассоциаций особенность – наличие промежуточных составов по кремнекислоте – основных, средних и кислых. Однако, данный факт объясняется содержанием в породах различного количества (5...10 %) ксеногенного кварца, захваченного в результате ассимиляции расплавом продуктов верхней коры, что сказывается на различном смещении в кислую сторону пород трахибазальтового облика.

Поведение редкоземельных элементов в породах Акатуевского массива и эффузивах кайласской свиты идентично и характеризуется их большим суммарным содержанием (в среднем от ~ 419 ppm для образований первой фазы до ~ 218 ppm для третьей фазы массива и 396...227 ppm для вулканических пород кайласской свиты от основных до более кислых соответственно), их высокой степенью фракционирования (величина La/Yb<sub>(N)</sub> в

породах Акатуевского массива составляет 31,06...41,38 (первая фаза), 19,50...41,42 (вторая фаза), 8,69...32,22 (третья фаза); La/Yb<sub>(N)</sub> отношение в вулканитах кайласской свиты варьирует в пределах 21,6...40,4) и умеренно выраженной отрицательной европиевой аномалией.

Трахибазальты и трахиандезиты верхней пачки кайласской свиты имеют высокие суммарные содержания REE, варьирующие в пределах 413...535 ppm для более основных и 326...351 ppm для более кислых дифференциатов. Спектр распределения REE имеет высокую степень фракционирования легких над тяжелыми лантаноидами у трахибазальтов (La/Yb<sub>(N)</sub> = 33,78...48,20), снижаясь у трахиандезитов до величин La/Yb<sub>(N)</sub>=22,39...27,76.

$\Sigma_{REE}$  в трахидацитах и трахириолитах тургинской свиты составляет 297...389 ppm величина La/Yb(N)=17,71...19,58. Наблюдается глубокий европиевый минимум (Eu/Eu\* = 0,12...0,44), что характерно для безплагиоклазовых кислых пород. В отдельных пробах тургинской свиты, соответствующих высококальциевым риолитам с содержанием SiO<sub>2</sub> > 75 вес. % и состоящих главным образом из кварца с небольшим количеством вкрапленников КПШ сумма редких земель заметно падает до 129 ppm, La/Yb(N) = 4,03 и Eu/Eu\* = 0,04.

Можно отметить, что поведение редкоземельных элементов в породах верхней пачки кайласской свиты и тургинской свиты подобно бимодальным ассоциациям Восточного Забайкалья, к примеру, трахибазальт-трахириолитовой ассоциации Усуглинской впадины.

В породах Акатуевского массива и вулканитах нижней пачки кайласской свиты отмечаются высокие содержания Ba (753...1388 г/т, наибольшие значения у наиболее ранних дифференциатов), Sr (890...2342 г/т), U (4...12 г/т), Th (18...68 г/т), LREE и минимумы (по характеру распределения рассеянных элементов на спайдер-диаграмме) Ti (1001...9245 г/т), Nb (5...19 г/т), P (1300...3449 г/т), а также широкая вариация величины Ba/Nb (32...484), что является характерной особенностью пород шошонит-латитовой серии. Породы верхней пачки кайласской свиты характеризуются схожими геохимическими чертами, однако с более высокими содержаниями Rb (78...315 г/т, в породах нижней пачки до 180 г/т), менее выраженными отрицательными аномалиями Ti, Nb, P, а также узким колебанием величины Ba/Nb (35...49). Кислые вулканиты тургинской свиты имеют высокие по отношению к примитивной мантии содержания Rb (200...480 г/т), U (до 7 г/т), Th (21...31 г/т), Nd (54...66 г/т), Zr (192...626 г/т) и низкие – Ba (17...67 г/т), Sr (39...231 г/т), Eu (0,1...1,5 г/т), Ti (506...2767). Содержание последних трех близко или ниже соответствующих значений примитивной мантии. Вулканические породы нижней пачки кайласской свиты и интрузивные породы Акатуевского массива характеризуются повышенными относительно кларковых содержаниями Pb (22...66 г/т) и Zn (56...114 г/т). Высокие концентрации Pb и Zn отмечаются также в вулканитах тургинской и верхней пачки кайласской свиты. Однако есть основания полагать, что именно с проявлением магматизма шошонит-латитовой серии связаны известные полиметаллические месторождения Акатуевской группы. На это указывают, во-первых, прямая корреляционная связь между концентрациями в породах нижней пачки кайласской свиты и акатуевского комплекса Pb и Zn, с одной стороны, и калия, с другой; во-вторых, характер изотопных отношений свинца, изоморфно входящего в структуру калиевых полевых шпатов из пород акатуевского комплекса, и рудного свинца в системе <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb – <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb.

Величина <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr(0) в породах нижней и верхней пачек кайласской свиты характеризуется умеренно обогащенным составом 0,705...0,706, что указывает на мантийный источник расплавов типа ЕМII при незначительном участии корового материала, а в эффузивах тургинской свиты имеет типично коровые значения – 0,712...0,771.

#### Литература

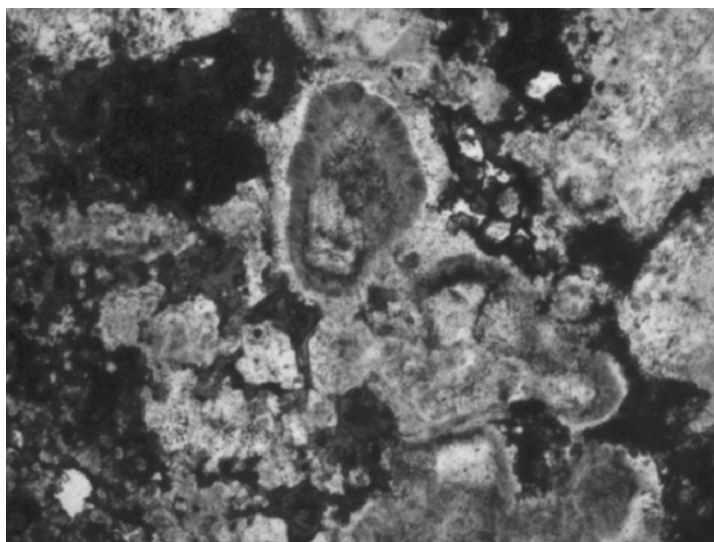
1. Антипин В.С. Геохимическая эволюция известково-щелочного и субщелочного магматизма. – Новосибирск: ВО «Наука», 1992. – 223 с.
2. Богатилов О.А., Гоньшакова В.И., Ефремова С.В. и др. Классификация и номенклатура магматических горных пород. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
3. Казимировский М.Э., Сандимирова Г.П., Пахольченко Ю.А. Геохимия и Sr-изотопные характеристики магматических пород Западно-Усуглинской бимодальной вулcano-плутонической ассоциации (J3-K1, Забайкалье) // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42. – № 6. – С. 951 – 967.
4. Объяснительная записка к геологической карте РФ масштаба 1:200 000. Лист М-50-Х. М., 2000. – 132 с.
5. Первов В.А., Дрынкин В.И., Керзин А.Л., Келлер Й. Геохимия субщелочных вулканических серий двух стадий позднемезозойской тектоно-магматической активизации Юго-Восточного Забайкалья // Геохимия – 1987. – № 6. – С. 798 – 811.
6. Таусон Л.В., Антипин В.С., Захаров М.Н., Зубков В.С. Геохимия мезозойских латитов Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1984. – 205 с.
7. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Кузьмин М.И. Северо-Азиатский суперплюм в фанерозое: магматизм и глубинная геодинамика // Геотектоника. – 2000. – № 5. – С.3 – 29.
8. Morrison G.W. Characteristics and tectonic setting of shoshonite rock association // Lithos. – 1980. – Vol. 13. – № 1. – P. 97 – 108.
9. Peccherillo A., Taylor S.R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey // Contrib. Mineral. Petrol. – 1976. – Vol. 58. – № 1. – P. 63 – 81.
10. Wilson, M. Igneous petrogenesis. – London: Unwin Hyman, 1989. – 446 p.

**МИНЕРАЛОГИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ МАЙСКОЕ (ХАКАСИЯ)****В. А. Силкин, Е. Д. Лебедева**Научный руководитель доцент П.Н. Самородский  
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Во время прохождения учебной геологической практики в Хакасии на базе учебных практик «Комета» мы заинтересовались геологией Майского рудопоявления, в пределах которого по результатам радиометрической съёмки было выявлено аномальное содержание урана. Рудопоявление расположено южнее озера Иткуль и представляет собой небольшой хребет северо-восточного направления, юго-восточный склон которого вскрыт несколькими канавами северо-западной ориентировки. В бортах канав, кроме сильно выветрелых гранитоидов и изменённых пород, неидентифицируемых в полевых условиях, были найдены небольшие друзы раухтопаза с мелкими кристаллами до 1 см и кристаллы аметиста с размерами 1...2 см. Кварц иногда нарастает на мелко- и среднезернистый кальцит. Изредка встречаются корочки азурита.

В канаве также были отобраны образцы неидентифицируемой визуально породы, содержащей в небольших пустотах мелкочешуйчатые агрегаты минерала зелёного цвета размером не больше 1,5 миллиметра. Макроскопически наблюдаемая текстура породы пористая, структура тонкозернистая, цвет бурый до коричневого. Агрегаты зелёного минерала образуют неравномерную вкрапленность, группируясь в виде пятен размером до первых см. Для детального изучения строения и минерального состава породы были изготовлены прозрачные шлифы (всего 5 шт.), изученные в проходящем свете и в люминесцентном освещении. Также в центре коллективного пользования СФУ выполнены рентгенфлуоресцентный (рентгеновский дифрактометр XRD 7000, Япония) и рентгенофазовый (рентгеновский спектрометр Lab Center XRF1800, Япония) анализы одной пробы.

В проходящем свете наиболее часто наблюдается цементная структура, обусловленная развитием многочисленных выделений гётита по границам между зёрнами кварца. Из породообразующих минералов наиболее распространены кварц, каолинит и гётит (рис 1, 2).

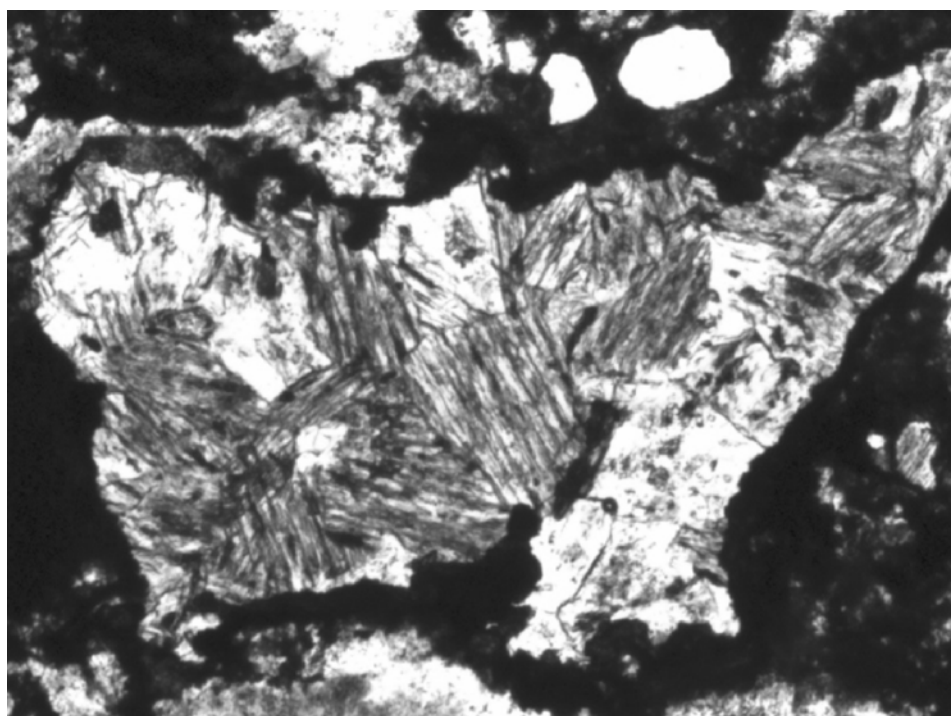


*Рис. 1. Сферолитовые агрегаты каолинита (серый), окруженные гётитом (чёрный) и кварцем (светло-серый). Ширина поля зрения 1 мм. Проходящий свет, без анализатора*

Кварц – бесцветный без вторичных продуктов. Зерна округлой и неправильной формы размером до 0,1 мм. Слабо трещиноватый. В скрещенных николях наблюдаемая интерференционная окраска от серой до бледно-голубой (видимо, из-за нестандартной толщины шлифа), двойное лучепреломления  $n_g - n_p = 0.09$ . Рельеф низкий положительный. Волнистое погасание. Каолинит – белый, переходящий в кремовый и бледно-желтый, также часто запятанный различными оттенками коричневых тонов. Рельеф низкий положительный. Погасание прямое. Образует радиально-лучистые агрегаты (рис. 1) и неправильные скопления тонкозернистых частиц. Гётит – желтовато-бурый до оранжево-красного цвета. Спайность отсутствует, изотропен из-за микроскопического размера частиц. Высокий рельеф. Минерал в виде натечных форм и плёнок заполняет пространство между зёрнами кварца.

Изучаемый зелёный минерал в проходящем свете представлен слюдоподобными чешуйчатыми образованиями с показателем преломления, характерным для слюд (0,020...0,024), со стеклянным блеском и бледным зеленовато-грязным оттенком (рис. 2). Спайность совершенная по (001), рельеф положительный, ясно выраженная шагреневая поверхность. Важным диагностическим признаком является характерная люминесценция зерен в яблочно-зелёных тонах.



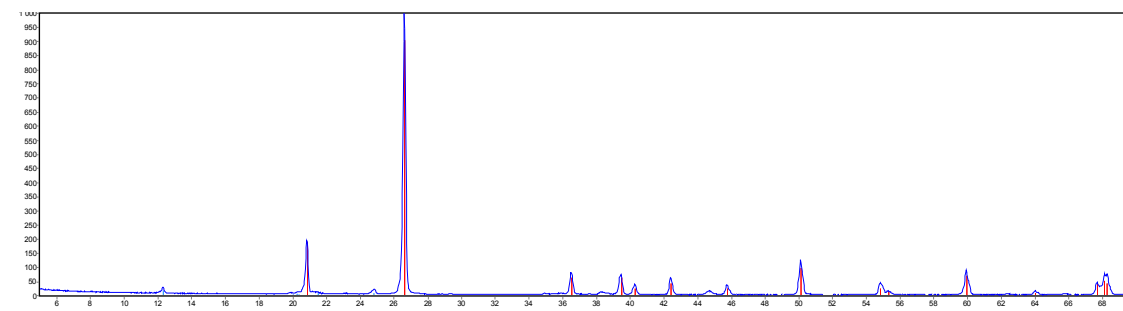


**Рис. 2. Сферолитово-чешуйчатые агрегаты отенита (в центре) среди кварца (серый) и гётита (чёрный). Ширина поля зрения 1,0 мм. Проходящий свет, без анализатора**

На основании приведённых выше свойств мы предполагаем, что данный минерал является отенитом и обладает формулой  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10 \dots 12(\text{H}_2\text{O})$  [2].

Согласно результатам рентгенфлуоресцентного анализа, в пробе, содержащей отенит, выявлено повышенное содержание As (0,06 %), U (0,09 %), Mo (0,06 %), P (0,47 %) и Se (0,01 %). Очевидно, что кроме фосфатов урана, в пробе содержатся ещё не идентифицированные фазы, поиск которых будет выполнен в ближайшее время.

Интересно, что по данным рентгенофазового анализа (рис. 3) в пробе обнаружены лишь кварц (94 %) и каолинит (6 %). Очевидно, гётит, наблюдаемый визуально и в шлифах, является рентгеноаморфным и не определяется данным методом анализа.



**Рис. 3. Дифрактограмма изученной пробы. Идентифицированы кварц и каолинит**

По результатам проведённой работы можно предположить, что формирование урановой минерализации имело двухэтапный характер. Сначала возникли гидротермальные кварцевые метасоматиты (аргиллизиты?), обогащённые ураном, которые затем в ходе процессов гипергенного преобразования приобрели свой нынешний облик. Подобный способ формирования ураносодержащих образований с метаотенитом изложен в работе [1].

#### Литература

1. Горошко М. В., Малышев Ю. Ф., Кириллов В. Е. Металлогения урана Дальнего Востока России. – М., Наука. – 2006. – 372 с.
2. Штрюбель Г., Циммер З. Минералогический словарь. – М., Недра, 1987. – 494 с.

**ТИПОМОРФИЗМ ГРАНАТОВ БИОТИТОВЫХ ГРАНИТОВ И РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ  
ПЕГМАТИТОВЫХ ЖИЛ ЭГИНДАБИНСКОГО МАССИВА  
(ХАНГАЙ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ МОНГОЛИЯ)**

**Е.Ю. Тимко**

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко  
*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Эгиндабинский массив располагается в осевой части Хангайского хребта и занимает площадь около 3000 км<sup>2</sup>. Массив имеет двухфазовое строение: первая фаза представлена крупнозернистыми биотит-амфиболовыми гранитами и кварцевыми диоритами, вторая – мелкозернистыми биотитовыми гранитами [4].

Состав гранитов: плагиоклаз (21...31 %), микроклин (23...38 %), кварц (32...40 %), биотит (5...7 %). Акцессорные минералы – гранат, магнетит. По данным И. И. Матросова [2], в протоочках установлены гематит, ильменит, сфен, рутил, анатаз, монацит, ксенотим, тантало-ниобаты, торит, циркон, циртолит, касситерит, шеелит, апатит, флюорит, золото. Мелкозернистые биотитовые граниты насыщены шлировыми пегматитами, дающими переходы в гранит-аплиты. Граниты второй фазы являются материнскими для редкометальных пегматитовых жил, образующих Мандалское поле в южном экзоконтакте Эгиндабинского массива.

Мандалское пегматитовое поле расположено в верховьях р. Усугуин-Гол, правого притока р. Улдэйит-Гол (бассейн р. Байдраг-Гол, Монголия) [1, 2]. Поле открыто Л.Н. Россовским, А.Н. Шостацким, И.И.Матросовым в 1967 году при проведении поисково-оценочных работ на пегматиты в Центральной и Северной Монголии. Оно насчитывает несколько сотен жил, которые располагаются во вмещающих граниты песчано-сланцевых отложениях верхнепалеозойской хангайской серии, метаморфизованных до фации эпидитовых амфиболитов, и уходят на расстояние 4,5 км от контакта. Распределение жил резко неравномерное. Наиболее насыщен пегматитами северо-восточный участок поля.

В пределах Мандалского пегматитового поля выделены следующие парагенетические типы пегматитов, сменяющие друг друга по мере удаления от материнских гранитов: плагиоклаз-микроклиновые, микроклиновые, микроклин-альбитовые, альбитовые, сподумен-альбитовые и лепидолит-альбитовые [3].

Акцессорные минералы пегматитов: касситерит, тантало-ниобаты, берилл, гранаты альмандин – спессартинового состава.

Гранаты являются сквозными минералами, содержащимися в гранитах и пегматитах различных парагенетических типов. Они представляют собой хорошо морфологически выраженные кристаллы (тетрагонтриоктаэдры) размером от десятых долей до 1...1,5 мм. Гранаты биотитовых гранитов и сингенетичных плагиоклаз-микроклиновых пегматитов отличаются коричнево-красной окраской. По мере приближения к продуктивным пегматитам танталовой (микроклин-альбитовые и альбитовые жилы) и литиевой (сподумен-альбитовые и лепидолит-альбитовые жилы) специализации гранаты становятся все более светлыми, приобретая желтовато-розовые тона окраски. Согласно подсчетам (по данным микронзондового анализа), состав граната изменяется от альмандин – спессартина (64 % и 36 % соответствующих миналов) в гранитах к спессартину (97%) в сподумен-альбитовых пегматитах, что отражает характер поведения Fe и Mn в ходе развития системы: количество Fe уменьшается, а Mn увеличивается.

Примесные компоненты на уровне чувствительности метода в гранатах не установлены. Специфической и характерной особенностью состава гранатов пегматитового поля является обогащенность их фтором, следы которого обнаруживаются, начиная от микроклин-альбитовых пегматитов. Однозначно фтор фиксируется в гранатах альбитового и сподумен-альбитового типов пегматитов (0,85...2,08 мас.%). Гранат лепидолит-альбитового типа пегматитов не был проанализирован, но можно предполагать, что содержания фтора в нем будут на уровне его содержания в альбитовых и сподумен-альбитовых пегматитах.

Высокие концентрации фтора характерны для слюд гранитов и пегматитов. Согласно микронзондовому анализу, в биотите гранитов и шлировых пегматитов фтор присутствует в количестве 0,3...0,5 мас. %, в мусковите микроклин-альбитовых, альбитовых пегматитов и лепидолите сподумен-альбитовых и лепидолит-альбитовых пегматитов содержание фтора колеблется от 0,5 до 5 мас.%.

Высокие концентрации фтора в гранатах и слюдах пегматитов могут свидетельствовать о изначально высоких содержаниях элемента в материнских расплавах. Он также может быть привнесен последующими порциями флюидов, несущих редкометальное оруденение. В Эгиндабинской гранит-пегматитовой системе могут быть реализованы оба варианта.

#### Литература

1. Матросов И.И. К вопросу о происхождении зональности полей редкометальных пегматитов // Геология и геофизика. – 1970. – № 7 – С.129 – 132.
2. Матросов И.И. Взаимодействия редкометальных пегматитов с вмещающими породами: Дис.... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 1971. – 261 с.
3. Тимко. Е.Ю. Минерально-парагенетические типы редкометальных пегматитов зонального Мандалского поля (Хангай, Центральная Монголия) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIII Международного научного симпозиума им. акад. М.А. Усова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – С. 102 – 103.
4. Федорова М.Е. Геологическое положение и петрология гранитоидов Хангайского нагорья. – М.: Наука, 1977. – 152 с.

**РЕЗУЛЬТАТЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФЕЛЬНЫХ ОТВАЛОВ  
РОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ КОНДЕР****Т.А. Чикишева<sup>1</sup>, П.С. Тихонов<sup>2</sup>**Научный руководитель доцент А.Т. Корольков<sup>1</sup><sup>1</sup>*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*<sup>2</sup>*Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики  
и минерального сырья, г. Иркутск, Россия*

На протяжении более чем 200-летнего периода Россия является лидером поисков, разведок и разработки россыпных месторождений платиновых металлов. Огромный фактический материал по геологии, минералогии и геохимии элементов платиновой группы (ЭПГ), собранный в мире, позволил в последние десятилетия изменить ряд существующих представлений о природе платинометалльных месторождений. Установлено, что известные промышленные коренные месторождения платиновых металлов не являются россыпеобразующими, так как минералы платиновой группы (МПГ) в них имеют в основном очень мелкие размеры. Эти месторождения связаны с широким спектром дифференцированных ультраосновных и основных магматических пород, сформировавшихся в различных геодинамических обстановках. Они продуцируют только один – платиновый тип россыпей, который не имеет существенного промышленного значения. Напротив, большинство россыпей платиновых металлов связаны с массивами ультраосновных пород альпинотипной дунит-пироксенит-габбровой и щелочно-ультраосновной формаций, которые не имеют самостоятельного значения как коренные месторождения [2]. Типичным представителем таких месторождений является россыпь платиноидов Кондер [1]. Для оценки накопленных за многие годы техногенных отвалов этого уникального месторождения потребовалось их комплексное изучение.

Лабораторные исследования технологических проб выполнены исследовательским институтом ВостСибНИИГГиМС ФГУНПП «Иркутскгеофизика» в лаборатории обогащения твердых полезных ископаемых, где работают авторы доклада.

В процессе проведения технологических исследований решались следующие задачи: 1) изучение вещественного состава посредством гранулометрического, химического, минералогического анализов проб; 2) оценка технологических свойств и особенностей вещественного состава, определяющих обогатимость продуктивного класса песков; 3) разработка рекомендаций по компоновке схемы обогащения.

Объектом исследований явились три технологические пробы по 125 кг каждая, отобранные сотрудниками ОАО «Артель старателей «Амур» на Кондёрском россыпном месторождении платиноидов в долине р. Кондер по эфельному отвалу из разных траншей.

Определение массовой доли платины, золота в исходном материале и продуктах обогащения проводилось пробирно-атомно-эмиссионным методом с индуктивно связанной плазмой. Спектральный и элементный состав проб определялся в Центральной лаборатории ФГУГП «Иркутскгеология».

Гранулометрическая характеристика исходного материала проб изучалась посредством ситового и седиментационного анализов в соответствии с общепринятыми рекомендациями.

Минералогический анализ проводился оптическим методом на классифицированном материале с помощью гравитационно-магнитного фракционирования каждого класса крупности.

Установлено, что продуктивную часть эфельных отвалов в основном составляют минералы высокой плотности, что предопределяет высокие значения объемной массы и содержания тяжелой фракции в классе -2мм. Содержание в песках тяжелой и легкой фракции определялось путем разделения в бромформе ( $\rho = 2,9 \text{ т/м}^3$ ).

Ценный минерал в изучаемом материале – самородная платина. Золото по паспортным данным проб может быть попутным ценным компонентом.

Платина встречается в различной степени окатанности в виде комковидных зерен неправильной формы, угловато-комковидных с мелкобугристой неровной поверхностью, с углублениями амёбовидными, иногда скрученными отростками. Выделены отдельные ореховидные зерна со сравнительно ровной поверхностью.

Нередко на поверхности зерен встречаются примазки гидроокиси железа светло-коричневого цвета с глинистыми налетами в углублениях.

Размер выделенных зерен платины варьирует от 1,0 до 0,07 мм.

Цвет зерен от серебристо-белого или оловянно-серого до темно-серого или свинцово-серого.

Большинство зерен с тусклым блеском, отдельные – блестящие с сильным металлическим блеском.

Из физических свойств, характерных для платины, кроме высокой плотности, необходимо отметить ее неоднородность по магнитной восприимчивости. При обработке магнитом Сочнева вместе с немагнитными зёрнами платины наблюдается присутствие металла в магнитной (в меньшей степени) и электромагнитных фракциях. Этот фактор необходимо учитывать при компоновке технологической схемы переработки песков.

Золото выделено в одной пробе в виде тонкой овальной лепешки 1\* 0,5 мм с ровной поверхностью, края слабоволнистые. На поверхности зерна примазана гидроокись железа красновато-коричневого цвета. Блеск тусклый, цвет желтый.

Исходное содержание платины в продуктивном классе определено по данным пробирно-атомно-эмиссионного метода с индуктивно связанной плазмой в продуктах обогащения в г/т, пересчет в г/м<sup>3</sup> произведен с учетом объемного веса класса -2 мм и в пересчете на исходную пробу в г/м<sup>3</sup>. Извлечение металла в концентрат наблюдается по широкому диапазону крупности. По ситовому составу он представлен минеральными зёрнами от 1 мм до 0,071 мм и менее, преобладающим классом крупности является класс -0,25+0,125 мм. В этот класс крупности распределяется более 40 % платины.

Проведенные исследования позволили определить технологический потенциал обогатимости продуктивной части (класс -2 мм) эфельных отвалов. Для технологической реализации выявленных возможностей и определения абсолютных значений показателей извлечения платины необходимо проведение технологических испытаний на месторождении.

Таблица

Содержание платины в продуктивном классе крупности

Исходное содержание платины	Проба ТП-1	Проба ТП-2	Проба ТП-3
В продуктивном классе, г/т	0,09	0,14	0,17
В продуктивном классе, г/м <sup>3</sup>	0,303	0,448	0,462
В исходной пробе эфельных отвалов, г/м <sup>3</sup>	0,156	0,193	0,166

#### Литература

1. Волков А.П. Платина «Амура». – Хабаровск: ЗАО «Артель старателей «Амур», 1997. – 100 с.
2. Мочалов А.Г. Основные закономерности формирования россыпей платиновых металлов // Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий: Тезисы докладов XII Международного совещания, г. Москва, 25-29 сентября 2000 года. – М.: ИГЕМ РАН, 2000. – С. 242 – 244.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАКЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.В. Шмидке

Научный руководитель заведующий лабораторией А.Я. Пшеничкин  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Бакчарское железорудное месторождение расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности в административных границах Бакчарского района Томской области и является одним из крупнейших месторождений железной руды в России и в мире. Месторождение расположено в междуречье рек Андарма и Икса, являющихся вместе с системой рек Бакчар, Галка и Тетеревка верховьями реки Чаи, левого притока реки Оби, и принадлежит к Западно-Сибирскому железорудному бассейну, простирающемуся с юга на север прерывистой полосой более чем на полторы тысячи километров. Месторождение открыто в 1957 году поисково-разведочной партией ЗСГУ под руководством А.А. Бабина.

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения мезозоя и кайнозоя. Внизу вскрыты отложения верхнего мела, перекрывающиеся осадками палеогена и неогена. Месторождение приурочено к северной оконечности куполообразной структуры мезозоя (Бакчарский грабенный вал) брахиантиклинального строения северо-восточного простирания, где выделяются три железорудных горизонта (снизу вверх) – нарымский, колпашевский и бакчарский [2, 3, 4].

Нарымский горизонт представлен континентальными отложениями ипатовской свиты и сложен кварцевыми песками с прослоями серых и пестроцветных глин и редких линз бурых углей. Площадь горизонта около 300 км<sup>2</sup>, средняя мощность 2,3 м, глубина залегания руд – 200...220 м. Руды представлены убогими гидрогетит-лептохлоритовыми оолитовыми разновидностями. В вертикальном разрезе наблюдаются фациальные переходы типичных оолитовых руд в железистые или глинистые песчаники с рассеянными рудными оолитами и бобовинами. В большинстве своем руды имеют землистую темно-коричневую или зеленовато-черную окраску и среднезернистую массу с псаммитовой и оолитовой структурой. Гидрогетит, лептохлорит и окисленный глауконит составляют около 70 %, а лептохлоритовый цемент – 30 %. Среди рудоносных песчаников встречаются прослои алевролитов и бедных гравелитовых руд. Этот горизонт в пределах месторождения практического значения не имеет.

Колпашевский горизонт сложен отложениями морского сантона, представленными железистыми песчаниками с прослоями гравелитов, алевролитов и глин. Горизонт, местами с размывами, лежит на породах кровли нарымского горизонта и имеет меньшую площадь распространения. В западной части месторождения колпашевский горизонт лежит на 30 м выше нарымского и на 20 м ниже бакчарского. Разделяющие их пачки «пустых» пород представлены железистыми и кварц-глауконитовыми песчаниками и алевролитами. Средняя мощность горизонта 3,1 м. Руды представлены бурыми железняками и железистыми песчаниками оолитового строения. Рыхлые темно-бурые разности руд сложены оолитами и бобовинами гидрогетита, хорошо окатанными обломками оолитовых руд и кварца, сцементированными лептохлоритом. Содержание железа в рудах от 20,1 до 32,9 %. Средняя часть рудного горизонта несколько богаче железом и ванадием, чем верхняя и нижняя. В восточной части месторождения, в районе Польшинского участка, руды более богаты железом и сходны с рудами бакчарского горизонта, имеют большую мощность и отделяются от последнего слоем железистого песчаника мощностью около 5 м. В кровле колпашевского горизонта наибольшее развитие имеют железистые песчаники и алевролиты мощностью до 20 м.

Бакчарский рудный горизонт лежит с разрывом на подстилающих породах, имеет меньшую, чем колпашевский горизонт, площадь, но значительно большую мощность и лучшее качество руд, которые залегают практически горизонтально. Горизонт представлен двумя линзовидными залежами. Наиболее богат западный участок, где средняя мощность составляет 12,8 м; на восточном участке средняя мощность рудного горизонта уменьшается до 2...4 м. Строение рудного горизонта неоднородное. Верхняя часть его (0,2...0,3 м) сложена сидеритовыми рудами, которые сменяются грубозернистыми глауконит-сидеритовыми рудами с сидеритовым цементом (мощностью 0,6...0,8 м), ниже которых располагаются плотные гидрогетит-гетитовые руды с сидеритовым цементом, базальные рыхлые и слабо сцементированные оолитовые руды. В восточной части месторождения, в районе Польшанского участка, колпашевский и бакчарский горизонты сближаются между собой и суммарная мощность достигает 30 м, а разделяющие их железистые песчаники имеют мощность всего 4...5 м. Содержание железа в бакчарском горизонте достигает 30...46 %. Перекрываются руды бакчарского горизонта маломощными (0,5...1,0 м) пластами глауконит-глинистых песчаников и плотных глин эоцена.

Характерной особенностью бакчарской рудоносной толщи является ее ритмичность, выражающаяся в закономерном повторении в каждом рудоносном горизонте одного и того же трехчленного комплекса отложений, представленного гравелитами (нижняя часть), песчаниками (средняя часть) и оолитовыми рудами (верхняя часть). Границы ритмов резкие и устанавливаются по гравелитам. Границы внутри отдельных ритмов имеют постепенные переходы. Ритмичность толщи является следствием многократных трансгрессий – регрессий моря, связанных с колебательными движениями земной коры [2].

В процессе исследований нами проанализировано 375 проб вмещающих пород и руд рентген-флуоресцентным методом, отобранных примерно через метр из шести скважин Бакчарского месторождения (Польшанский участок).

По данным дискриминантного анализа руды нарымского, колпашевского и бакчарского горизонтов хорошо отличаются друг от друга (рис. 1).

По литолого-минералогическому составу все руды месторождения можно разделить на гетит-гидрогетитовые (плотные и рыхлые), лептохлоритовые, глауконитовые, сидеритовые. Наиболее распространены гетит-гидрогетитовые руды, остальные не имеют промышленного значения. По содержанию элементов-примесей выделенные типы руд существенно отличаются друг от друга. Так, для гетит-гидрогетитовых руд характерно повышенное содержание Sb, Pb, Zn, As, Co, Ni, Th, Sc, Eu, Sm, Ce, La для лептохлоритовых – Ni, V, Ti, Zr, U, Th, Sn и комплекс редких элементов – Sr, Be, Se, Sm, Hf, Yb, Y, Ce, La, для глауконитовых – Sn, Rb, Ca, Yb, B, для сидеритовых руд – Cu, Ti, Zr, K, Ca, Na, Mg, Rb, Sr, Ba, Be, Hf, Li, Cs.

Распределение Fe по мощности рудного пласта неравномерное: в средней части каждого рудного горизонта количество Fe наибольшее, к кровле и почве пласта оно постепенно убывает.

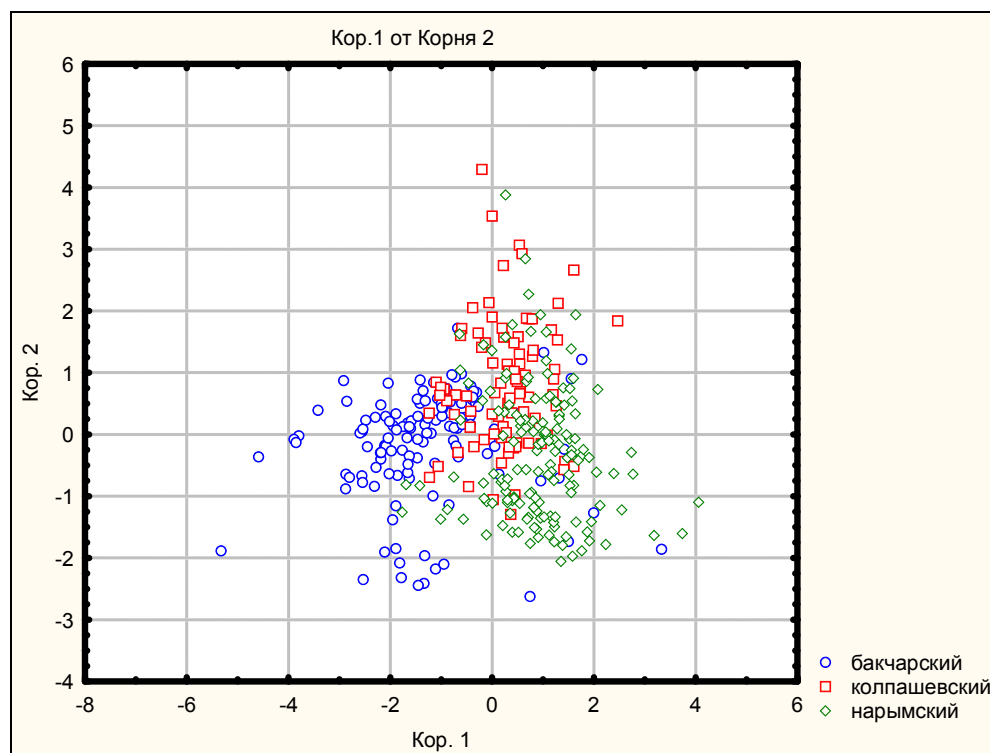


Рис. 1. Положение фигуративных точек проб руд и пород в координатах многомерных канонических переменных

Факторным анализом выделено 4 ассоциации коррелирующихся элементов. В 1-й фактор объединились халькофильные элементы Fe, Zn, As, Ag, Pb; во 2-й фактор – Ca, Sr, Ba; в 3-й фактор – Ti и Zr; в 4-й фактор – K и Rb. Таким образом, можно сделать вывод, что 1-й фактор – рудный; 2-й вероятнее всего отражает процессы карбонатизации пород, 3-й фактор – породообразующий и, скорее всего, отображает формирование Ti – Zr палеороссыпей. Максимальные значения 4-го фактора, в который объединены K и Rb, хорошо сопоставляются с описанием пород: повышенные его значения соответствуют в разрезе глинистым породам – аргиллитам.

С помощью факторного анализа выделяются два, либо три рудных горизонта по максимальным значениям рудного фактора (рис. 2). По повышенным значениям второго фактора можно судить об интенсивности этого процесса.

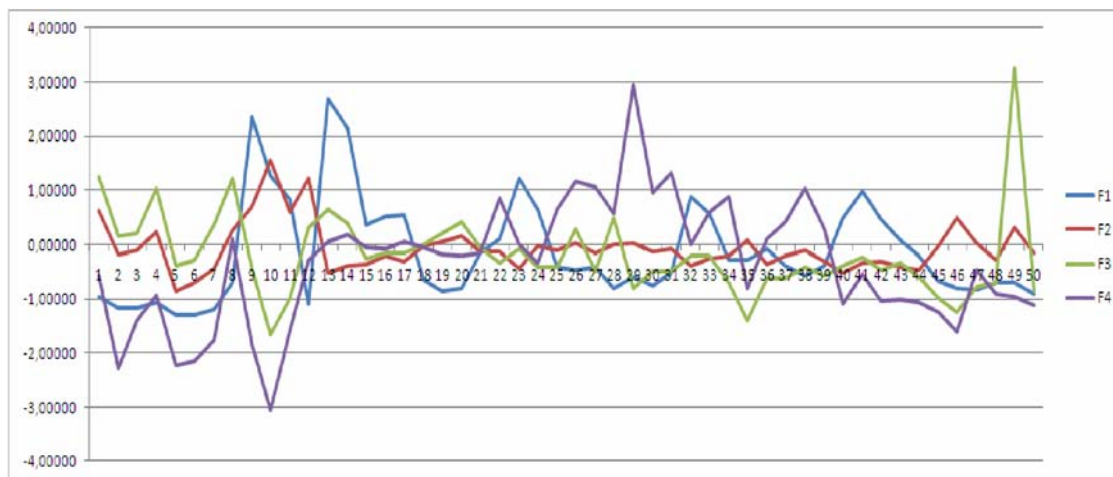


Рис. 2. График факторных нагрузок на примере скв. 127

В нарымском, колпашевском и бакчарском горизонтах постоянно отмечается легирующий ванадий в близких концентрациях (0,20...0,28 %), который накапливается в основном в гетит-гидрогетитовых рудах. Наименьшие его содержания – в сидеритовых рудах (0,01...0,08 %) Отмечается прямая корреляционная зависимость содержания V от Fe. С ростом содержания Fe в рудах также увеличивается уровень накопления As, Sb, Sc, редких земель и уменьшаются концентрации Ta, Ca, Ba. В гетит-гидрогетитовых рудах выявлены повышенные содержания Th (до 31 г/т) и U (до 8 г/т).

Уровни накопления Au, Pt, Pd в разных типах железных руд месторождения, определенные в центре «Золото-платина» инверсионно-вольтамперометрическим методом [5], крайне неравномерные. Так, Au концентрируется в гетит-гидрогетитовых рудах (5...90 мг/т). Pt и Pd также отмечаются в гетит-гидрогетитовых рудах и ожелезненных песчаниках в концентрациях Pt 3...40 мг/т, Pd 2...18 мг/т. В остальных типах руд содержания Au, Pt, Pd ниже фонового.

Формирование железных руд Бакчарского месторождения происходило в прибрежно-морских условиях: в лагунах вблизи речных дельт, в лиманах и в самих дельтах. Этим и объясняется сложность их состава. Первичным источником железа, других химических и минеральных компонентов руд была кора выветривания, развивавшаяся на средних, основных и ультраосновных породах и, возможно, на железорудных, золоторудных и полиметаллических месторождениях восточного и юго-восточного обрамления Западно-Сибирской низменности в верхнемеловое время [2, 3].

#### Литература

1. Асачакова Е.М. К геохимии оолитовых железных руд Бакчарского месторождения (Западная Сибирь) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XI Международного симпозиума им. М.А.Усова студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2007. – С. 51 – 53.
2. Бабин А.А. Геолого-экономическая характеристика Бакчарского и Колпашевского месторождений // Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. – С. 270 – 290.
3. Николаева И.В. Бакчарское месторождения оолитовых железных руд. – Новосибирск: СО АН СССР, 1967. – 129 с.
4. Мазуров А.К., Боярко Г.Ю., Емешев В.Г., Комаров А.В. Перспективы освоения Бакчарского железорудного месторождения, Томская область // Руды и металлы. – 2006. – № 2. – С. 64 – 70.
5. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Колпакова Н.А. Проявления благороднометальной минерализации в осадочных железных рудах Бакчарского месторождения // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы предприятий ТЭК Сибири: Матер. научно-практической конференции. – Томск: ТПУ, 2005. – С. 274 – 277.

**ЦВЕТНЫЕ КАМНИ В УЛЬТРАМАФИТАХ УФАЛЕЙСКО-КЕМПИРСАЙСКОГО ПОЯСА (УРАЛ)****Е.И. Яковлева**

Научный руководитель ведущий научный сотрудник В.С. Полянин  
*Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых, г. Казань, Россия*

Уфалейско-Кемпирсайский пояс ультрамафитов вытянут в субмеридиональном направлении в пределах Среднего и Южного Урала. В тектоническом отношении пояс маркирует зону Главного Уральского разлома (надвига), разделяющего Западную и Восточную мегазоны Урала. Ультрамафитовые массивы, слагающие пояс, являются аллохтонными пластинами, возникшими в результате крупноамплитудного надвигания и шарьирования в западном и северо-западном направлении офиолитов Восточной мегазоны на складчатые комплексы Западной мегазоны. Пояс сложен множеством массивов ультраосновных пород различного строения. Наиболее крупные и значимые из них (с севера на юг): Коркодинский, Уфалейский, группа массивов Листвяная гора, Кракинский, Нуралинский, Халиловский, Хабарнинский, Кемпирсайский. Ультрамафитовые массивы сложены породами дунит-гарцбургитовой и, реже, дунит-клинопироксенитовой формаций ордовикского возраста. В ассоциации с ними находятся массивы габбровых формаций. С востока пояс контактирует с породами осадочных и вулканогенных формаций (граувакково-сланцево-диабазовой, андезито-базальтовой, флишоидной и др.) позднего кембрия – раннего карбона, с запада – с флишоидной, граувакковой, граувакково-аспидной, а также карбонатной и терригенно-карбонатной группами формаций среднего рифея – кембрия.

С породами дунит-гарцбургитовой формации, слагающими Уфалейско-Кемпирсайский пояс, связаны месторождения и проявления ряда цветных камней: демантоида, нефрита и жадеита.

Демантоидная минерализация в пределах Уфалейско-Кемпирсайского пояса связана с ультрамафитами Коркодинского и Уфалейского массивов. Гидротермальные месторождения демантоида связаны с серпентинитами и представлены зонами мелких минерализованных трещин, развитых вблизи крупных тектонических нарушений в краевых частях ультрамафитовых массивов. Коренные проявления и месторождения демантоида относятся к геолого-промышленному типу серпентинизированных ультраосновных пород с демантоидом, россыпные – к типу аллювиальных и склоновых россыпей с демантоидом [1].

Коркодинский массив (Челябинская область) дунит-гарцбургитовой формации размером 12 x 4 км вмещает в себя одноименное месторождение демантоида. В пределах месторождения выделено 4 перспективных участка, образующих прерывистую полосу субмеридионального простирания размером 6 x 1 км, приуроченную к восточному эндоконтакту массива. Месторождение смешанного типа, относится к разряду перспективных. По месторождению подсчитаны запасы коренного и россыпного сортового демантоида категории С<sub>2</sub> и прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>. Демантоид Коркодинского месторождения представлен ювелирным сырьем. В северной части Коркодинского массива располагается перспективное Крутобережное проявление демантоида, представленное тремя минерализованными трещинными зонами. В 2009 г. завершились поисково-оценочные работы на Верхне-Бобровской площади, в пределах которой локализовано Крутобережное проявление. В результате работ подсчитаны авторские запасы кристаллосырья категории С<sub>2</sub> по участку Вертушковскому и оценены прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>.

При размыве ультраосновных пород, слагающих Коркодинский массив, образуются демантоидоносные россыпи (Полдневская россыпь, Россыпи ручья Забытый и ручья Хризолитка). Месторождение Полдневская россыпь (Свердловская область) представляет собой россыпь долинного типа, сложенную аллювиальными отложениями. Коллектором демантоида являются песчано-гравийно-галечниковые отложения русловой фации аллювия, залегающие на плотике из палеозойских пород и перекрывающиеся песчано-глинистыми осадками пойменной фации и делювиальными отложениями. По месторождению подсчитаны запасы сортового демантоида категорий С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>, и прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>. Сырье месторождения характеризуется высоким качеством, пригодно для фасетной огранки, представляет интерес как для внутреннего, так и для внешнего рынков ювелирного сырья. Есть перспективы прироста запасов. Проявление Россыпь ручья Забытый (Челябинская область) расположено в южной части массива, к югу от Коркодинского месторождения и представляет собой россыпь ложкового типа, связанную с аллювиальными отложениями, слагающими долину современного лога – руч. Забытый. По проявлению оценены прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>. Объект оценен положительно. Аналогом его является очень богатая отработанная россыпь ручья Хризолитка (Свердловская область). Ручей Хризолитка находится в северной части Коркодинского массива. Коренное проявление Ручей Хризолитка локализовано в аподунитовых серпентинитах и диаллагитах со шлирами дунитов и представлено минерализованными трещинными зонами с демантоидом. Промышленного значения проявление не имеет, т.к. полностью отработано.

Уфалейский массив (Челябинская область) дунит-гарцбургитовой формации размером 40 x 1...4 км сложен апогарцбургитовыми, реже аподунитовыми антигоритовыми серпентинитами с реликтивными участками неполностью серпентинизированных перидотитов и дунитов, а также клинопироксенитами. Массив представляет собой одноименное потенциально демантоидоносное поле с оцененными прогнозными ресурсами категории Р<sub>2</sub> демантоида россыпного (аллювиального) типа. Сортового сырья в россыпях Уфалейского поля не обнаружено, перспективы объекта не ясны. На площади Уфалейского массива локализовано Верхне-Уфалейское россыпное проявление демантоида. Демантоид обнаружен в шлиховых пробах из аллювиальных отложений долины р. Черная. Прогнозные ресурсы по проявлению не подсчитывались, объект считается перспективным.

Проявления нефрита в пределах Уфалейско-Кемпирсайского пояса связываются с Бикьяк-Ишкильдинско-Халиловской минерагенической зоной, в административном отношении расположенной в

Республике Башкортостан, Челябинской и Оренбургской областях. Нефритовая минерализация отмечена в ультраосновных породах Кракинского, Нуралинского, Халиловского массивов, а также группы массивов Листьяная гора.

Нефритовые тела образуются на контакте серпентинитов с изверженными породами габброидного состава, реже – с гранитоидами (диоритами, гранит-порфирами, аплитовыми альбититами) и еще реже – с метаморфическими ортоамфиболитами или вулканогенно-осадочными породами спилит-диабазовых формаций. Нефрит развивается главным образом по ультрамафитам и лишь изредка по другим породам. Коренные проявления и месторождения нефрита Бикъяк-Ишкильдинско-Халиловской зоны, по Е.Я. Киевленко [2], относятся к геолого-промышленному типу апосерпентинитовых метасоматитов офиолитов с нефритом, россыпные – к типу элювиальных (остаточных) россыпей с нефритом.

Халиловский массив (Оренбургская область) дунит-гарцбургитовой формации ордовика размером 400 кв. км сложен апогарцбургитовыми серпентинитами и в меньшей мере частично серпентинизированными гарцбургитами с подчиненным развитием сильно серпентинизированных дунитов. Большая часть рамы массива представлена эффузивно-осадочными отложениями сакмарской свиты нижнего силура. В осевой части массива в зоне интенсивно расщепленных серпентинитов с будинами родингитизированных габбро, амфиболитизированных габбро-диабазов и клинопироксенитов расположено два коренных проявления нефрита: Халиловское и Кундузакское. Халиловское проявление представляет собой тектонический блок площадью около 50 кв. м, состоящий из серпентинитов, пронизанных густой сетью различно ориентированных жил и прожилков серпентин-тремолитовых метасоматитов. Кундузакское проявление представлено пятью телами серпентинитов с сетью прожилков и гнезд нефрита. Объекты неперспективны, т.к. не могут представлять практического интереса из-за низких декоративных и технологических качеств нефрита. Прогнозные ресурсы по ним не оценивались.

Нуралинский массив дунит-гарцбургитовой формации размером 30 x 4...5 км расположен в зоне сочленения Магнитогорского синклинория с Урал-Тауским мегантиклинорием. Породы массива представлены перидотитами и дунитами, слабосерпентинизированными в центральной части массива, и серпентинитами по этим породам в периферических частях. Вмещающими породами являются слабометаморфизованные эффузивно-осадочные отложения среднего палеозоя, а также сланцы и кварциты позднего протерозоя. К зоне западного контакта Нуралинского массива со сланцами приурочено Козьма-Демьяновское (Нуралинское) месторождение нефрита (Челябинская область). Месторождение представлено четырьмя нефритоносными зонами, протягивающимися в виде разорванной цепочки на 220...230 м. Месторождение частично отработано, добыто 180 т нефрита. Качество нефрита низкое, кондиционный нефрит встречается спорадически, поэтому месторождение было отнесено к разряду неперспективных, а запасы его сняты с баланса в 1976 г. как полностью выработанные. К востоку от Нуралинского массива расположено Курманкульское проявление нефрита (Республика Башкортостан), представляющее собой полосу серпентинитового меланжа северо-восточного простирания, в котором развиты два тела нефритовидных актинолититов. Проявление признано неперспективным из-за низкого качества нефрита, прогнозные ресурсы по нему не оценивались.

Группа массивов Листьяная Гора (Челябинская область) дунит-гарцбургитовой формации ордовика приурочена к зоне сопряжения Магнитогорского прогиба с Восточно-Уральским поднятием и состоит из габбро в ассоциации с серпентинитами. Бикилярское проявление нефрита связано с меридионально вытянутым массивом этой группы: в габбро развита неширокая полоса тремолитизированной диопсидовой породы, пронизанной тонкими прожилками актинолита, с залежами нефритовидных актинолититов. Нефрит Бикилярского проявления непригоден для камнерезной промышленности, прогнозные ресурсы не подсчитывались, объект отнесен к разряду неперспективных.

Кракинский аллохтон (Республика Башкортостан) расположен в пределах Зилаирского синклинория. В юго-восточной части массива, в приконтактной зоне апогарцбургитовых серпентинитов с диабазами и кремнистыми сланцами силура расположено Кильдигуловское проявление, представленное элювиальными глыбами нефрита. На проявлении подсчитаны авторские запасы нефрита-сырца. Возможно выявление нефрита удовлетворительного качества в коренном залегании, объект отнесен к категории перспективных.

На территории г. Миасс Челябинской области расположено месторождение нефрита смешанного типа Академический участок. Месторождение перспективно, по нему подсчитаны авторские запасы нефрита, и в настоящее время объект лицензирован. При этом, перспективы нефритоносности не ограничиваются выявленными на месторождении нефритовыми телами, и потенциально нефритоносная полоса прослеживается с севера на юг от города Карабаш через Миасс до города Учалы. Эта полоса получила название Учалинско-Миасского потенциально нефритоносного района.

В Абзакском массиве ультрамафитов известно одноименное слабо изученное проявление жадеита.

По Бикъяк-Ишкильдинско-Халиловской зоне в целом оценены прогнозные ресурсы нефрита и жадеита по категории Р<sub>3</sub>. По геологической позиции район подобен Полярно-Уральскому, вмещающему месторождения и перспективные проявления жадеита и нефрита, поэтому признан перспективным потенциально жадеито- и нефритоносным.

Таким образом, массивы Уфалейско-Кемпирсайского ультрамафитового пояса являются перспективными на цветные камни, связанные с ультраосновными породами: ювелирный демантоид (Жоркодинский и Уфалейский массивы) и поделочные нефрит и жадеит (Бикъяк-Ишкильдинско-Халиловская зона).



## Литература

1. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. – М.: Недра, 1982. – 279 с.
2. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. – М.: Недра, 1983. – 263 с.

**САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И СПЛАВЫ В УГЛЯХ И ЗОЛАХ УГЛЕЙ АЗЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИРКУТСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА****С.С. Ильенок****Научный руководитель доцент С.И. Арбузов****Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

С ростом потребления металлов для нужд современной промышленности, угольные месторождения все чаще рассматриваются не только в качестве энергетического сырья, но и как источник ценных попутных элементов.

В ряде случаев установлено, что отходы утилизации углей содержат высокие, иногда промышленно значимые концентрации ценных и токсичных элементов [2, 5].

Делаются успешные попытки извлекать из углей некоторых химические элементы. Однако их невысокая эффективность объясняется не только технологическими возможностями, но и недостаточной информацией о формах нахождения этих элементов в углях и отходах их сжигания. Поскольку формы нахождения являются определяющим фактором при выборе технологии получения редких, редкоземельных и радиоактивных металлов из углей и углеотходов, их исследование имеет большое практическое значение.

**Методика исследований**

Опробование углей Азейского месторождения проводилось борздовым методом, в крест простирания угольных пластов по направлению от кровли к почве. Интервал опробования варьировался от 0,5 до 2 м. Вес исходной геохимической пробы составлял 0,5 – 1,5 кг. Из каждой пробы был отобран угольный образец для последующего исследования форм нахождения элементов-примесей.

Озоление проб с определением зольности проводилось в научно-исследовательской лаборатории по комплексному использованию горючих ископаемых ТПУ (исполнитель Маслов С.Г.) в соответствии с ГОСТ 11022-95.

Изучение минеральных форм элементов в углях и золах углей проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) HitachiS-3400N с энерго-дисперсионной приставкой (ЭДС) BrukerXFlash 4010 для проведения рентгеноспектрального анализа. Отбор проб для анализа осуществлялся на основании результатов нейтронно-активационного анализа. Пробы исследовались при низком вакууме в режиме обратно-рассеянных электронов, с определением состава отдельных минералов ЭДС.

**Формы нахождения металлов в углях и золе углей**

В процессе изучения образцов на сканирующем электронном микроскопе установлены следующие самородные элементы: Au, Ag, Sn, Cu, Ni, Zn, и их сплавы.

*Благородные металлы (Au и Ag).*

При изучении углей и зол углей на сканирующем электронном микроскопе, Au и Ag обнаружены в виде Au, Au(Cu), Au(Ni), Au-Cu-Ag, Ag [1]. Средний размер включений ~1 мкм в длину. Максимальные размеры частиц достигают 7x5 мкм. Зёрна вытянутые, чешуйчатые.

В угле и золе угля основной формой нахождения золота является Au-Cu-Ag сплав, содержание Au в котором варьирует в узких пределах (59,9 – 61,9%) и в среднем составляет – 61,3%. Содержания Cu (25,15 – 33,15%) и Ag (4,94 – 13,19%) значительно разнятся. Наблюдается чёткая обратная корреляция между содержаниями Ag и Cu. Важной особенностью является тот факт, что в угле почти все включения золота, были найдены в органическом веществе. Лишь одно зерно обнаружено в каолините.

В золе угля, отобранного непосредственно под прослоем аргиллита – тонштейном, выявлено несколько частиц самородного золота (Au), Au-Cu-Ag и Ag нанометровых размеров. В алюмосиликатном веществе угля обнаружена одна частица Au, содержащая примесь Ni (Au – 96,26%) размером ~500 нм в длину.

Помимо самородных форм в угле и золах углей установлены сульфиды Ag (Ag – 89 %), предположительно аргентит (Ag<sub>2</sub>S), а также не диагностированный минерал Ag-Cu-S (Ag – 77%, Cu – 6,7%, S – 16,3%).

*Элементы халькофилы (Sn, Cu, Ni, Zn)*

**Олово.** Сплавами Sn обогащены тонштейн и уголь на контакте с тонштейном. Основной формой нахождения Sn в образце тонштейна и прилегающего к нему угля является Cu-Sn и Cu-Sn(Co). В тонштейне выявлены зерна Cu-Sn(Co) (Cu – 84, Sn – 15, Co – 1%), Cu-Sn-Co (Cu – 76, Sn – 12, Co – 12%) и Fe-Cu-Sn (Zn) (Fe – 61, Cu – 29, Sn – 6, Zn – 4 %). Размеры минеральных выделений не превышают 3 мкм., форма зёрен неправильная. В золе угля под тонштейном обнаружены самородные минералы переменного состава: Sn-Ni-Cu(Zn), Sn-Ni-Zn, Cu-Sn(Co). Зёрна имеют чешуйчатую, губчатую формы. Кроме того, в этих же образцах обнаружен касситерит (SnO<sub>2</sub>).

**Медь.** Наиболее часто в углях месторождения Cu встречается в виде сплавов Cu-Zn (Рис. 1) с различным соотношением металлов (в среднем – 62% Cu и 38% Zn). Размеры зерен в угле варьируют от сотен нанометров до первых десятков мкм. В золе находятся частицы до 25 мкм в длину. В золе угля, подстилающего тонштейн, на частице сажи были обнаружены несколько почковидных образований Cu-Zn состава со значительно различающимися содержаниями Cu – от 7,7 до 81,8 %.

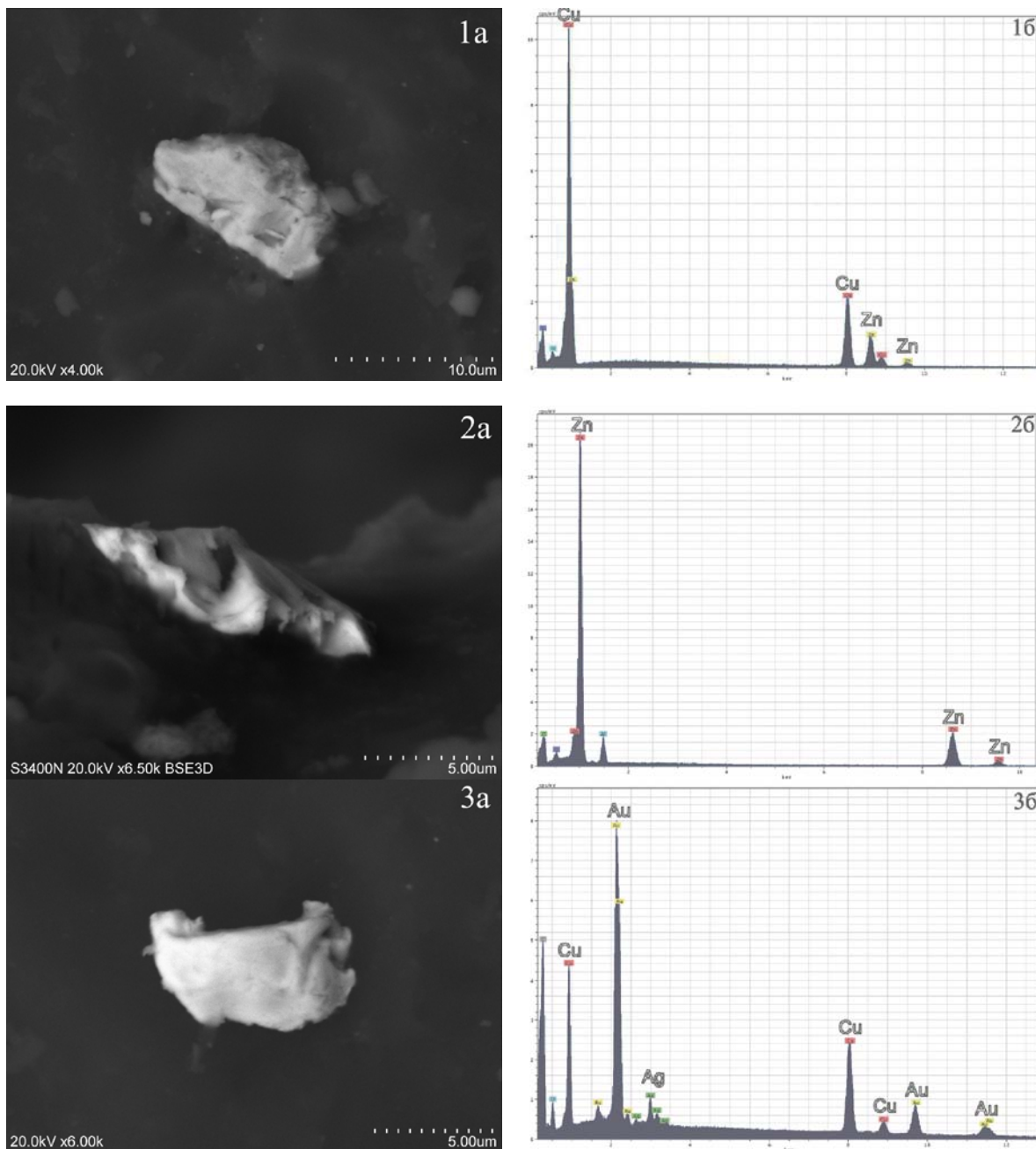


Рис. Самородные минералы в угле и золе угля Азейского месторождения (1 – латунь в угле, 2 – самородный цинк в угле, 3 – золото в золе угля)

Часто встречаются сплавы Cu-Ni-Zn. Содержание Cu в них колеблется в широких пределах (14 – 57%). Форма их выделений разнообразна. Зёрна с высоким содержанием Cu имеют более неровную, пористую поверхность. Размеры зёрен варьируют от сотен нм до 8 мкм.

В органическом веществе угля найдено несколько зёрен Cu-Ni состава, содержащих ~81,8% Cu. Размеры зёрен от 5 до 8 мкм в длину.

Пористые частицы самородной меди (Cu) были выявлены в золе угля. Размеры частиц от 0,5 до нескольких мкм.

Помимо сплавов в угле обнаружены следующие минералы, содержащие медь: Fe-Cu-O, Fe-Ni-S(Cu), Cu-S, CuFeS<sub>2</sub>, PbS(Cu).

**Никель.** В основном никель был найден в золе подстилающего тонштейн угля. Зёрна достигают 1,5-2 мкм в длину, однако была найдена частица размером 7 мкм. В золе угля выявлено новообразование Ni натечной формы по зерну Cu-Zn.

Помимо сплавов в угле были обнаружены: Ni(OH)<sub>2</sub>, Ni-Fe-Co-S.

**Цинк.** В основном самородная форма элемента обнаружена в золе угля под тонштейном. Два включения найдены в пробе тонштейна, одно включение находилось в органическом веществе, другое – в алюмосиликатной массе. Нановолокнистый агрегат Zn ~6,5 мкм в длину найден в золе угля, отобранного над тонштейном. Нередко встречается ZnS.

#### Элемент литофил (W)

**Вольфрам.** Самородная форма W, как и W-Co (W – 93, Co – 7 %) соединение были найдены только в золе угля. Размеры зёрен не превышают 1 – 1,5 мкм. В одной из частиц W определена 0,9% примесь Co. В основном, все частицы имеют неправильную форму, одна из них – сферической формы.

Остальные минералы W в углях месторождения представлены шеелитом (CaWO<sub>4</sub>), гюбнеритом (MnWO<sub>4</sub>) и вольфрамитом ((Fe, Mn)WO<sub>4</sub>). Также в золе было обнаружено соединение W-Co-O (W – 60, Co – 18, O – 22%).

#### Обсуждение результатов

Для образования самородных форм элементов необходимы сильные восстановительные условия. Согласно данным В.В. Середина, такие условия минерализации могут быть следствием: активности гидротермальных систем, обогащённых H и CH<sub>4</sub>; образования C-H газов из органического вещества в стадию углефикации; само органического вещества (в угле и ископаемой древесине) [3].

Все изученные включения самородных минералов имеют малые размеры и неправильную форму зёрен. По мнению Середина В.В. отложение тонкодисперсных минералов, согласно напластованию или в виде вкраплений неправильной формы, в органическом веществе происходит в стадию диагенеза [3]. Однако это не исключает возможности их сингенетического образования.

По Азейскому месторождению нет никаких данных, свидетельствующих о гидротермальной активности. В изученных пробах отсутствуют минеральные прожилки. Кроме того в разрезе пласта часто встречаются аргиллитовые прослои, служащие, как и сам уголь, водоупором. Всё этого говорит в пользу того, что эпигенетическое минералообразование могло иметь место только в прикровельной и припочвенной частях.

#### Заключение

В угле и золе угля Азейского месторождения найдено свыше 17 самородных элементов и их сплавов. Большая часть металлов располагаются в органическом веществе угля, за редкими исключениями. Средний размер частиц составляет 1,5-2 мкм. Исключением являются соединения Cu, размеры которых достигают десятков микрон. Сделать вывод, в каких условиях и в какой период образовались самородные металлы и их сплавы, основываясь на имеющейся информации, нельзя. Ясно лишь то, что самородные элементы были образованы в сильных восстановительных условиях.

#### Литература

1. Арбузов С.И. Ильенко С.С. Благородные металлы в бурых углях // Всероссийская конференция «Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». – М. ИГЕМ РАН, 2010. – Т. I. – С. 44 – 46.
2. Металлогения и геохимия угленосных и сланцевосных толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения. Клер В.Р., Ненахова В.Ф., Сапрыкин Ф.Я. и др. – М.: Наука, 1988. – 256 с.
3. Середин В.В. Металлоносность углей: условия формирования и перспективы освоения // Угольная база России. Том VI (Сводный, заключительный). Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформ-марк», 2004. – 779 с.
4. Угольная база России. Том III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 488 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 538 с.

## Секция 3

# МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

## МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОЙ КАЛБЫ, ВОСТОЧНОЙ КАЗАХСТАН)

Ю.С. Ананьев, доцент

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

Черносланцевые формации широко распространены в различных структурах земной коры и являются типичными представителями разновозрастных складчатых и офиолитовых поясов. В этих углеродистых толщах залегают крупнейшие месторождения золота, суммарные запасы которых составляют более 30 % мировых запасов золота без учета запасов месторождения Витватерсранд [11]. Кроме того, в рудах отдельных месторождений золота в черносланцевых формациях в последнее время установлены повышенные содержания элементов платиновой группы, что значительно повышает их ценность [3, 5, 7 – 9]. Это позволяет считать месторождения в черносланцевых формациях важным источником благородных металлов не только сейчас, но и в будущем.

Несмотря на длительную историю и обилие публикаций, некоторые вопросы, важные для понимания природы оруденения в черносланцевых формациях, остаются недостаточно изученными, другие требуют уточнения. К ним, в частности, относится установление связей процессов концентрации золота в черносланцевых толщах с трансмагматическими гидротермально-флюидными системами.

Западно-Калбинская металлогеническая зона Зайсанской складчатой системы вмещает 18 золоторудных полей (Миалинское, Костобе-Эспинское, Кызыловское, Алайгырское, Акжальское, Кара-Чоко, Бoko-Васильевское, Баладжальское, Джумбинское, Лайлинское, Кулуджунское, Суздальское и др.), расположенных в поперечно-диагональных структурах II порядка одноименного складчато-рифтогенного пояса. Известные рудные поля объединяются в три структурно-морфологические группы: 1) рудные поля с жильно-кварцевым и штокверковым типами руд в терригенных, вулканогенных и карбонатных толщах карбона, габбро-плагиогранитных массивах; 2) рудные поля, представленные минерализованными сульфидными зонами в углеродистых терригенных толщах карбона; 3) рудные поля комбинированного типа, включающие кварцевые жилы, штокверки, золото-пирит-арсенопиритовые залежи в различных терригенно-вулканогенных толщах и интрузивах [5].

Большинство исследователей связывают золотое оруденение с кунушским габбро-плагиогранитным комплексом малых интрузий. При этом оруденение сосредоточено преимущественно на трех стратиграфических уровнях карбонового возраста.

Установлено, что для рудных полей и месторождений свойственно развитие метасоматитов альбит-амфиболовой, кварц-полевошпатовой, пропилитовой и лиственит-березитовой среднеглубинных формаций и сопряженных с ними золотых руд.

Образование альбит-амфиболовых метасоматитов (метадиоритов) обусловлено воздействием просачивающихся сквозьмагматических флюидов на вмещающие породы в магматический этап. Визуально эти метасоматиты имеют черты сходства с обычными магматическими диоритами, но существенно отличаются от последних характером проявления, структурами, составом амфиболов и акцессорной минерализацией. Эти метасоматиты проявлены в рудных полях Баладжал, Ажжал, рудопроявлении Бижан.

Характерной чертой метадиоритов Баладжальского габброидного массива является отсутствие четких магматических контактов с интрузивными и вулканогенно-осадочными породами. Метасоматиты слагают тела неправильной формы, которые тяготеют к приконтактовой части штока и обычно выходят за пределы последнего. Судя по реликтам вмещающих пород, метадиориты развивались как по интрузивным породам кунушского комплекса, так и по вмещающим вулканогенно-осадочным породам карбона.

В метадиоритах постоянно присутствует характерный для данных метасоматитов циркон, тогда как в неизмененных габброидах циркон не установлен. На его кристаллах установлены 4 простые формы: тетрагональные призмы, тетрагональная пирамида и дитетрагональная дипирамида. Все морфологические типы кристаллов относятся к цирконовому ряду. Кристаллы обычно изометрического, короткопризматического, длиннопризматического и игольчатого облика. Кристаллы мелкие, не превышают 0,01...0,5 мм.

Верхний возрастной предел образования метадиоритов определяется наличием их ксенолитов в габброидах эндоконтакта. Обломки метасоматитов не несут следов ороговикования. Наблюдается лишь отгонка мафической части из зоны реакции.

Подобные метасоматические изменения характерны для массивов габбро-диорит-гранодиоритового ряда различных регионов и обычно трактуются как результат воздействия сквозьмагматических флюидов на вмещающие породы основного состава [2, 4, 6].

Кварц-полевошпатовые метасоматиты довольно широко распространены в апикальных частях Баладжальского, Акжальского и Бижанского массивов и, как правило, не выходят за пределы интрузивов. Они

образуют жилоподобные тела незначительной протяженности (10...30 м) и малой мощности (до 3...5 м). Этот автометасоматический процесс выражается в образовании натриевых полевых шпатов и кварца с проявлением пегматоидных кварц-полевошпатовых образований. Это крупнозернистые породы, розового цвета, массивной текстуры. На основании характера проявления и количества новообразованных минералов внутри тел кварц-полевошпатовых метасоматитов выделены три метасоматические зоны: внешняя, промежуточная и внутренняя (рис. 1). Они различаются между собой визуально по цвету слагающих их минералов.

Под термином «пропилиты» понимаются продукты площадного дорудного гидротермального процесса преобразования средних и основных магматогенных пород и сопряженных с ними стратифицированных образований девона и карбона. Классификация пропилитов Западной Калбы приведена в таблице 1.

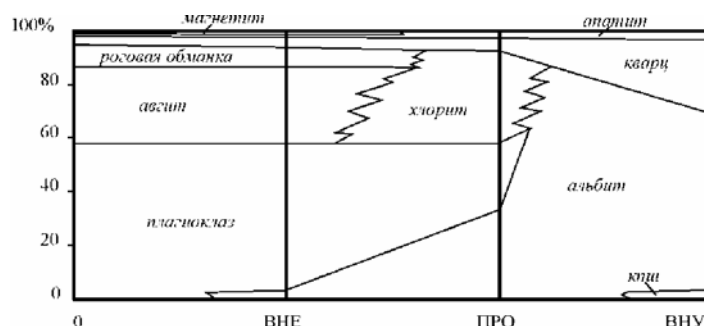


Рис. 1. Диаграмма минералогического преобразования габброидов при кварц-полевошпатовом метасоматозе на месторождении Баладжал. Метасоматические зоны: 0 – неизменные породы, ВНЕ – внешняя, ПРО – промежуточная, ВНУ – внутренняя

Таблица 1

Классификация пропилитов Западной Калбы

Фации	Актинолит-эпидот-альбитовая	Полевошпат-кальцит-эпидотовая	Эпидот-альбитовая с кальцитом	Эпидотовая
Состав эпидота	Пистацит 24...26 мол. % $\text{H}\text{C}\text{a}_2\text{F}\text{e}_3\text{S}\text{i}_3\text{O}_{13}$	Пистацит 21...24 мол. % $\text{H}\text{C}\text{a}_2\text{F}\text{e}_3\text{S}\text{i}_3\text{O}_{13}$	Пистацит, клиноцоизит 10...16 мол. % $\text{H}\text{C}\text{a}_2\text{F}\text{e}_3\text{S}\text{i}_3\text{O}_{13}$	Клиноцоизит 8...10 мол. % $\text{H}\text{C}\text{a}_2\text{F}\text{e}_3\text{S}\text{i}_3\text{O}_{13}$
Состав прожилков	Кварц-карбонат-эпидотовые	Эпидот-микроклин-кварцевые с альбитом	Кварц-эпидотовые (редки)	Не установлено
Пример	Баладжал	Боко-Васильевское	Джумба, Миалы, Костобе, Бакырчик	Эспинское

Наиболее типичные пропилиты полевошпат-кальцит-эпидотовой фации возникали вокруг эпидот-микроклин-кварцевого прожилкования в андезито-базальтах даубайской свиты на месторождении Боко-Васильевское. В прожилках кварц и микроклин слагают центральные части, а эпидот – краевые. Эпидот представлен железистой разновидностью – пистацитом.

По минералогическому составу в пределах ореола гидротермально-измененных пород выделяются три зоны: внешняя, промежуточная, внутренняя. Они различаются между собой и визуально по цвету слагающих их минералов.

Внешняя зона. Главной особенностью метасоматитов этой зоны является наличие реликтового пироксена наряду с широким развитием новообразований – хлорита, эпидота, серицита, карбоната, кварца, альбита. Метасоматиты зоны имеют следующие отличительные признаки: темный цвет породы, альбитизация плагиоклазов, сопровождаемая серицитизацией, замещение пироксена хлоритом, развитие пистацита по хлоритовым агрегатам. Карбонат по составу относится к железисто-магнезиальному кальциту, который развивается по маложелезистому кальцито-доломиту. Первичное строение породы сохраняется. Мощность зоны более 10 м (рис. 2).

Промежуточная зона. Главная особенность этой зоны состоит в отсутствии первичных темноцветных минералов даже в качестве реликтов. Из новообразований присутствуют хлорит, серицит, эпидот, карбонат, кварц, альбит. Отличительными признаками зоны являются: зеленый цвет породы, более светлый по сравнению с внешней зоной, полная альбитизация плагиоклазов и слабое (1...5 %) замещение их серицитом, замещение хлорита пистацитом и, как следствие, хлорита значительно меньше в породе в сравнении с внешней зоной, повышенное количество пистацита (до 5%), маложелезистый кальцито-доломитовый состав карбонатов, количество которого достигает 6...8 %. Мощность зоны не превышает 1...3 м.

Внутренняя зона. Главной ее отличительной чертой является полное отсутствие первичного пироксена и вторичного хлорита. Другие особенности: интенсивная насыщенность метасоматитов эпидотовыми и эпидот-микроклин-кварцевыми, иногда с альбитом, прожилками, светлая зеленовато-желтовато-серая окраска пород, более светлая по сравнению с внешней и промежуточной зонами, полная альбитизация и микроклинизация

плагиоклазов, сопровождающаяся эпидотизацией (до 15 %), отсутствие в породе серицита, полное замещение карбонатом зерен неальбитизированного плагиоклаза, насыщение породы (до 30 %) пистацитом и кальцитом (30%), появление безжелезистого доломита, бластическая форма проявления альбита, свидетельствующая об интенсивной перекристаллизации породы. Мощность зоны до 1...10 м.

О температурных условиях формирования пропилитов можно судить по декрепитационной активности газовой-жидких включений (ГЖВ) в кварце из эпидот-микроклин-кварцевых прожилков, которая лежит в пределах 420...460°C.

Лиственито-березиты сопровождают жильные, штокверковые и прожилково-вкрапленные руды, а также образуют самостоятельные жильообразные тела, контролируются разрывными нарушениями и зонами трещиноватости. Они представлены существенно карбонатными породами (листвениты) с фукситом, или серицит-кварц-пиритовым агрегатом (березиты). Во внешних зонах колонок обычно можно обнаружить продукты предыдущих метасоматических процессов. Классификация лиственито-березитов Западной Калбы приведена в таблице 2.



Рис. 2. Диаграмма минералогического преобразования андезито-базальтов при пропилитизации на Боко-Васильевском месторождении. Метасоматические зоны: 0 – неизменные породы, ВНЕ – внешняя зона, ПРО – промежуточная зона, ВНУ – внутренняя зона

Лиственитовый тип гидротермального изменения пород проявлен в серпентинитах, андезито-базальтах даубайской и терригенных образованиях буконьской свит на месторождениях Боко-Васильевское и Акжал. Березитовый тип метасоматоза развивается как по вулканогенно-осадочным, так и по интрузивным породам и проявлен на всех изученных месторождениях. Рассмотрим наиболее типичные проявления этого процесса.

Березиты, развитые по песчаникам, сланцам толщи карбона, рассмотрим на примере месторождения Бакырчик, расположенного в висячем крыле Кызыловской зоны смятия. Здесь при микроскопическом изучении выделено три метасоматические зоны: внешняя, промежуточная и внутренняя.

Таблица 2

Классификация лиственито-березитов Западной Калбы

Тип изменения	Фашии	Максимальная мощность, м	Слюда	Карбонат	Примеры
Лиственитовый	Кварц-карбонатная с фукситом	120...150	Редко фуксит	Доломит	Боко-Васильевское, Акжал
	Кварц-карбонатная	100...120	Фуксит	Доломит	Боко-Васильевское, Акжал
	Кварц-карбонат-мусковит-серицитовая с альбитом	40...60	Мусковит/серицит, 1:2	Анкерит	Баладжал, Акжал
Березитовый	Кварц-карбонат-мусковит-серицитовая с альбитом	20...25	Мусковит/серицит, 1:4 – 1:5	Анкерит > доломит	Лесть, Бижан
	Кварц-карбонат-серицитовая с альбитом	10...15	Серицит	Анкерит > доломит	Эспе
	Кварц-карбонат-серицитовая	Более 900	Серицит	Доломит > анкерит	Бакырчик, Миалы, Джумба, Костобе

Внешняя зона. Новообразованными минералами зоны являются хлорит, кальцит и серицит. Хлорит и кальцит образуют «метасоматические горошины» размером 0,1...0,3 мм и кляксоподобные образования,

развиваются по обломкам вулканитов и в цементе. Серицит на 5...10 % замещает обломки пород и плагиоклазов, а также развивается в цементе. Первичная обломочная структура пород хорошо различима. Общее количество новообразованных минералов не превышает 10...15%. Мощность зоны достигает 200 м.

Промежуточная зона. Новообразованными минералами зоны являются хлорит анкерит, серицит. Хлорит и анкерит, как и во внешней зоне, образуют «метасоматические горошины» размером 0,1...0,3 мм. Серицит на 15...30 % замещает обломки пород и плагиоклазов, а также развивается в цементе. В отдельных случаях в пределах зоны вместо хлорита появляется железистый кальцит. Почти постоянно в породах зоны присутствуют единичные зерна кальцита и кристаллы пирита. Общее количество новообразованных минералов обычно не превышает 30...35 %. Первичная обломочная структура пород различима. Мощность зоны составляет 250 метров.

Внутренняя зона. Как правило, породы внутренней зоны выходят за пределы Кызыловской зоны смятия на 50...70 метров со стороны висячего крыла и на 30...40 метров со стороны лежащего бока. Новообразованными минералами зоны являются доломит, анкерит, серицит, кварц, пирит и арсенопирит. Довольно часто в пределах зоны можно наблюдать «метасоматические горошины» сложенные доломитом. Кварц образует линзовидные выделения. Серицит на 30...50 % замещает обломки пород и плагиоклазы. Пирит и арсенопирит образуют тонкую весьма неравномерную вкрапленность. Во внутренней зоне встречаются кварц-шунгитовые обособления, при этом шунгит обрастает кварцем. Общее количество новообразованных минералов достигает 60...70 %. Первичную обломочную структуру пород еще можно установить. Мощность зоны достигает 250 метров.

О температурных условиях рудообразования можно судить по результатам измерения температур декрепитации ГЖВ в кварце различных минеральных ассоциаций. Так, на декрепитационных кривых кварца Боко-Васильевского месторождения, отобранных на различных участках, отчетливо выделяются два максимума – 240...280°C и 340...360°C, которые отражают температуры формирования минеральных ассоциаций кварцевых жил: первый связан с поздней продуктивной золото-полиметаллической ассоциацией, второй – с ранней продуктивной золото-пирит-арсенопиритовой.

Процесс магматического замещения в период становления интрузий кунушского комплекса, выразившийся в образовании метадиоритов, характеризуется незначительным выносом металла из зон развития этого формационного типа метасоматитов ( $K_{Au}=0,8$ ).

Формирование ранних автосоматических кварцево-полевошпатовых образований, сопровождалось выносом золота до 20 % из зон метасоматоза ( $K_{Au}=0,8$ ).

Образование пропилитов проходило при общем значительном выносе металла до 50 % ( $K_{Au}=0,5-0,9$ ).

Напротив, во всех изученных рудных полях, процесс формирования лиственитов-березитов сопровождался положительным балансом металла. При этом промежуточные зоны метасоматитов, без сульфидной минерализации, характеризуются в целом неизменным балансом, либо привнесом золота ( $K_{Au}=0,9...1,6$ ). Тогда как небольшое присутствие (0,5...1 %) метасоматического пирита приводило к заметному привнесу металла в промежуточные зоны колонок ( $K_{Au}=2,9...3,7$ ). Внутренние зоны лиственитов-березитов обнаруживают те же тенденции, что и промежуточные – бессульфидные разности обнаруживают  $K_{Au}=0,8...1,8$ , а сульфидизированные образования –  $K_{Au}=2,0...6,5$  и выше.

На основании приведенной информации можно сформулировать следующие основные выводы:

В черносланцевых толщах Западной Калбы проявлены альбит-амфиболовые, кварц-полевошпатовые, пропилитовые и лиственито-березитовые метасоматиты.

Наиболее ранними гидротермальными образованиями являются альбит-амфиболовые метасоматиты. Последовательность минеральных замещений, особенности минералогии свидетельствуют о щелочной (натриевой) направленности метасоматического процесса. Метадиориты характеризуют определенный гипсометрический уровень развития флюидной системы. Глубже альбит-амфиболовый метасоматоз сменяется вероятнее всего «гранитизацией».

По мере раскисления остывающих сквозьмагматических флюидов и накопления постмагматических остаточных растворов формировались кварц-полевошпатовые метасоматиты, при этом переход от прогрессивного метасоматоза к регрессивному осуществлялся постепенно. Характер минералогических преобразований также говорит о плавном снижении активности  $Na^+$ .

Стадия кислотного выщелачивания в развитии термофлюидной системы начинается формированием площадных пропилитов. На Боко-Васильевском месторождении при температурах 420...460°C шло формирование эпидот-микроклин-кварцевых жил и прожилков, не несущих продуктивной минерализации. Активность  $Na^+$  практически упала до минимума, напротив, активность  $K^+$  начинает расти и достигнет своего максимума на стадии кислотного выщелачивания.

На стадии кислотного выщелачивания и стадии осаждения, в среде близкой к нейтральной, формировались лиственито-березиты и сопряженное с ними золотое оруденение. Температуры декрепитации кварца продуктивных кварцевых жилах свидетельствуют о скачкообразном изменении параметров гидротермального раствора в момент минералообразования. При температурах 340...360°C происходило отложение ранней золото-пирит-арсенопиритовой продуктивной минерализации, а при температурах 240...280°C – поздней золото-полиметаллически-сульфидной продуктивной ассоциации.

Подобная схема развития гидротермально-флюидной системы может быть реализована в ходе эволюции единого гидротермального раствора состава ( $ΣCO_2 > Na^+ > K^+ >$  прочих компонентов) при понижении температуры от 600° до 100°C [10].

Ранние метамагматические, кварц-полевошпановые метасоматиты и пропилиты формировались при общем выносе золота из участков их развития. Формирование поздних гидротермалитов, особенно сульфидизированных разностей лиственито-березитов, шло с привнесом золота.

#### Литература

1. Алабин Л.В. Центральнинский массив мартайгинского гранитоидного комплекса (Кузнецкий Алатау) // Магматические формации Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука. 1971. – С. 169 – 213.
2. Ворошилов В.Г. Картирование рудоносных метасоматических образований на одном из золоторудных полей // Рудоносные метасоматические формации Урала. – Свердловск, 1986. – С. 57 – 58.
3. Дистлер В.В., Митрофанов Г.Л., Немеров В.К., Коваленкер В.А., Мохов А.В., Семейкина Л.К., Юдовская М.А. Формы нахождения металлов платиновой группы и их генезис в золоторудном месторождении Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. – 1996. – Том 38. – № 6. – С. 467 – 484.
4. Коржинский Д.С. Метамагматические процессы // Изв. АН СССР. Сер.геол. – 1973. – № 12. – С. 3 – 6.
5. Коробейников А.Ф., Масленников В.В. Закономерности формирования и размещения месторождений благородных металлов в черносланцевых толщах Северо-Восточного Казахстана. – Томск: Изд-во ТГУ, 1994. – 337 с.
6. Котов Н.В. Порицкая Л.Г. Особенности геологического строения, минеральные ассоциации метасоматитов и вопросы генезиса золоторудного месторождения Мурунтау (Центральные Кызылкумы) // Зап. Всесоюзного Минералогического общества. – 1991. – № 4. – С. 59 – 69.
7. Марченко Л.Г. Микро-наноминералогия золота и платиноидов в черных сланцах. – Алматы, 2010. – 146 с.
8. Миронов А.Г., Жмодик С.М., Колесов Г.М., Митькин В.Н., Дамдинов Б.Б., Заякина С.Б. Элементы платиновой группы в золото-сульфидных и полиметаллических рудах Саяно-Байкальской складчатой области и возможные формы нахождения платины и палладия в сульфидах // Геология рудных месторождений. – 2008. – Том 50. – № 1. – С. 47 – 66.
9. Развозжаева Э.А., Прокофьев В.Ю., Спиридонов А.М., Мартихаева Д.Х., Прокопчук С.И. Благородные металлы и углеродистое вещество в рудах месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь, Россия) // Геология рудных месторождений. – 2002. – Том 44. – № 2. – С. 116 – 124.
10. Щербань И.П. Рудоносные околожильные метасоматиты. – Киев: Либідь, 1996. – 352 с.
11. Bache J.J. Lesdesiments desiments dordansle Monde. Essal de typologic quantitative// Memories du Buraau das rechavces geologiques et mineves. – 1982. – 254 p.

### ГЕОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДКИ УЧАСТКА «ШУРАПСКИЙ-СЕВЕРНЫЙ» КЕДРОВСКО-КРОХАЛЕВСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**З.Ф. Абдулхаков**

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

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

Угленосный участок «Шурапский-Северный» входит в состав Кемеровского геолого-экономического района, расположенного в северной части Кузнецкого угольного бассейна.

Впервые угленосные отложения в районе обнаружены М. Волковым в 1721 году на правом берегу р. Томь. С 1868 г. велась добыча небольшими штольнями. В начале 1900-х годов по результатам поисково-разведочных работ, проведенных геологами П.Н. Венюковым, А.А. Краснопольским, В.Н. Мамонтовым и акционерным обществом «Копикуз», открыты месторождения углей: Глушинское, Бирюлинское, Кедровско-Крохалевское.

С 1925 г. в районе начата геологическая съемка с проходкой горных выработок и бурением мелких скважин.

С 1930 г. до конца 1970-х годов в районе проводились планомерные поисково-разведочные работы геологическими коллективами Западно-Сибирского геологического управления и треста «Кузбассуглеразведка», по результатам которых построено большое количество угольных предприятий.

В геологическом строении района принимают участие девонские, каменноугольные, пермские и неоген-четвертичные отложения.

Самые древние девонские отложения развиты в северо-восточной части региона. Наиболее изучены они в Барзасском районе. С девонскими отложениями связаны месторождения горючих сланцев, известняков, диабазов, а также нефтепроявления.

Девонские породы представлены песчаниками, чередующимися с алевролитами, конгломератами, среди которых залегают пласты известняков мощностью от 20 до 60 м.

Западнее девонские отложения перекрыты мелководными морскими осадками нижнекарбонного возраста. Переход от девона к нижнему карбону четкий, характеризующийся сменой красноцветных пород девона серыми породами нижнего карбона. Выходы каменноугольных пород вскрыты по долинам рек Барзас, Яя, Кельбес.

Угленосные отложения района распространены повсеместно на площади Кедровско-Крохалевской синклинали. Унифицированная схема расчленения угленосной толщи Кузбасса уточнена «Решением совещания по стратиграфии верхнепалеозойских отложений Кузбасса» в 1993 году. Согласно уточненным данным, каменноугольные и пермские отложения, распространенные в районе, относятся к балахонской и, частично, к кольчугинской сериям.



Тектоническое строение района обусловлено тангенциальным давлением со стороны Томь-Колыванской складчатой области.

Продуктивные отложения Кемеровского района расположены в пределах крупной асимметричной Кемеровской синклинали, осложненной структурами более мелкого порядка и разрывными нарушениями. Все линейные складки носят асимметричный характер: более крутое ( $40^{\circ}\dots 50^{\circ}$ ) западное крыло и пологое ( $5^{\circ}\dots 15^{\circ}$ ) – восточное. Асимметричность обусловлена уменьшением складчатости и разрывной тектоники с запада на восток, – от Колывань-Томской зоны к Кузнецкому Алатау. В связи с этим в районе выделяются три тектонической зоны: зона напряженной линейной складчатости, зона пологих складок и зона моноклиналов (по А.А. Белицкому).

Зона напряженной линейной складчатости с запада примыкает к Томскому надвику. Характеризуется линейными складками с наклонными осями и клиновидными замками. Крылья складок осложнены более мелкой складчатостью и разрывной тектоникой.

Зона пологих складок занимает приосевую часть Кемеровской синклинали, где развиты дополнительные структуры: Глушинская, Кедровско-Крохалевская брахисинклинали, Новоколбинская антиклиналь, Ровнинская и Боровушинская антиклинали, Северо-Бирюлинская и Бутовская синклинали.

Участок «Шурапский-Северный» с запада примыкает к площади «Черниговского» углеразреза, запасы угля по которому утверждались в 1965 г., протокол № 4645 от 13.07.1965 г. и «Новоколбинского», запасы которого утверждены в 1974 г., протокол № 7239 от 11.11.1974 г.; на востоке граничит с участком Крохалевским-I, запасы которого были утверждены ВКЗ 17.03.1948 г., протокол № 4885.

В геологическом строении участка «Шурапского-Северного» принимают участие отложения балахонской серии верхнебалахонской подсерии пермского возраста, которые включают угленосную толщу кемеровской свиты.

Кемеровская свита ( $P_1$  km) на участке представлена лишь ее верхней частью, вмещающей угольные пласты: Кемеровский (верхняя и нижняя пачки), Волковский и Подволковский

Максимальная мощность вскрытой части кемеровской свиты на участке 290 м, в среднем она составляет 196 м. Угольные пласты свиты имеют индивидуальные признаки, которые позволяют легко опознать их в разрезе. Так, пласт Кемеровский сложного строения, сложен блестящими и полублестящими типами углей. Высокозольный, выход летучих веществ порядка 30 %, а толщина пластометрического слоя более 13 мм.

Пласт Волковский, в основном, простого строения. Угли пласта Волковского малозольные с выходом летучих веществ менее 23 % и толщиной пластометрического слоя 7...10 мм.

Подволковский – самый нижний пласт. Непосредственно в почве пласта встречается слой темно-серого алевролита мощностью 2...3 м с прослоями оолитового строения. Нередко прослеживается угольный прослой мощностью 0,20...0,65 м.

Литологически свита сложена переслаиванием мощных слоев песчаников с алевролитами. Аргиллиты и углистые разности имеют подчиненное значение и приурочены в основном к кровле или почве угольных пластов или являются внутрипластовыми прослоями.

Запасы участка «Шурапский-Северный», в количестве 75,716 миллионов тонн ранее были поставлены на государственный баланс (протокол ВКЗ № 7223 от 9.02.1952г.) как запасы участка Крохалевский II.

Участок был разведан скважинами механического колонкового бурения, расположенными по разведочным линиям, с расстояниями между линиями 500...700 метров. Скважины по разведочным линиям располагались с учетом необходимости двукратного подсечения каждого пласта угля на каждой линии и отстоят друг от друга на расстояниях 100...300 метров. Выход керна угольного керна по скважинам весьма неравномерный от 1 до 100 % и в среднем по участку составил 46,4 %. По большей части скважин данные бурения заверены каротажем, который выявил в некоторых случаях пропуски угольных пластов. Проведенными работами установлено, что моноклиальное залегание пластов осложнено целым рядом сбросов.

Для постановки на баланс предприятия запасов участка «Шурапский-Северный» необходимо выполнить их пересчет. Для более достоверного пересчета запасов, более точной оценки горно-геологических условий и условий залегания полезного ископаемого необходимо выполнить доразведку. Дополнительно необходимо произвести разведку запасов подземных вод и уточнение положения водоносных горизонтов для предварительного осушения карьерного поля.

Способы разведки месторождений определяются набором соответствующих технических средств, обеспечивающих получение максимально полной информации по разведочному пересечению или геологическому объёму в целом. При доразведке угольных месторождений основным видом работ является колонковое бурение (керновое и бескерновое). Его назначение – подтверждение данных разведочного бурения, уточнение строения наиболее сложных участков месторождения, отбор технологических проб. Для получения максимальной информации о строении месторождений и закономерностях размещения полезных ископаемых при минимальной затрате средств разведочные горные выработки располагают таким образом, чтобы они пересекали всю мощность перспективной зоны, а разведочные линии – преимущественно вкост простирания пластов полезного ископаемого. Густота разведочной сети регламентируется соответствующими инструкциями ГКЗ; она зависит от степени сложности геологического строения разведываемого месторождения и категорий, по которым подсчитываются его запасы. На всех стадиях разведки угольных месторождений широко применяются различные геофизические методы. Главное назначение геофизических работ – выяснение структуры месторождения путём уточнения элементов залегания полезного ископаемого. По материалам первичной геологической документации и опробования составляются сводные погоризонтные планы и разрезы – основа подсчёта запасов полезных ископаемых. Эти же данные используются для составления детальных геолого-

структурных карт, на базе которых строятся прогнозные карты, являющиеся основой при составлении проектов дальнейших работ.

Доразведка участка «Шурапский-Северный» будет осуществляться колонковым бурением разведочных скважин. Качество пробуренной скважины и количество информации, которое можно из нее извлечь напрямую зависят от типа снаряда, которым будет производиться бурение. На сегодняшний день в геологоразведочном бурении на твердые полезные ископаемые большую популярность получили снаряды со съёмными керноприемниками, которые позволяют существенно увеличить выход керна и повысить производительность труда.

Разведваемый участок осложнен сетью дизъюнктивных нарушений, поэтому при бурении возникнет необходимость в поддержании стенок скважин в устойчивом состоянии. Практика показала, что применение полимерных растворов с добавками высокомолекулярных полиакриламидов при перебурировании тектонических зон позволяет сохранить ствол скважины в устойчивом положении. Применение полимерных растворов позволило также увеличить выход керна по вмещающим и угольным пластам до 100 %.

Для достоверного выявления зон нарушений и водоносных горизонтов необходимо выполнить широчайший спектр геофизических исследований. Наряду со стандартным комплексом каротажа разведочной скважины (электрический каротаж, инклинометрия, кавернометрия и т.д.), необходимо проведение и гидрокаротажа (резистивиметрия, расходомерия) который выявит водоносные горизонты, позволит определить направление потока воды и дебет скважины. Это поможет спроектировать предварительное осушение карьерного поля.

По мере получения данных с полевых работ необходима их камеральная обработка. Для более качественной интерпретации данных необходимо построение пространственной модели месторождения, которая будет наглядно демонстрировать морфологию месторождения и распределение качественных показателей полезного ископаемого.

Завершение данных работ будет являться основой для проектирования отработки запасов угля на участке «Шурапский-Северный».

## ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ УРАНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА

П.М. Адигешова

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

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

Эпигенетические пластово-инфильтрационные месторождения составляют одну из крупнейших в мире минерально-сырьевых баз урана. Общие ресурсы, заключенные в месторождениях пластово-инфильтрационного типа, весьма значительны и составляют более 75 % всех ресурсов урана Республики Казахстан. В 70-е гг. они стали именоваться как «водородные». В последние годы их все чаще выделяют как «месторождения зон пластового окисления» или «месторождения региональных зон пластового окисления».

Все известные промышленные типы урановых месторождений Казахстана можно объединить в три группы:

- экзогенные месторождения в мезозойско-кайнозойских образованиях;
  - эндогенные месторождения в домезозойских образованиях;
  - полигенные месторождения.
- Экзогенная группа месторождений представлена тремя горнопромышленными типами:
- эпигенетический региональных зон пластового окисления;
  - эпигенетический зон грунтово-пластового окисления;
  - органогенно-фосфатный.

Эпигенетические скопления урана региональных зон пластового окисления представлены большой группой месторождений в пределах Шу-Сарысувской и Сырдарьинской ураново-рудных провинций. Эти месторождения контролируются региональными фронтами зон пластового окисления и прослеживаются на многие сотни километров. На юго-востоке Казахстана в депрессионных структурах обрамления Джунгарского орогена выявлен рудоконтролирующий фронт окисления, где в Илийской ураново-рудной провинции установлены крупные рудные объекты. Образование таких месторождений связано с деятельностью кислородсодержащих инфильтрационных вод, циркулирующих в артезианских бассейнах, сформированных на этапе активизации молодых платформ. Избыток кислорода в инфильтрационных водах приводит к переходу урана в шестивалентное подвижное состояние, в результате чего происходит выщелачивание урана из кристаллических пород областей питания, а на окислительно-восстановительных барьерах на путях к областям разгрузки вод происходит отложение урана.

Общие ресурсы, заключенные в месторождениях пластово-инфильтрационного типа, весьма значительны и составляют более 75 % всех ресурсов урана Республики Казахстан. Промышленные объекты в Шу-Сарысувской провинции представлены месторождениями Мынкудук, Жалпак, Уванас, Канжуган, Моинкум, Инкай, Буденновское; в Сырдарьинской провинции – Северный и Южный Карамурун, Ирколь, Харасан, Заречное; в Илийской провинции – Сулучекинское. И именно этот тип месторождений во многом, благодаря возможности их отработки методом подземного выщелачивания (ПВ) и являются основным источником добычи урана.

Эпигенетические месторождения урана зон грунтового и грунтово-пластового окисления широко представлены в пределах Илийской ураново-рудной провинции и связаны они с континентальными угленосными

отложениями ранне-среднеюрского возраста, отлагавшимися в локальных депрессионных структурах. Рудоносность Илийской провинции была установлена в результате открытия ураново-угольных месторождений Кольджатское и Нижне-Илийское в Казахстане и месторождений Мынчукур, Талды, Кучертай, Джагистай в Китае на продолжении Илийского угленосного бассейна. Спецификой этого типа месторождений является локализация основной части оруденения в зонах грунтового окисления, а рудоносность этих зон определяется условиями инфильтрации урансодержащих вод и восстановительной емкостью углей в угленосном бассейне в период рудообразования. Наложение зон окисления на угольные пласты и углистые терригенные породы, которые характеризуются значительными восстановительными свойствами, обуславливает сравнительно высокие содержания урана в рудных телах. Содержания сопутствующих элементов на таких месторождениях (молибден, рений, германий, селен, серебро и др.) нередко достигают промышленных значений.

Урановые месторождения органогенно-фосфатного типа (Меловое, Тасмурун, Тайбагар, Томакское) представляют собой скопления ураноносного костного детрита ископаемых рыб в пределах Мангышлакской ураново-рудной провинции. Скопления детрита приурочены к впадинам, сформированным подводными течениями в подстилающей пачке, представленной карбонатными глинами. Рудовмещающие отложения – зеленовато-серые и темно-серые алевритистые глины с тонкодисперсным пиритом и органическим веществом в виде костных остатков и чешуи рыб. Рентабельная обработка этих месторождений по-видимому возможна при комплексном извлечении сопутствующих компонентов – редких земель, скандия,  $P_2O_5$ .

Главным рудоконтролирующим фактором таких месторождений являются зоны пластового окисления (ЗПО). Прямая связь этих месторождений с границами ЗПО впервые была установлена в Центральных Кызылкумах геологами Краснохолмской экспедиции В.М. Мазиным и Г.А. Печенкиным. В дальнейшем, в результате специализированных работ, развернутых в крупных синеклизах Туранской плиты на территории Казахстана, было установлено, что урановые эпигенетические месторождения контролируются региональными фронтами ЗПО, прослеженными на многие сотни километров. При этом важно подчеркнуть, что оруденение связано с региональными ЗПО не только пространственно, но и генетически, поскольку генерируется ими. Веским доказательством тому служит региональный характер развития уранового оруденения вдоль границ ЗПО. По ряду горизонтов балансовые рудные залежи в Шу-Сарысуйской депрессии протягиваются на многие десятки километров.

К настоящему времени региональные фронты ЗПО в восточной части Туранской плиты прослежены на многие сотни километров. Долгое время они рассматривались в Шу-Сарысуйской и Сырдарьинской впадинах как развивающиеся самостоятельно. В дальнейшем было установлено, что региональные фронты ЗПО в этих депрессионных структурах представляют собой части общих систем фронтов, разорванных позднеорогенным поднятием Большого Каратау. Именно это обстоятельство послужило основанием для объединения Шу-Сарысуйской и Сырдарьинской провинций в единую Притяньшаньскую мегапровинцию. Принято считать, что в состав этой мегапровинции входит и расположенная в Узбекистане Центрально-Кызылкумская УРП. Однако, по мнению Н.Н. Петрова, эту провинцию следует выделять в качестве самостоятельной металлогенической единицы: разобщенная с двумя первыми провинциями пространственно, она контролируется прерывистой системой ЗПО, не связанной с фронтами окисления, определяющими рудоносность Шу-Сарысуйской и Сырдарьинской УРП, и характеризуется целым рядом свойственных только ей геологических, гидрогеологических, геохимических особенностей. Расположенную в восточной части Туранской плиты урановорудную мегапровинцию, объединяющую Шу-Сарысуйскую и Сырдарьинскую провинции, Н.Н. Петров ранее предложил именовать Восточно-Туранской.

Большинство фронтов ЗПО в различных горизонтах мела и палеогена в Восточно-Туранской мегапровинции откартировано к настоящему времени достаточно определено. В целом они ориентированы в близмеридиональном направлении, образуя две разобщенные в плане системы: 1) относительно сближенных между собой фронтов ЗПО в горизонтах палеогена и 2) менее тесно увязывающихся друг с другом фронтов окисления в меловых отложениях. Вероятно, фрагментами системы фронтов ЗПО, развитого в палеогеновых отложениях, являются близширотные участки границ окисления, которые откартированы в горизонтах морского палеогена в северной части Ферганской впадины. Ими контролируется группа небольших урановых месторождений Северо-Ферганского рудного района. Последний следует считать частью Восточно-Туранской мегапровинции, от которой он отделяется южными отрогами позднеорогенного Чаткало-Кураминского поднятия.

В провинциях пластово-инфильтрационных месторождений системы рудоносных или ураноносных фронтов ЗПО, развитых в определенных литолого-стратиграфических комплексах (горизонтах), принято относить к урановорудным или ураноносным металлогеническим зонам, а отдельные зоны, входящие в эти системы, рассматриваются соответственно в качестве урановорудных (ураноносных) металлогенических подзон. Металлогенические зоны, сформировавшиеся в пределах соседних УРП одной мегапровинции и контролируемые разновозрастными комплексами отложений, могут классифицироваться как металлогенические мегазоны. Именно такие мегазоны, разделенные новейшими горстовыми или купольными поднятиями, прослеживаются вдоль всей Восточно-Туранской урановорудной мегапровинции, где они контролируют урановорудные провинции, районы и поля.

На крайнем юго-востоке Казахстана в депрессионных структурах ближайшего обрамления Жонгарского орогена обозначился еще один фрагментарно выраженный рудоконтролирующий фронт окисления, связанный с реликтивными участками неокисленных позднеэоценово-раннепалеоценовых отложений. В связи с этим фронтом установлены рудные объекты Среднеилийского рудного района.

В заключение следует отметить, что большинство пластово-инфильтрационных месторождений, в том числе и самые крупные (Мынкудук, Инкай, Буденовское, Харасан, Моинкум и др.), составляющие основу урановой сырьевой базы Республики Казахстан для добычи урана способом ПСВ, открыты в результате поисковых работ, проводившихся на основе экзогенной эпигенетической концепции региональных фронтов ЗПО с учетом важнейших рудоконтролирующих факторов, таких как:

- 1) региональные ЗПО, являющиеся основным рудоконтролирующим фактором;
- 2) стратиграфическая приуроченность и формационный контроль оруденения;
- 3) региональный геотектонический фактор эпигенетического рудообразования;
- 4) особенности структурно-тектонического контроля оруденения;
- 5) роль фациального фактора в размещении оруденения;
- 6) литолого-геохимический контроль оруденения;
- 7) особенности рудоконтролирующей эпигенетической зональности на границах;
- 8) генезис пластово-инфильтрационных месторождений.

## **КВАРЦ-ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИРОКИНДА (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)**

**К.Ш. Алексеев**

Научный руководитель старший преподаватель Т.Е. Мартынова

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

Месторождение Ирокинда кварцево-жильного типа занимает юго-западную часть Муйского выступа мигматит-гнейсового фундамента. От залегающих к западу более молодых складчатых вулканогенно-осадочных толщ нижнего протерозоя выступ отделен региональным разломом. Архейская толща сложена полосчатыми гранат-пироксеновыми, гранат-слюдяными (биотитовыми), амфибол-пироксеновыми, амфиболовыми гнейсами, амфиболитами, кальцифирами, мраморами, линзовидно-жильными мигматитами. В строении рудных полей также принимают участие и другие разновозрастные магматические образования. К наиболее древним относятся небольшие массивы очковых гнейсогранитов и мегадиоритов, которые контролируются ограничивающим выступ разломом и имеют предположительно нижнепротерозойский возраст. Эпизодически встречаются дайки серпентинизированных пироксенитов, лейкократовых порфириловых и пегматоидных гранитов, фельзит-порфириров, микродиоритов, спессартитов, диоритовых порфириров, диабазов [1].

Целью данной работы является изучение кварц-сульфидных жил с точки зрения детализации вещественного состава и выявления генетических особенностей формирования золоторудной минерализации месторождения Ирокинда. В результате исследования шлифов был проведен текстурно-структурный анализ руд, выявивший значительное разнообразие их морфологических типов. Отмечаются как пятнистые, так и ориентированные текстуры и микротекстуры: вкрапленные, гнездовые, прожилковые, крустификационные, а также смешанные: прожилково-вкрапленные, гнездово-прожилковые, гнездово-вкрапленные. Наибольшим распространением в кварцевых жилах и прожилках пользуются гнездовая, гнездово-вкрапленная текстуры руд, обусловленные неоднородным проявлением агрегатов сульфидов в массе жильного кварца.

Морфогенетические типы структур минеральных агрегатов также характеризуются значительным разнообразием. Следует отметить наиболее частое проявление структур последовательной кристаллизации, коррозионных структур, обусловленных процессами метасоматического замещения, зернистых структур отложения в пустотах, характерных для процессов син- и посттектонического формирования. Размерность сульфидных агрегатов в кварцевых жилах определяет мелко-среднезернистую структуру их проявлений. Жильные сульфидно-кварцевые ассоциации в целом однообразны, кварц составляет 90–95% от объема жильных проявлений, остальное приходится на сульфиды.

В результате микроскопического изучения полированных шлифов были диагностированы следующие минералы: магнетит, гематит, арсенопирит, пирит, пирротин, галенит, халькопирит, сфалерит, тетраэдрит, халькозин, а также вторичные минералы, такие как церуссит и гидроксиды железа. Минеральный состав руд, их текстурно-структурные особенности позволили установить следующую последовательность процессов минералообразования.

Гидротермальный этап минералообразования определяется выделением следующих минеральных комплексов: магнетит-гематитового, пирит-пирротинового, арсенопирит-пиритового, галенит-халькопирит-сфалеритового. Структурные особенности рудных ассоциаций несут многочисленные признаки того, что отложение каждого последующего комплекса минералов сопровождалось тектоническими подвижками, сопровождаемыми метасоматическим замещением ранее образованных минералов, как рудных, так и жильных. Кроме того, тектонические подвижки способствовали образованию серии новых открытых трещин, выполняемых следующей рудной минеральной ассоциацией и новой генерацией жильного кварца. Кварц различных генераций отчетливо диагностируется визуально по своим цветовым особенностям. Ранний более высокотемпературный кварц характеризуется черным цветом, второй минеральный комплекс характеризуется приуроченностью к серому полупрозрачному жильному кварцу и наиболее поздний низкотемпературный кварц формирует белые непрозрачные агрегаты, участками (в открытых полостях) переходящими в гребенчатые агрегаты хрусталевидного кварца с редкой сульфидной вкрапленностью.

Галенит-сфалерит-халькопиритовая стадия завершает эндогенный этап формирования рудных комплексов месторождения. Ей также предшествует интенсивная тектоника, приводящая к возникновению зон

трещиноватости, как путей для продвижений новых порций гидротермальных растворов. Помимо образования галенита, сфалерита и халькопирита в эту стадию образуется тетраэдрит, с которым и связывается основное выделение золота из растворов.

Гипергенный этап в пределах рудного поля проявляется в окислении, выветривании и разложении первичных минералов. Таким образом, выделенные минеральные комплексы отвечают стадиям рудообразования, имеющим пульсационный характер минералообразования с повторяющейся эволюцией кислотно-основных свойств питающих гидротермальных растворов.

#### Литература

1. Кучеренко И.В. Рубанов В.А. Тектоника золоторудных месторождений, локализованных в активизированных структурах допалеозойской складчатости // Вопросы структурной геологии: Сборник статей под ред. А. И. Родыгина. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. – 156 с.

### О КОРЕННЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЯХ ТИТАНА, МЕДИ И ЗОЛОТА МАЛИНОВСКОГО УЧАСТКА АРИАДНЕНСКОГО МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ПОЯСА (ПРИМОРЬЕ)

О.Е. Алексеева

Научный руководитель доцент В.И. Стреляев

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В основу данной статьи положен фактический материал, собранный автором во время прохождения научно-исследовательских практик. Интерес этой темы связан, прежде всего, с оценкой масштаба и перспектив титан-редкометальной и золото-медной минерализации, приуроченной к сиенит-габбро-пироксенитовому магматическому комплексу.

В Ариадненской минерагенической зоне, известны коренные и россыпные проявления титана и титаномагнетита, богатые золото-серебряные проявления (Тодоховское проявление с высоким содержанием серебра – до 10 кг/т).

Автор поставил цель изучить закономерности размещения минерализаций, определить и систематизировать поисковые признаки и критерии, уделяя внимание гидротермально-метасоматическим и контактово-метаморфическим изменениям пород, связанным с интрузиями разного состава.

Ариадненское рудопроявление титана расположено в междуречье падей Тодохова и Малая Пожига, левых притоков р. Малиновка, занимая центральную часть одноименного сложно построенного массива базитов-ультрабазитов. Титановый тип минерализации отмечен практически во всех разновидностях основных и ультраосновных пород, имеющих в своем составе в том или ином количестве ильменит. Установлено, что больший объем ильменита сосредоточен в меланократовом габбро. Литохимическим опробованием по первичным ореолам рассеяния выделяется крупная аномалия титана (аномалия руч.Широкого) [1].

Аномалия руч.Широкого, интенсивностью 1 % титана, местами более, расположена в верховье одноименного ручья и имеет длину 2100 м при ширине 400...600 м. Аномалия вытянута в северо-восточном направлении, согласно простиранию массива, и приурочена к выходам на поверхность ильменитовых разностей меланократового габбро и пироксенитов. По данным бороздowego опробования 2010 г. на мощность 375 м содержание  $TiO_2$  составляет 6,16 %,  $V_2O_5$  – 0,086 %,  $Fe_2O_3$  – 13,28 %, Sc – 0,0045 %. Местами в рудах отмечаются повышенные содержания меди и никеля, которые увеличиваются с глубиной, достигая соответственно 0,1 и 0,3%. Ранними технологическими испытаниями установлено, что 93,13 % двуокиси титана связано с ильменитом. Позднее был получен кондиционный ильменитовый концентрат с содержанием  $TiO_2$  45,62 %. Прогнозные ресурсы Ариадненского месторождения по категории P1 составляют: руды – 7565 тыс. т,  $TiO_2$  – 229 тыс.т.

С целью определения масштабов титанового оруденения, качества руд, вещественного состава и технологической их характеристик были проведены детализационные работы на рудном теле Широком. Рудное тело Широкое представляет собой сложную по морфологии залежь, вытянутую в северо-восточном направлении на расстояние 2000...2200 м. Тело сложено ильменитовым габбро со шлирами и линзовидными телами пироксенитов. Большинство из них также содержат ильменит в довольно значительных количествах (10...20 %).

Внутренне строение рудной залежи сложное, определяется неравномерным распределением рудного компонента, когда богатые интервалы (свыше 10 %) и промежуточные (свыше 5 %), чередуются с более бедными (2...3 %). Намечается полосовое строение рудного тела. Ширина полос с богатой минерализацией от 10...30 м до 127 м, а с бедной минерализацией от первых метров до 55 м.

С Ариадненским рудопроявлением генетически связана россыпь Пади Тодохова длиной около 4 км, шириной 210...440 м и средней мощностью металлоносного аллювия 6,9 м. Она характеризуется неравномерным распределением ильменита со средним содержанием 35 кг/м<sup>3</sup>. Ильменитоносная россыпь ключа Падь Тодохова представляет поисковый интерес и по масштабам относится к мелким россыпным месторождениям титана. Запасы ее оцениваются в 500 тыс. тонн ильменитового концентрата [2]. Средняя ширина россыпи составляет 336 м, мощность горной массы 6,9 м и содержание ильменита 36,5 кг/м<sup>3</sup>. Вполне возможно, что более детальное изучение аллювия р. Малиновки, ниже устья Пади Тодохова, даст увеличение ресурсов россыпного ильменита.

По классификации, предложенной для оценки обогатимости коренных ильменитовых руд, руды Ариадненского рудопоявления могут быть отнесены к рядовым по содержанию двуокиси титана (5...12 %) и легкообогатимым по извлечению его (более 70 %) в товарный концентрат.

Полученный концентрат без дополнительных доводок может найти применение в электронной промышленности и для производства ферросплавов. При дополнительной переработке (обжиг), при снижении в нем содержания ванадия и хрома, данный концентрат может также применяться для приготовления пигментной двуокиси.

Учитывая повышенное содержание сульфидов, ильменитовые концентраты должны лимитироваться, а в обогащающей схеме, по мнению автора, необходимо вводить цикл сульфидной флотации. Продукт флотации может представлять также практический интерес для попутного извлечения из образований мафит-ультрамафитового комплекса элементов платиновой группы, золота, серебра, меди, никеля и др. [3]. Содержания их в сульфидной фракции составляют: золота 1 г/т, платины 1 г/т, никеля 0,44 %, меди 0,18 %.

Рудопоявление Малиновское расположено в верховьях р. Малиновка. При бурении на россыпное золото в коренном ложе реки установлены зоны прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации с содержанием золота от 1 до 34 г/т, серебра до 22 г/т и меди 0,1 также 0,2 %. В делювии на левобережье р. Малиновка были обнаружены свалы сульфидных руд с высокими содержаниями золота (8,6 г/т), серебра (до 150 г/т) и меди (до 16 %). Эти данные послужили основанием для проведения здесь ревизионно-опробовательских, поисковых и геофизических работ.

На участке Медном вскрыта и прослежена по простиранию на 100 м одноименная зона с промышленными концентрациями золота, меди, серебра, висмута. В пределах рудного поля площадью около 25 км<sup>2</sup>, расположенного в зоне Центрального глубинного разлома, выявлены многочисленные первичные геохимические аномалии, рудоконтролирующие структуры и зоны комплексной минерализации (золото, медь, серебро, висмут, свинец, цинк, вольфрам, олово) [4].

Интенсивно проявлена разрывная тектоника. Особенно отчетливо наблюдаются разрывы северо-восточного простирания, относящиеся к нижнему тектоническому ярусу, которые прослеживаются через всю площадь рудного поля и далее за его пределы. В сочетании с более мелкими нарушениями субмеридионального и северо-западного направления верхнего тектонического яруса и с дугообразными нарушениями они образуют протяженные и разные по площади рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры.

Канавами вскрыто более 30 рудных тел, представленных кварц-сульфидными жилами с промышленным оруденением двух основных минеральных типов – золото-медного и золото-серебряного. Золото-медное оруденение пространственно связано с Водораздельной интрузией габбро-диоритов, локализуясь в её экзо- и эндоконтактах, а более позднее золото-серебряное приурочено к взрывным брекчиям по алевролитам. На участках наложения позднего оруденения на раннее, проявлен смешанный тип минерализации.

По результатам поисковых работ ресурсы Малиновского рудопоявления по категориям P1+P2 на глубину до 200 м составляют: руда – 21 млн т, золото – 108 т, серебро – 510 т, медь – 158 тыс.т, висмут – 1580 т, при средних содержаниях золота 5 г/т, серебра 25 г/т.

Таким образом, титановый тип минерализации отмечается практически во всех разновидностях основных и ультраосновных пород офиолитового комплекса юрского возраста. Прогнозные ресурсы Ариадненского металлогенического пояса (Приморье) по категории P1 составляют: руды – 7565 тыс. т, TiO<sub>2</sub> – 229 тыс.т. Коренные ильменитовые руды Ариадненского рудопоявления могут быть отнесены к рядовым по содержанию двуокиси титана в руде (5...12 %) и легкообогатимым по извлечению его (более 70 %) в товарный концентрат. В коренном ложе р. Малиновки выявлены зоны прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации в мафит-ультрамафитовых породах юрского возраста, с содержанием золота 1...34 г/т, серебра до 22 г/т и меди 0,1...0,2 %. В делювии на левобережье р. Малиновка были обнаружены свалы сульфидных руд с высокими концентрациями золота (8,6 г/т), серебра (до 150 г/т) и меди (до 16 %).

#### Литература

1. Буряк В.А. Хмелевская Н.М. Сухой Лог – одно из крупнейших золоторудных месторождений мира. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 155 с.
2. Ваганов В.И., Волочкова А.Т., Константинов М.М. и др. Методика крупномасштабного и локального прогноза месторождений цветных и благородных металлов и алмазов. – М.: ЦНИГРИ, 1989.
3. Колман Р.Г., Офиолиты. – М.: Мир, 1979. – 264 с.
4. Ханчук А.И., Раткин В.В., Рязанцева М.Д. и др. Геология и полезные ископаемые Приморского края: Очерк. – Владивосток: Дальнаука, 1995. – 68 с.

### ТИПОМОРФНЫЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РУД БЫКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКАЯ РЕСПУБЛИКА)

**В.Н. Бабяк**

Научный руководитель доцент А.Б. Кафтанатий  
**Южно-Российский государственный технический университет  
 (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, Россия**

Изучению типоморфизма термоэлектрических свойств рудных минералов и, в частности, пирита уделялось значительное внимание в связи с рассмотрением полупроводниковых характеристик в качестве

геологического термометра, критерия генетической типизации сульфидной минерализации, установления зависимости с другими типоморфными характеристиками и при решении других геологических задач. Микротвердость и термо-ЭДС являются типоморфными минералофизическими показателями генетических типов колчеданных руд.

Измерения полупроводниковых свойств пирита производилось по методике С.И. Лебедевой (1963) на лабораторной установке с использованием автокомпенсационного потенциометра Р-325. Регистрация единичных замеров производилась путем построения накопительных гистограмм, визуально характеризующих распределение величин единичных замеров. Для каждого образца производился расчет общепринятых термоэлектрических показателей: средний показатель электронной проводимости  $\alpha_-$ , средний показатель дырочной проводимости  $\alpha_+$ , обобщенный суммарный показатель  $\alpha_{\Sigma}$ .

Установлено увеличение среднего значения микротвердости от кровли к подошве рудной залежи и смена дырочной проводимости на электронную проводимость. На всех графиках четко отбивается граница (55 м) собственно рудного интервала – резкое уменьшение содержания Cu и Zn соответствует уменьшению значений термо-ЭДС и увеличению значений микротвердости.

График термоэлектрических свойств показывает, что значения уменьшаются от рудной зоны к подрудной. Кроме того, поведение графика коррелируется с содержанием полезных элементов (Cu, Zn) (пики максимальных значений), коэффициент корреляции значений дырочной проводимости  $\Sigma(+)$  с содержанием Cu, Zn равен, соответственно, +0,8 и +0,5.

В интервале, сложенном серным колчеданом, отличным между собой по структурно-текстурным особенностям, примечательно резкое уменьшение значений термо-ЭДС, а также содержания меди в грубозернистом агрегате.

Подрудный же участок (зона метасоматитов) характеризуется непромышленными содержаниями Cu (0,01...0,06 %) и Zn (0,03...0,2 %)

Измерения микротвердости выполнялись на микротвердомере ПМТ-3 в зернах и агрегатах пирита. Пирит, как минерал, образующийся в широком диапазоне внешних условий, обладает значительной дисперсией значений микротвердости, обусловленной генетически. Обработка результатов измерения производится путем построения гистограмм распределения значений и выделением по модальным интервалам групп и вычислении их значений  $H_0-H_6$ , соответствующих, выделенным для колчеданных объектов генетических типов пирита (И.А.Богущ, 1985).

В рудах присутствуют 4 типа пирита: осадочно-диагенетический, автобластический, гидротермально-метасоматический и метаморфогенный. Микротвердость в разрезе увеличивается от рудной зоны к подрудной. Говоря о микротвердости разных типов пирита нужно отметить иную тенденцию: первый тип появляется лишь в кровле залежи; второй, третий и четвертый типы присутствуют на всем протяжении разреза. Наибольшие колебания микротвердости соответствуют переходной зоне и началу подрудной.

В корреляционных отношениях наблюдается прямая связь термоэлектрических свойств, микротвердости и содержания Cu и Zn. При увеличенном содержании полезных компонентов падает микротвердость и увеличивается ТЭДС – это обусловлено их физическими свойствами. Минералофизические показатели колчеданных руд закономерно изменяются в разрезе колчеданной залежи и характеризует скрытую зональность рудных тел, то есть соответствуют изменению условий образования руд.

## ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РУДОНОСНОСТИ КЛИЧКИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА НА ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Е.Е. Барабашева, А.Ю. Оленников

*Читинский государственный университет, г. Чита, Россия*

Кличкинский рудный узел расположен в южной части Приаргунского полиметаллического пояса и рассматривается как гетерогенная складчатая область, подвергшаяся значительной активизации в верхнеюрское время. Он объединяет месторождения различных генетических типов. Его общая площадь определяется границей подземного контура Кир-Кириного массива и составляет 325...350 км<sup>2</sup>. Рудный узел включает более 20 месторождений и рудопроявлений полиметаллов (свинец-цинк), редких металлов и золота, флюорита, которые выражены, в основном, серий маломощных прерывистых жил сфалерит-галенитового состава, вытянутых в юго-западном направлении от горы Кличка на протяжении 1,5...2 км.

Вмещающие породы представлены желто-серыми доломитами с маломощными прослоями кварц-сланцевых и углистых сланцев, прорванными гранитами Урулюнгуевского массива, диоритами Савинского штока и небольшими телами гранит-порфиров.

В размещении месторождений и рудопроявлений Кличкинского рудного узла отмечается общая закономерность их выходов в узкой зоне вблизи Кир-Кириного интрузива, который принадлежит к образованиям кукульбейского комплекса, рудоносного в Забайкалье на свинец, цинк, олово и другие элементы, включая золото. Сам массив по геохимическим признакам рудоносен на свинец, цинк, олово. Вокруг массива морионовых гранитов образуются эманационные ореолы свинца, цинка, олова, бериллия, молибдена, фтора, ртути со следами серебра и золота. Ореолы рудных тел имеют самые различные размеры по мощности и простиранию в зависимости от характера вмещающих пород и структурной обстановки. Общей для всех месторождений является вертикальная зональность первичных ореолов, концентрирование свинца, серебра, ртути, сурьмы и золота в надрудных интервалах, а цинка, меди и олова – в подрудных интервалах ореолов [1].

Особенно высока насыщенность месторождениями и рудопроявлениями вдоль северной границы интрузива, где он контактирует с осадочно-метаморфическими породами протерозоя и нижнего палеозоя. Золото-полиметаллическое оруденение Забайкалья локализовано в геоантиклинальной зоне, где на поверхность выведены древние карбонатные породы. Практически все месторождения Кличкинского рудного узла приурочены к тектонически ослабленным зонам и располагаются в осадочно-метаморфической матрице карбонатов.

Присутствие метаморфизованных фаций, а также сернистых эманаций (поверхностная пиритизация) в карбонатных осадках матрицы может свидетельствовать о вулканизме в протерозойско-раннепалеозойское время. Так как следов массового вулканизма того времени на территории Кличкинского бассейна не обнаружено, предполагается наличие подводного вулканизма.

Существовавший в позднепротерозойско-раннепалеозойское время палеобассейн явился источником накопления карбонатных и карбонатно-терригенных илов, содержащих многочисленные остатки цианобактериальных матов и удоканий верхнего протерозоя.

Повышенная карбонатизация бассейна способствовала формированию осадительных геохимических барьеров, резкой смене рН и Eh. Нарушение баланса приводило систему к неравновесному состоянию, и многие растворенные формы металлов выпадали в осадок.

К числу биологически опосредованных процессов, происходящих спонтанно, следует отнести реакции выветривания (в том числе гальмиролиза), циклического диagenеза в биотически контролируемой среде бассейна седиментации, сорбции и биосорбции, в которых основным сорбентом служат тела микроорганизмов или продуцируемые ими не клеточные вещества, биотические трансформации минералов в окислительно-восстановительных условиях.

Установлено, что в протерозое отложения карбонатов в виде доломитов на территории Кличкинского палеобассейна, соответствовали развитию цианобактериального сообщества, образующего слоистые биогенно-осадочные породы – строматолиты.

Накопление неорганического углерода карбонатов сопряжено с мобилизацией кальция и магния. В истории Земли известняки преобладают, но доломиты более устойчивы к воздействию кислот и поэтому могут сохраняться при микробном брожении. В частности, для Кличкинского бассейна характерно участие сульфатредукторов в образовании первичных доломитов в результате удаления сульфидогенами органических кислот.

На глинистом субстрате цианобактериальная пленка не успевала разложиться либо из-за быстрого захоронения, либо вследствие медленного анаэробного распада в отсутствие серы. Таким образом, специфика древнего бассейна способствовала широкому развитию микроорганизмов и строматолитовых построек, которые в условиях мелководья распространялись на огромных площадях.

По морфологии цианобактериальные маты представляют собой плотные структурные образования с явно выраженными слоями, окраска которых определяется или цветом пигментов микроорганизмов, или образуемыми между ними минералами. Верхняя зона мата, занятая цианобактериями и фототрофными бактериями (термофильные маты), имеет зеленоватую или желтоватую окраску. Ниже располагается черная (анаэробная) зона развития сульфидогенов, мощных генераторов сероводорода, который окрашивает зону в черный цвет.

Для нижних карбонатных слоев анаэробной зоны Кличкинского бассейна выделяется сложная цепь реакций, осуществляемых различными функциональными группами бактерий. Развитие определенных групп микроорганизмов в мате создавало различные геохимические барьеры: окислительно-восстановительный, щелочной, сероводородный. Образование геохимических барьеров в цианобактериальном мате вело к осаждению ряда металлов и формированию минералов. Существовавшая под матом сульфатредукция, создавала сероводородный барьер на пути минерализованных гидротерм, поступающих в результате подводного вулканизма, и обуславливала отложение сульфидов железа, свинца, цинка в виде пирита, халькопирита, галенита, сфалерита и др. Ряд минералов в матах осаждался хемогенным путем.

Свинец и цинк, в больших количествах присутствующие в гидротермах, по-видимому, переходили транзитом в карбонатные толщи. Древние бактерии в процессе гипергенеза способствовали растворению, переводу в подвижную форму и накоплению свинца, цинка, железа, как основных рудных составляющих узла. При этом бактерии не являлись элементоспецифическими, а способствовали накоплению рудных элементов как катализаторы или фильтры.

Что касается встреченных в карбонатах Клички остатков удоканий, то здесь минерализации подверглись участки частично разложившихся органических тканей внутри скелетных остатков вместе с принимавшими участие в их разложении бактериальными телами.

Формы миграции рудного вещества осуществлялись посредством растворов в виде карбонатов, гидрокарбонатов, сульфатов, окислов, гидроокислов, которые локализовались в неглубокие седиментационные бассейны, представленные лагунами и прибрежным мелководьем. Восстановительными условиями обладали зоны скопления органики в виде цианобактериальных матов, текстур микробиального происхождения и мягкотелой проблематики.

Формирование многочисленных полиметаллических (Pb-Zn) рудопроявлений Кличкинского рудного узла связано с эпизодами внутриплитной магматической активности, которая интенсивно проявилась в юрский период в виде гранитных интрузий Урулюнгуевского массива, диоритов Савинского штока и небольших тел гранит-порфиров. В результате перерастворения рудоносных осадков протерозойской карбонатной матрицы



юрскими гидротермами произошло дополнительное насыщение Кир-Киринского интрузива свинцом, цинком, железом, оловом, серебром, золотом и другими элементами.

Механизм формирования руд, в соответствии с представленной моделью, сводится к следующим этапам: 1) раннепротерозойскому седиментационно-диагенетическому этапу образования руд в результате сноса поверхностными водотоками гипергированных продуктов; 2) позднепротерозойскому биогеохимическому этапу сорбции и биосорбции поступающих рудных компонентов цианобактериальными матами и другой микробиотой; 3) позднепротерозойскому этапу сульфатредукции цианобактериальными матами элементов гидротерм; 4) раннепалеозойскому эпигенетическому этапу тектонофизической трансформации, приводящей к формированию оруденения и появлению первых жильных минералов; 5) юрскому этапу рудного минерогенеза с участием гидротерм Савинского штока.

Подтверждением предложенной модели может являться тот факт, что для выяснения источников рудного вещества был исследован изотопный состав свинца сульфидных минералов рудопроявлений Мыльниковско-Хоркиринского и Почекуевского месторождений Кличкинского рудного поля. Оба месторождения располагаются в пределах проекции на современную дневную поверхность контура Кир-Киринского массива редкометалльных морионовых гранитов кукульбейского комплекса. Первое приурочено к линзе доломитов и известняков нортуйской свиты рифейского возраста, сохранившихся среди палеозойских гранитоидов, второе приурочено к зонам тектонических нарушений и к плоскостям наложения известняков и кристаллических сланцев быркинской свиты.

Результаты исследования изотопного состава свинца в галенитах, сфалеритах и пиритах месторождений являются аномальными и могут быть интерпретированы как линии смешения свинца двух различных геохимических резервуаров – «корового» и «мантийного». При этом для линий смешения, определяющих эволюцию рудных свинцов Мыльниковско-Хоркиринского и Почекуевского месторождений, в качестве корового источника свинца считают вещество верхней континентальной коры. Этому условию удовлетворяют карбонатно-терригенные осадки протерозойского мелководного палеобассейна. Природа «мантийного» источника вещества установлена для рудных свинцов Мыльниковско-Хоркиринского и Почекуевского месторождений в виде гранитов Кир-Киринского массива.

Таким образом, для Кличкинского рудного узла, мы предлагаем два основных этапа рудонакопления. Первый позднепротерозойский этап отразился в концентрации первичного рудного вещества подводных вулканических гидротерм цианобактериальными матами и органогенными илами в пределах мелководного палеобассейна. Второй этап выражен в обогащении юрских интрузий кукульбейского комплекса рудными составляющими в результате перерастворения рудосодержащих осадков, накопленных в органогенно-карбонатной матрице.

#### Литература

1. Санин Б.П., Зорина Л.Д. Геология и геохимия Кличкинского рудного узла и прогноз оруденения. – Новосибирск: Наука, 1978. – 184 с.

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТРАДИЦИОННЫХ И НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫСОКОКАЛИЕВОГО ПОЛЕВОШПАТОВОГО СЫРЬЯ**

**А.В. Безик**

Научный руководитель ведущий научный сотрудник В.С. Тохтасьев  
*Центральный научно-исследовательский институт геологии  
нерудных полезных ископаемых, г. Казань, Россия*

Традиционные источники высококалийного (с калиевым модулем 3 и выше) полевошпатového сырья рассматриваются на примере гранитных пегматитов месторождения Слюдяной Бор, нетрадиционные – представлены вулканиками и субвулканическими образованиями, в т.ч. гидротермально-метасоматически измененными породами – риолитами месторождения Роза Ламби.

Рассматриваемые объекты географически располагаются на территории Республики Карелия в Кемско-Беломорском районе. В геологическом отношении Кемско-Беломорский район расположен в пределах структуры Беломорского подвижного пояса. Сложена структура глубокометаморфизованными образованиями архейского и протерозойского возрастов, в основном, разнообразными гнейсами, амфиболитами и мигматитами по ним, а также вулканогенно-осадочными, вулканогенно-обломочными породами [1].

Месторождение пегматитов Слюдяной Бор является крупнейшим на территории Кемско-Беломорского района. Пегматитовые жилы месторождения образуют единую жильную зону протяженностью 4,5 км при ширине до 0,5 км. Всего в жильной зоне насчитывается 22 жилы, которые группируются в 3 куста. Размеры пегматитовых жил достигают 350 м по простиранию, более 200 м по падению, при мощности до 65 м. Вмещающими породами являются глиноземистые гнейсы с линзами и прослоями биотитовых гнейсов и амфиболитов. Жилы, зачастую, сложной формы с многочисленными апофизами и раздувами, некоторые разбиты на блоки пострудными нарушениями [2].

Жилы имеют преимущественно дифференцированное или участково-зональное (слабодифференцированное) строение с обособлениями кварца, крупных блоков бледно-розового, иногда совершенно

белого микроклина и графического пегматита. Дифференциация жил в различных частях может быть разной. Зональность проявляется в укрупнении породообразующих минералов и увеличении содержания микроклина от контактов жил к срединным частям. В строении жил отмечается: по периферии развит плагноклазовый пегматит ортотектитовой, либо мелкозернистой структуры, в центральных частях обычно развита зона гиганто-блокового плагно-микроклинового пегматита, с отдельными моноблоками микроклина размером 1,0...1,5 м, редко до 5 м. Интенсивно развиты процессы альбитизации, отмечена редкометаллическая акцессорная минерализация. В жилах наиболее развит пегматит плагно-микроклинового и микроклин-плагноклазового составов, с преобладанием микроклина, имеющего розовый, серовато-белый до белого цвета. Пороодообразующими минералами являются: микроклин, плагноклаз, представленный альбитом, кварц и мусковит. Содержание микроклина может достигать 80 % в центральных частях жил, и 2...3 % в боковых частях. Микроклин имеет довольно выдержанный состав и высокое качество. Мусковит, крупные скопления которого выявлены на отдельных участках жил, в пегматитах месторождения представлен двумя генерациями – пегматоидный и связанный с кварц-мусковитовым комплексом, который представляет собой агрегат из кварца и мелких пачек мусковита. Размеры обособлений кварца и кварц-мусковитового комплекса достигают 3...4 м, иногда 5...6 м.

Балансовые запасы месторождения пегматитов Слюдяной Бор по кат. A+B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> составляют 174,9 тыс. т, из которых 83,0 тыс. т – микроклин, 58,4 тыс. т – микроклиновый пегматит чистый и 33,5 тыс. т микроклиновый пегматит загрязненный.

В геологическом строении района месторождения Роза Ламби принимают участие комплексы вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований, относимых к тунгудской свите нижнего протерозоя. Эти образования слагают синклиналию структуру, известную в литературе под названиями Шуэзерской или Лехтинской. Месторождение Роза Ламби расположено на северо-восточном крыле этой структуры. Кислые вулканогенные породы месторождения располагаются среди широкого поля развития основных эффузивов и представлены бурыми и зеленовато-темно-серыми туфосланцами, темно-серыми риолитами и лейкократовыми риолитами. Туфосланцы ограничивают месторождение с востока и северо-востока. Они развиты также в виде разобщенных пачек мощностью 30–50 м по юго-западному краю месторождения, разделяя штокообразные тела лейкократовых риолитов. Темно-серые риолиты развиты в северо-западной части месторождения. Они фиксируются также среди лейкократовых риолитов в виде линзовидных и пластовых тел мощностью от 3...5 м до 75 м. Контакты между темно-серыми риолитами и туфосланцами постепенные, неявно выраженные. Между лейкократовыми и темно-серыми риолитами контакты отчетливые. Темно-серые риолиты представляют собой массивные или слабо расланцованные породы с признаками флюидальности. В составе их содержатся кварц и полевые шпаты в сумме до 90...95%, мелкозернистый биотит и серицит (5...10%) [2].

Высококалийным полевошпатовым сырьем являются лейкократовые риолиты, которые в пределах месторождения образуют два штокообразных тела, разделенных пачкой туфосланцев. Юго-западный шток установлен по единичным обнажениям, а на северо-восточном пройдены горные выработки и скважины колонкового бурения, показавшие, что на глубину до 70 м состав риолитов не меняется. Лейкократовые риолиты в свежем сколе светло-розовые, розовато-серые, имеют массивную, либо в той или иной мере расланцованную текстуру. На отдельных локальных участках риолит превращается в тонколистватый серицитовый белый сланец. В основной массе устанавливается 35...50 % кварца, 40...50 % калишпата, до 5...10 % серицита и 1...3 % биотита.

Запасы лейкократовых риолитов до глубины 30 м, по данным предварительной разведки, составляют по кат. C<sub>2</sub> – 15,3 млн т, а в пересчете на полевошпатовый концентрат – 6,9 млн т.

Характерной особенностью лейкократовых риолитов является весьма незначительное количество в них щелочно-земельных оксидов. Содержание оксидов железа обычно ниже 1 %. Темно-серые риолиты по минеральному и химическому составу отличаются от лейкократовых незначительно, однако более тонкие сростания биотита с полевыми шпатами обуславливают их худшую обогатимость. Для риолитов характерны многочисленные проявления окварцевания, представленные микропрожилками, развивающимися преимущественно согласно общей сланцеватости, мелкими (1...3 см) сложноветвящимися жилами, относительно мощными (до 50 см) жилами кварца с отдельными обособлениями светло-розового микроклина, а также прямолинейными жилами, "залечивающими" тонкие трещины и секущие все породы. Химический состав риолитов, в общем, достаточно выдержанный. Риолиты месторождения по своей первичной природе постоянны по составу. Основная масса породы представляет собой раскристаллизованное стекло, из которого выделились тончайшие зерна калишпата и кварца в тесном сростании. Кроме того, имеются порфиновые зерна голубовато-серого опаловидного кварца, размером 1...3 мм в поперечнике, и более поздний зернистый кварц, образующий жилы нескольких генераций. И порфиновые зерна и жильный зернистый кварц при соответствующей технологии могут быть выделены методом флотации или электростатики. В результате в концентрате останется лишь тонкозернистый кварц в тесном сростании с полевым шпатом в количестве до 15...20 %. Любые керамические изделия, в том числе художественный, хозяйственный и электротехнический фарфор, содержат в составе масс до 30...45 % своего кварца. Отрицательное влияние зерен кварца на прочность керамики сказывается в том случае, если при обжиге они не успевают полностью раствориться в полевошпатовом расплаве (стекле). Тонкое сростание кварца с полевым шпатом, обусловленное раскристаллизацией риолитовой магмы, при нагревании обеспечивает образование гомогенной фазы, что способствует повышению, а не снижению прочности керамических изделий [2]. Ниже, в таблице, проведено сопоставление химических составов полевошпатовых руд рассматриваемых месторождений.

При анализе химических составов полевошпатовых руд месторождений установлено, что содержание кремнезема в полевошпатовом концентрате, полученном из лейкократовых риолитов, заметно выше, чем в

микроклине Слюдяного Бора, за счет тонкозернистого кварца. Однако это не сказывается отрицательно на качестве концентрата за счет тесного срастания кварца с полевым шпатом. В необогащенном риолите наблюдается повышенное содержание оксида железа (1,71 %), но при обогащении его содержание снижается до 0,3 % и менее и соответствует ГОСТ 7030-75. Содержание прочих лимитируемых компонентов (TiO<sub>2</sub>, CaO+MgO) соответствует самым жестким требованиям промышленности.

До настоящего времени в России получение высококалийевого сырья осуществляется путем ручной рудоразборки пегматитовых жил (отделение крупноблокового микроклина). На базе традиционных пегматитов весьма сложно организовать механизированное производство молотого сырья. За рубежом, даже несмотря на имеющиеся большие запасы пегматитового сырья, во все возрастающих количествах в качестве источников полевошпатового сырья используют различные алюмосиликатные породы (пески, граниты, кислые и щелочные вулканы, нефелиновые сиениты и др.). Эти породы имеют большие преимущества перед традиционными пегматитами, так как их химический состав более выдержанный, они более однородны по своим структурно-текстурным характеристикам, а по запасам месторождения обычно являются крупными. Процессы добычи и переработки можно механизировать и автоматизировать, что обеспечивает получение высококачественных концентратов с постоянным составом и по более низкой себестоимости, чем из пегматитовых жил.

Таблица

Сравнительная характеристика химических составов (вес. %) пегматитов Слюдяного Бора и лейкократовых риолитов Розы Ламби

Компоненты	Слюдяной Бор			Роза Ламби	
	Микроклин	Микроклиновый пегматит чистый	Микроклиновый пегматит загрязненный	Риолит	Полевошпатовый концентрат
SiO <sub>2</sub>	66,07	70,73	71,55	76,8	73,4
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,01	0,22	–
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,4	16,06	15,48	11,19	14,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,07	0,48	1,71	0,15
MgO	0,09	0,08	0,15	0,64	0,32
CaO	0,21	0,36	0,58	0,28	0,18
Na <sub>2</sub> O	2,38	2,7	2,6	0,68	1,48
K <sub>2</sub> O	12,51	9,6	8,5	7,60	11,30
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	14,89	12,3	11,1	8,28	12,78
K <sub>2</sub> O : Na <sub>2</sub> O	5,3	3,5	3,3	11,2	7,6

Источник: А.С. Пеки, В.И. Разоренова [2].

#### Литература

1. Безик А.В., Тохтасьев В.С. Особенности геологического строения и пути комплексного использования пегматитов Кемско-Беломорского района Республики Карелия (на примере месторождения Слюдяной Бор) // Актуальные проблемы геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых: Тезисы научно-практической конференции молодых ученых. – М. ВИМС, 2008. – С. 31 – 32.
2. Пеки А.С., Разоренова В.И. Месторождения полевошпатового сырья Карелии. – Л.: "Наука", 1977. – 152 с.

### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ, КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ И КОРЕННОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ДЮБКШКОГО ГРАБЕНА

А.А. Белозерова

Научный руководитель профессор В.А. Макаров

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Для Енисейского кряжа весьма актуален вопрос генетической связи коренных Au-рудных месторождений, золотоносных кор выветривания и россыпей, которые наиболее масштабно распространены в Дюбкошском грабене и его обрамлении.

С этой целью нами изучен фрагмент грабена, ограниченный Дюбкошской лицензионной площадью (ООО «Соврудник»), которая расположена между месторождениями Доброе и Советское на севере и Александро-Агеевское на юге. Грабен в морфоструктурном плане представляет собой изолированную внутригорную впадину, на поверхности которой сохранились от размыва очень богатые золотоносные россыпи из которых, в совокупности, добыто более 60 т золота и месторождения перетолженных кор выветривания (так называемые миллионные ямы – Гавриловская, Николаевская, ручья Пьяного).

В геологическом строении изучаемого района принимают участие породы нижнего протерозоя, рифея, палеогена, неогена и четвертичной системы (рисунок, а). Протерозойские и рифейские породы метаморфизованы до амфиболитовой и зеленсланцевой фаций, прорваны телами гранитов татаро-аяхтинского комплекса. Рифейские породы вмещают известные коренные месторождения, проявления и пункты минерализации золота. К тектоническим зонам на контакте карбонатных пород подъемской и силикатных пород кординской свит,

приурочен древний карст, представленный узкими депрессиями, в которых развиты линейные мел-палеогеновые коры выветривания. Неоген-четвертичные образования вмещают россыпи золота.

В 2010 году в рамках поисково-оценочного проекта на площади было проведено биогеохимическое (по бересте) и литогеохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния, а также геофизические работы (магнитометрия, электропрофилирование методом ДЭМП).

По результатам полевого рентгенфлуоресцентного анализа литогеохимических проб были построены моноэлементные карты. По предварительному анализу геохимического поля мышьяка (рисунок, б), содержания которого варьируют в пределах 3...1300 г/т при среднем значении 8 г/т, можно отметить его контрастные аномалии в южной и северной частях площади. В центральной части отмечается слабоконтрастная аномалия (15 г/т) вытянутая в северо-западном направлении согласно отложениям грабена. В южной части площади вдоль руч. Чубкош выявлена контрастная аномалия мышьяка интенсивностью от 30 до 150 г/т. Пространственно аномалия совпадает с установленной золотоносной россыпью Платоновской группы (участок № 2 на рисунке). В отработанной части россыпи отложения претерпели неоднократное перемещение и на современном этапе представляют собой бессистемное чередование эфелей и заиленных частей аллювиально-делювиальных отложений. По имеющимся на данный момент результатам спектрального анализа, на данном участке во вторичных ореолах, кроме мышьяка, фиксируется золото от 100 мг/т до 1г/т. Тесная корреляция мышьяка с золотом на данном участке может указывать на эндогенную природу оруденения.

В северо-восточной части площади в обрамлении грабена в отложениях кординской свиты выявлены три контрастные аномалии мышьяка интенсивностью от 30 до 500 г/т (участок № 1), две из которых совпадают с известными проявлениями (Заявка 13, Новое). Кроме того, вырисовывается протяженная линейная аномалия северо-западного направления. Природа данной аномалии пока не ясна. Известных россыпных или коренных объектов здесь не зафиксировано, отмечаются лишь шлиховые потоки с содержанием золота в знаковых количествах. По результатам спектрального анализа содержание золота колеблется в пределах от 500 до 1000 мг/т.

Целью проведения магниторазведочных работ являлось выделение зон разрывных нарушений и зон с пиритовой и магнетитовой минерализацией. Наиболее интересной в поисковом плане является аномалия в восточной части площади, вытянутая в северо-западном направлении, связанная предположительно с зоной пирротин- или магнетитосодержащих пород.

По данным площадных электроразведочных работ методом ДЭМП построена карта рэф (эффективного электрического сопротивления) (рисунок, в). Общий вид плана рэф в значительной степени отображает формы рельефа – гористой местности соответствуют высокие значения рэф, а долинам рек и пологим склонам – более низкие значения. Методом ДЭМП отчетливо вырисовывается грабен, соответствующий пониженным значениям сопротивления. Цепочка аномалий в средней части грабена совпадает с выходом конгломератов.

Вопрос о золотоносности конгломератов Енисейского кряжа по-прежнему остается открытым. Терригенные породы Дюбкошского грабена и конгломераты в частности, могли послужить промежуточным коллектором при формировании россыпей и месторождений кор выветривания. Данный вопрос достаточно дискусионен. С одной стороны имеется много схожих условий образования и залегания конгломератов кряжа с известными месторождениями данного типа, с другой стороны, как показывают работы предыдущих лет, почти из 60 тыс. проанализированных проб всего 0,74 тыс. показали содержание металла на уровне 0,1...1,2 г/т.

Комплексный анализ геофизических, геохимических и структурных данных позволит в дальнейшем определить уровень золотоносности различных геологических подразделений, выявить наиболее перспективные участки для дальнейших работ, а так же получить данные о техногенном характере тех или иных аномалий.

*Секция 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА  
ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ*



*Условные обозначения:*



*оси положительных магнитных аномалий;*



*контуры перспективных участков и их номера*

*Рисунок. Распределение мышьяка и эффективных сопротивлений на Дюбкошской площади: а – геологическая карта; б – карта геохимического поля мышьяка; в – карта эффективности электрического сопротивления*

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «НОЯБРЬСКАЯ»

Д.Д. Гусев

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

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

Территория района работ расположена в северо-восточной части Средне-Сибирского плоскогорья, административно она относится к Мирнинскому району Республики Саха (Якутия). Кимберлитовая трубка Ноябрьская приурочена к Далдыно-Алакитскому алмазоносному району. В современном структурном плане Сибирской платформы территория района работ расположена в зоне сочленения северо-восточного борта Тунгусской синеклизы с юго-западным склоном Анабарской антеклизы. В пределах зоны сочленения выделяются два структурных этажа, различных по своему строению и времени формирования: кристаллический фундамент и перекрывающий его платформенный осадочный чехол [2]. Целью работы являлось изучение особенностей геологического строения, и минерального состава кимберлитовой трубки Ноябрьская. Основой работы являются материалы, полученные непосредственно автором в течение полевого сезона 2009...2010 гг. На основе изучения фондовых, отчетных и собственных материалов были построены геологические разрезы, а также с помощью микроскопического, микрорентгеновского анализов были выявлены особенности минерального состава кимберлитов.

По морфологии кимберлитовая трубка Ноябрьская в плане имеет овальную, удлиненную форму, с ориентировкой длинной оси в северо-восточном направлении по азимуту 50°. Размеры кимберлитового тела 440x220 м, площадь 46380 м<sup>2</sup>, что позволяет отнести его к классу средних тел. Поверхность кимберлитового тела пологонаклонная, с уклоном 2...5° в северо-западном направлении. Трубка имеет конусообразную форму с небольшим расширением в верхней части. Углы падения контактов в верхней части трубки составляют 55...65°, ниже они становятся более крутыми – до 80...85°. Рудное тело изучено на глубину 115,5 м от поверхности трубки.

Трубка Ноябрьская полностью перекрыта толщей терригенных, вулканогенно-осадочных и интрузивных пород мощностью от 101,6 м на юго-западном фланге до 135,5 м на северо-восточном, в среднем составляя 120 м. Терригенные породы представлены отложениями конекской и айхальской свит. Практически вся площадь трубки бронирована и интродуцирована интрузией долеритов первой фазы внедрения.

Вмещающими породами для кимберлитовой трубки Ноябрьская являются карбонатные отложения ордовика и нижнего силура. Поисково-оценочными скважинами вскрыто три основных типа кимберлитовых пород: автолитовые кимберлитовые брекчии, кимберлитовые брекчии и порфиновые кимберлиты. Основной объем трубки сложен автолитовыми кимберлитовыми брекчиями, порфиновые кимберлиты слагают юго-западный фланг трубки, а кимберлитовые брекчии выделяются только по двум скважинам.

Автолитовые кимберлитовые брекчии представляет собой плотные породы зеленовато-серого, голубовато-серого цвета с ясно выраженной брекчиевидной текстурой. Ксеногенный материал в основном представлен обломками карбонатных пород: светло-серых, серых известняков и доломитов, зеленовато-серых и красных мергелей и темно-серых доломитов. Форма обломков угловатая, угловато-округлая, реже остроугольная. Размеры обломков варьируют от первых мм до 1...2 см, иногда достигая 15...20 см. Автолитовая кимберлитовая брекчия имеет средне-мелкообломочную текстуру. Ксенолиты кристаллических пород фундамента интенсивно изменены (серпентинизированы и карбонатизированы). Содержат графит, гранат, биотит, редко кварц. Ксенолиты глубинных пород встречаются, в основном, в виде мелких обломков серпентина с включениями пиропы или хромдиопсида. Текстура ксенолитов массивная и микротакстовая. Содержание автолитов в породе варьирует от 5 до 30 %. Форма автолитов округлая, овальная, иногда неправильная, в большей степени они имеют ядерное строение. Размеры их варьируют от 0,3...0,5 до 30...45 мм. Основная масса автолитовой брекчии характеризуется серпентин-карбонатным составом. Порфиновые выделения представлены псевдоморфозами кальцита и серпентина по оливину, пикроильменитом, пиропом, хромдиопсидом и перовскитом. Псевдоморфозы по оливину характеризуются угловато-округлой, угловатой, иногда округлой или неправильной, а также идиоморфной и субидиоморфной формами. Их размеры составляют 0,8...6,0 мм, иногда до 11 мм. Сложены мелко-крупнозернистым кальцитом, по краям – слабоанизотропным волокнистым, бледно-зеленоватым серпентином. Пикроильменит встречается, в основном, в виде угловатых и округло-угловатых зерен размером от 0,1x0,1 мм до 4x2 мм. Пироп весьма редок и встречается, в основном, в виде мелких (максимальный размер 1,5x0,8 мм) угловатых, угловато-сглаженных зерен и осколков. Преобладают оранжевые пиропы, в меньшей степени встречаются розовые, красные, лиловые и фиолетовые. Находки хромшпинелидов единичны, они встречаются в виде мелких зерен как неправильной формы, так и колотых октаэдров и вицинальных зерен. Хромдиопсид травяно-зеленый и изумрудно-зеленый отмечается также в единичных случаях в виде угловатых обломков размером до 0,5x0,3 мм.

Порфиновые кимберлиты образуют отдельный блок на юго-западном фланге трубки Ноябрьская. Окраска пород голубовато-зеленая, зеленовато-серая, в кровле рудного тела – светло-серая с зеленоватым оттенком. Структура крупно-среднепорфировая, текстура массивная, иногда флюидальная. Ксенолиты карбонатных пород имеют угловато-округлую, угловатую форму, размеры 0,5...20 мм. Представлены они известняками, доломитами и их глинистыми разностями. Ксенолиты пород кристаллического фундамента имеют угловатую и округло-угловатую форму и достигают размеров 9x4 см. Все они интенсивно замещены карбонатом и серпентином. Содержат биотит, графит и бледно-розовый альмандин. Ксенолиты глубинных пород крайне редки. Порфиновые выделения представлены псевдоморфозами карбоната и серпентина по оливину, редко

пиропом, пикроильменитом. Псевдоморфозы по оливину имеют угловато-округлую, овальную, угловатую, идиоморфную форму и размеры 0,8...10 мм. Пикроильменит образует угловатые и угловато-округлые зерна размером от десятых долей мм до 5x7 мм. Пироп встречается в виде округло-угловатых, округлых, овальных и удлиненно-овальных зерен размером до 3,5x10 мм. Преобладают оранжевые, красные и розовые разности, лиловые и фиолетовые весьма редки. Основная масса микрозернистая карбонат-серпентиновая или серпентин-карбонатная с примесью хлоритизированного флогопита, с вкраплениями рудного минерала и перовскита [2].

Кимберлитовые брекчии вскрыты двумя поисково-оценочными скважинами в приконтактных частях трубки Ноябрьская. Окраска пород зеленовато-серая или серовато-зеленая. Содержание ксеногенного материала в кимберлитовых брекчиях варьирует от 20...30 % до 70...80 %. Форма обломков округлая, округло-угловатая, размеры от 0,1 до 8,0 см. По составу они представлены тонкозернистыми известняками и известковистыми доломитами серого, коричневатого и зеленовато-серого цвета, а также мергелями зеленоватого и красновато-бурого цветов. Ксенолиты пород кристаллического фундамента и глубинных пород не отмечены.

По данным минералогического анализа 26 протоочных проб из кимберлитов трубки Ноябрьская, среднее содержание минералов тяжелой фракции в них составляет 15,23 кг/т. Основными минералами тяжелой фракции являются: пикроильменит, пироп, лимонит и гидроокислы железа, алмадин, сульфиды и др. минералы, среднее содержание которых не превышает 0,28%. Соотношение пироба и пикроильменита (вес. %) составляет 1:15. Среднее содержание хромшпинелида по сравнению с пикроильменитом и пиропом незначительное и составляет 0,21 %. На микронзондовом анализаторе был изучен химический состав граната (215 зн.), пикроильменита (230 зн.) и хромита (11 зн.) из кимберлитовых пород трубки. Доля гранатов алмазной ассоциации составляет 3,9 %. По своему химическому составу пикроильмениты и хромшпинелиды не характерны для высокоалмазоносных тел, что свидетельствует о низкой алмазоносности кимберлитов трубки Ноябрьская.

Алмазоносность рудного тела определялась по результатам обогащения 92 керновых проб на алмазы. Из проб было извлечено 17 кристаллов алмаза общим весом 28,6 мг (0,14 кар.). Среднее содержание алмазов по трубке составило 0,02 кар./т. Среди извлеченных кристаллов большая часть относится к классу -1+0,5 мм. Практически все найденные кристаллы бесцветные, повышенной прозрачности.

По итогам проделанной работы были получены следующие результаты:

На основе результатов бурения 14 скважин была детализирована геологическая схема и построено 6 геологических разрезов, а также выяснено строение кимберлитовой трубки Ноябрьская: в плане кимберлитовое тело имеет овальную, удлиненную форму и относится к классу средних тел, в разрезе трубка конусообразной формы с увеличивающимися углами падения контактов на глубину.

По результатам макро и микроскопического анализа керновых проб были определены основные разности пород: автолитовые кимберлитовые брекчии, слагающие основной объем кимберлитового тела, порфиновые кимберлиты, которые слагают юго-западный фланг трубки и кимберлитовые брекчии, занимающие незначительный объем, по сравнению с предыдущими породами. Также по результатам минералогического анализа протоочных проб были выявлены основные минералы тяжелой фракции: пикроильменит и пироп. Из керновых проб были также извлечены кристаллы алмаза и определено их содержание, которое в среднем по трубке составило 0,02 кар./т.

#### Литература

1. Солодова Ю.П., Николаев М.В., Курбатов К.К. и др. Геммология алмаза. – Москва: 2008. – 416 с.
2. Хмельков А.М. Основные минералы кимберлитов и их эволюция в процессе ореолообразования (на примере Якутской алмазоносной провинции). – Новосибирск: АРТА, 2008. – 252 с.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОГЕННЫХ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В КАРБОНАТНЫХ ТОЛЩАХ

**В.Б. Данзанов**

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

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

В карбонатных толщах известно большое количество месторождений свинца и цинка, сурьмы и ртути, плавикового шпата, апатитов и многих других видов полезных ископаемых, в том числе урана со своеобразными метасоматическими образованиями. При этом для месторождений урана карбонатные породы обычно считаются неблагоприятной средой для локализации руд и часто на площадях залегания этих пород не проводятся поиски. Слабо изучены метасоматические преобразования карбонатных пород, их геолого-структурные и радиогеохимические особенности.

В данной работе рассмотрены три типа урановорудных объектов, локализованных в карбонатных толщах: Аргунское (Стрельцовский урановорудный район), Шинколобве (Катангский складчатый пояс) и Казанское рудное поле (Кузнецкий Алатау).

Сравнительная характеристика месторождений проводилась по следующим позициям: геолого-структурной позиции, особенностям геологического строения, вмещающих пород, эпигенетических преобразований вмещающих пород, морфологии рудных тел, рудной минерализации, геохимических особенностей, возраста оруденения (табл. 1).

Также автором были исследованы образцы с месторождения Аргунское и сделаны описания вещественного состава вмещающих пород и руд. В работе использовались методы оптической и электронной микроскопии.

Выводы.

В результате сравнительной характеристики месторождений в карбонатных толщах, на основе анализа геолого-структурной позиции и минералого-геохимических условий рудообразования, можно отметить характерные особенности оруденения:

- четкая приуроченность оруденения к разрывным структурам в районах с двухъярусным строением;
- развитие в пределах участков гипабиссальных и субвулканических интрузивных тел, дайковых образований;
- наличие продуктов гидротермального метаморфизма известняков;
- специфический вещественный состав и многостадийность рудообразования: главными рудными минералами являются настуран, коффинит, молибденит, уранинит, торбернит;
- своеобразный состав и уровень накопления главных и второстепенных компонентов во вмещающих породах и рудах;
- наличие изменения физических свойств известняков в процессе рудообразования;
- характерный состав и температура минералообразующих растворов, и температура минералообразования.

Таблица

Сравнительная характеристика эндогенных месторождений в карбонатных толщах

	Месторождение Аргунское (Стрельцовский урановорудный район)	Месторождение Шинколобве (Катангский складчатый пояс)	Казанское рудное поле (Кузнецкий Алатау)
Геолого-структурная позиция	СВТС находится в пределах Монголо-Аргунского внутриконтинентального вулканического пояса, прослеживающегося в Приаргунье, Приморье, на территории Монголии и Китая;	Месторождение образовалось в центральной части Катангского пояса Африки на завершающем этапе	В структурном отношении рудное поле занимает среднюю часть Терсино-Талановской металлогенической
Геохимические особенности	Основные компоненты: U, Mo, Pb, As, Zn; Сопутствующие компоненты: Be, Sn, Th, Rb, Sb, Cs и Li;	Основные компоненты: U, Ni, Co; Сопутствующие компоненты: Mo, Cu, Au, Se; байкальской складчатости.	Основные компоненты: U, Mo, Pb, Cu,; Сопутствующие компоненты: Th, Zr. зоны.
Особенности геологического строения	Месторождение образовалось в западном литолого-структурном блоке Стрельцовой кальдеры. В этом блоке находится узел пересечения разломов глубинной долгоживущей Аргунской зоны и меридиональных разломов, который явился основным магмовыводящим каналом для кислых вулканитов Краснокаменского вулканического аппарата. Этот канал служил и как рудоподводящий в последующий период проявления гидротермальных процессов. Месторождение образовалось в ксенолите доломитизированных известняков, слагающих северный борт Краснокаменского вулкана.	Рудное поле оконтуривается сбросами. Многочисленные трещины, носящие следы дробления; участок месторождения разбит на отдельные блоки и чешуи. Месторождение сложено породами рудной серии, выходящими в виде вытянутого в северо-восточном направлении массива, зажатого среди пород Кунделунгу. Массив рудной серии имеет тектонические контакты с породами Конделунгу и разбит рядом поперечных и продольных сбросов. В приосевой части этот массив имеет прогиб, выполненный породами Кунделунгу.	Месторождение расположено в Кузнецко-Алатауской зоне разломов и находится в карбонатных породах вблизи южной части Талановского грабена. В геологическом строении принимают участие известняки усинской свиты нижнего кембрия, в которых локализуется оруденение, а также ряд других разностей пород.



Продолжение таблицы

	Месторождение Аргунское (Стрельцовский урановорудный район)	Месторождение Шинколобве (Катангский складчатый пояс)	Казанское рудное поле (Кузнецкий Алатау)
Особенности геологического строения		<p>В тектоническом отношении в целом площадь представляет собой антиклиналь, ядро которой сложено рудной серией, а крылья – кунделунговскими породами.</p> <p>На месторождении характерны особые рудовмещающие структуры, образованные в условиях шарьяжно-надвиговых дислокаций, осложненных диапировой протрузией тальково-глистых сланцев, будинажем доломитов и песчаников и послерудными карстовыми полостями, заполненными обвальными брекчиями. Также установлены небольшие силлы и дайки долеритов, пересекающую рудную серию.</p>	<p>Отложения усинской свиты тектонически обособлены структурно-стратиграфическим несогласием от нижележащей терригенно-вулканогенно-карбонатной толщи и представлены известняками с редкими маломощными прослоями карбонатно-глинистых и диаспор-пиррофиллитовых сланцев. Основными структурами рудного поля являются Талановский разлом и Семеновская тектоническая зона, которые входят в систему восточной ветви Кузнецко-Алатауского глубинного разлома.</p>
Вмещающие породы	<p>Нижний структурный этаж: PR<sub>1</sub> метаморфические образования и PR-PZ гранитоиды.</p> <p>Верхний структурный этаж: Доломиты с маломощными прослоями в основании филлитовидных, кремнисто-слюдистых, графитовых сланцев; доломитизированные известняки и доломиты с прослоями кварц-слюдистых, кварц-биотит-амфиболовых гнейсов, сланцев; мраморизованные известняки; метаморфизованные габброиды в амфиболитовой фации (ортоамфиболиты); мраморами, содержащими офикальцит, скаполит.</p>	<p>Нижний структурный этаж: Альгонские породы (сланцы и доломиты RAT, рассланцованные кремнистые доломиты RSF, кремнистые доломиты RSC, доломиты CMN, перемежающиеся доломитовые и графитовые сланцы SD);</p>	<p>Нижний структурный этаж: карбонатно-терригенные отложения PR<sub>1</sub> (известняки, силицилиты, доломиты с прослоями углеродисто-кремнистых сланцев и порфиритоидов), €<sub>1</sub> известняки;</p>

Продолжение таблицы

	Месторождение Аргунское (Стрельцовский урановорудный район)	Месторождение Шинколобве (Катангский складчатый пояс)	Казанское рудное поле (Кузнецкий Алатау)
Вмещающие породы	В зонах кремнещелочного метасоматоза в амфиболитах, гнейсах, в карбонатных породах появляются гранат, флогопит, эпидот, щелочной пироксен.	Верхний структурный этаж: PZ породы Конделунго, нижние и средние горизонты;	Верхний структурный этаж: D <sub>1-2</sub> вулканонно-осадочные отложения (андезитовые порфириды, трахитпорфиры, базальтовые порфириды); D <sub>3</sub> щелочные сиениты;
Эпигенетические вмещающие породы	Основными новообразованиями являются глинистые минералы; Аргиллизиты дорудного комплекса представлены гидрослюдазитами, монтмориллитовыми и каолининовыми метасоматитами; в рудном и пострудном комплексах получили развитие хлорит-монтмориллонитовые, хлоритовые и каолининовы (диккитовые) метасоматиты, содержащие темно-фиолетовый флюорит.	Окварцованные и рассланцованные доломиты.	Доломитизированные известняки, березитизированные известняки, анкеритизированные мелкокристаллические доломиты, кварц-серицитовые агрегаты.
Морфология рудных тел	Крутопадающая штокверкоподобная рудная залежь.	Урановое оруденение в виде мелких жил и прожилков. Нередко эти прожилки, ветвясь и пересекаясь, образуют штокверковый узор. Некоторые же мелкие нарушения в пределах рудоносного пласта иногда содержат жилообразные тела.	Прожилковые и прожилково-вкрапленные текстуры.
Возраст оруденения	Рудообразующие процессы происходили в поздние этапы мезозойской тектономагматической активизации района – после завершения вулканизма и полной консолидации вулканогенных пород.	По данным Л. Менегхела 620–520 млн. лет.	Рудоносная структура приурочена к зоне верхнепалеозойской тектоно-магматической активизации.

## Литература

- Ищукова Л.П. Урановые месторождения Стрельцовского рудного поля в Забайкалье / Под ред. С.С. Наумова. – Иркутск: типография «Глазковская», 2007. – 260 с.
- Геохимия и типы месторождений урана: учеб. руководство для студ. геологических спец. вузов, изучающих геологию радиоактивного сырья/ В.К. Черепнин. – Томск, Изд. ТГУ, 1972 – 362 с.
- Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Г.М. Комарницкий, В.К. Черепнин, В.С. Меньшиков, Захаров З.Б. Минералогорadioгеохимические особенности карбонатных пород, вмещающих урановое оруденение // Геология и геохимия ураново-рудных провинций Сибири. – Новосибирск, 1990. – Т. 6. – С 119 – 140.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТА ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА И ВОСТОЧНОГО САЯНА

**М.И. Закиров**

Научный руководитель доцент Р.Х. Сунгатуллин

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

При прохождении производственных практик автор познакомился с двумя рудными объектами золото-кварц-сульфидной формации в пределах Енисейского кряжа (проявление Тейское) и Восточного Саяна (проявление Раздольное). Данный тип оруденения является широко распространенным и одним из наиболее перспективных для промышленной разработки. Поэтому сравнительный анализ данных объектов, удаленных друг от друга на достаточно большое расстояние (более 1000 км), представляется весьма интересным.

Таблица

Сравнение основных параметров изученных рудопроявлений

Параметры	Рудопроявления	
	Тейское	Раздольное
Вмещающие породы	Биотит-серицит-кварцевые сланцы, метаалевролиты и метапесчаники (RF <sub>1</sub> )	Карбонат-хлорит-серицитовые, кварц-хлорит-серицитовые, кварц-серицит-карбонатные сланцы, андезиты, андезито-базальты (RF <sub>3</sub> )
Геохимические поля	Вторичный литохимический ореол рассеяния золота (1100x300...700 м с содержаниями 10...300 мг/т (среднее 57 мг/т)); элементы-спутники As (до 0,02%), В (до 0,1%), Cu (до 0,01%) и др.	Линейный протяженный комплексный (Au, As, Ag, Cu) поток рассеяния; линейно вытянутые вторичные ореолы рассеяния Au (2200-900x700-100 м с содержаниями золота до 0,5...2 г/т); элементы-спутники As (до 0,1%), Ag (20...3000x10 <sup>-5</sup> %), Sb (2...3x10 <sup>-3</sup> %)
Геофизические поля	Магнитные слабодифференцированные, неконтрастные; электроразведка не проводилась	Методом СЭП-ВП выявлены многочисленные линейные аномалии и цепочки аномалий, аномальные зоны вызванной поляризации ( $\eta_k$ 0,5...1,0 град.), приуроченные к мощным интервалам сульфидизированных метасоматитов; аномальное поле высоких кажущихся сопротивлений (до 3100 Ом·м), связанное с окварцеванием; полосовидный характер магнитного поля связан с многочисленными магнитовозмущающими дайками
Структурный контроль оруденения	Система надвигов (Увожско-Благодатненская), сопровождающаяся зонами интенсивного вторичного расланцевания, меланжа, брекчирования, метасоматических изменений	Система субпараллельных зон вторичного расланцевания, интенсивной трещиноватости, дробления, метасоматических изменений, насыщенных большим количеством даек диоритовых порфиритов, диабазов и диабазовых порфиритов, лампрофиров в зоне Главного Восточно-Саянского разлома.
Связь с магматическими телами	Парагенетическая связь с позднерифейскими гранитоидами	Пространственная и генетическая связь с малыми интрузиями диоритов, кварцевых диоритов, габбро-диоритов ордовика
Рудная формация	Золото-кварц-сульфидная	Золото-кварц-сульфидная
Минеральный состав рудных тел	Серицит (+ мусковит) 55...85%, кварц 10...30 %, хлорит 1...5%, биотит до 1 %, карбонаты – редкие зерна, гидроокислы железа до 3 %, сульфиды – 5...6 % (пирит 3...5%, арсенопирит до 2 %, пирротин до 0,5%, единичные зерна халькопирита, сфалерита)	Карбонаты 30...70%, кварц 5...30%, серицит (+ мусковит) 10...40%, хлорит 1...15%, альбит до 10%, лейкоксен до 2%, гидроокислы железа до 3%, сульфиды 3...15% (пирит до 10 %, арсенопирит до 2 %, единичные зерна пирротина, халькопирита, сфалерита, блеклой руды).
Морфометрия рудных тел	Удлиненно-линзовидные пластообразные крутопадающие тела. 2 рудных тела мощностью 2...72 м (средняя мощность 35 м), прослеженная глубина 150 м	Удлиненно-линзовидные пластообразные крутопадающие тела. 60 рудных тел мощностью 1–32 м (средняя мощность 11 м), прослеженная глубина 150 м
Содержание золота	0,1-5,8 г/т (среднее 1,1 г/т)	0,5-11,4 г/т (среднее 1,45 г/т)
Прогнозные ресурсы	P <sub>2</sub> – 16,8 т	P <sub>1</sub> – 41 т, P <sub>2</sub> – 16,1 т

Литература

1. Сазонов А. М. Геохимия золота в метаморфических толщах. – Томск: ТПУ, 1998. – 166 с.
2. Григоров В. Т. Крупнейшие золоторудные месторождения Енисейского кряжа и Кузнецкого Алатау и их экономическая оценка с позиции стратиформного рудообразования. – Москва: Научный мир, 2003. – 168 с.

3. Стороженко А. А., Васильев Н. Ф., Динер А. Э. Надвиговые структуры и золотое оруденение северной части Енисейского кряжа // Геология и полезные ископаемые Красноярского края и республики Хакасия. – Вып. 4. – Красноярск, 1998. – С. 19 – 25.
4. Корольков А.Т. Геодинамика золоторудных районов юга Восточной Сибири – Иркутск: ИГУ, 2007. – 251 с.

### ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТИТАН-ЦИРКОНОВЫХ РОССЫПЕЙ ЕРГЕНИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (РЕСПУБЛИКА КАЛМЫКИЯ)

**А.О. Захаров**

Научный руководитель профессор В.И. Щеглов

**Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, Россия**

Ергенинская возвышенность расположена в северной части республики Калмыкия, занимая площадь около 10000 км<sup>2</sup>. Ее поверхность покрыта четвертичными, в долинах рек обнажаются неогеновые отложения. В разрезе неогена наибольший интерес представляют пески ергенинской свиты (N<sub>2</sub>e) с повышенными концентрациями титана и циркония. Отложения свиты в пределах рассматриваемой территории представляют собой аллювиальный покров.

Образование титан-цирконовых россыпей представляется следующим образом. Разрушившиеся магматические породы Кавказа, содержавшие титан-циркониевый компонент, отлагались в морских отложениях на территории ергенинской возвышенности. В дальнейшем, с начала среднего миоцена, происходила регрессия моря и вышеописанные морские отложения, оказавшись в континентальных условиях в начале плиоцена, начали разрушаться аллювиальными процессами и переотлагаться в долинах палеорек.

На территории Ергенинской возвышенности организацией ФГУП «Кавказгеолсъёмка» были опробованы выходы ергенинской свиты (всего 832 пробы). Результаты литохимического опробования показали повышенные концентрации титана и циркония и сопутствующих элементов – хрома и ниобия, концентрации которых создают аномалии на участках палеорек неогенового возраста. При совмещении структурно-геоморфологической карты неогена с картами концентраций рудных элементов (Ti+Zr+Nb+Cr) сделаны следующие выводы. При прослеживании направления переноса рыхлого материала вверх по течению палеореки, была обнаружена обширная территория (до 100 км<sup>2</sup>) с повышенными концентрациями, которая соответствует морфоструктуре с максимальными абсолютными отметками на структурно-геоморфологической карте. Коренной источник титан-цирконовых концентраций приурочен к данной морфоструктуре, которая является перспективной для постановки детальных поисковых работ на титан-цирконовое оруденение.

### АЛМАЗОНОСНЫЕ ТУФЗИТЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВИШЕРСКОЙ ГРУППЫ

**Н.С. Иванова**

Научный руководитель доцент В.В. Дьяконов

**Российский университет Дружбы Народов, г. Москва, Россия**

Вишерская группа месторождений алмазов располагается в бассейне реки Вишеры – левого притока реки Камы, пятой по длине реки Пермского края, и территориально приурочена к самому северо-восточному району Пермского края – Красновишерскому.

В тектоническом отношении Пермский край расположен на стыке Тиманского кряжа, западного склона Урала и восточной окраины Восточно-Европейской платформы, а именно Волго-Уральской антеклизы Русской плиты.

В вертикальном разрезе территории выделяются два структурных этажа: нижний – складчатый кристаллический фундамент, сложенный гнейсами и кристаллическими сланцами, содержащими тела магматических горных пород, и верхний – осадочный чехол, мощностью около 3 км, представленный породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Преобладают отложения пермской системы палеозойского периода, которые занимают около 60 % территории и представлены известняками и конгломератами, пестроцветными мергелями и глинами, прослоями белых кварцевых песков.

В пределах Пермского края выделяется четыре алмазоносных района, но наибольшая встречаемость и концентрация алмазов характерна именно для Вишерского.

Наиболее экономически значимые месторождения в пределах Вишерского алмазоносного района приурочены к Колчимскому поднятию, которое представляет собой сложно построенный регион, где в результате пологого надвига с востока на запад на уровень современного эрозионного среза были выведены глубоко залегающие терригенно-карбонатные породы древнего фундамента и платформенного чехла, представленного отложениями рифейско-кембрийского, палеозойского и мезо-кайнозойского комплексов, осложненных разновозрастными пликативными и дизъюнктивными нарушениями.

Достоверно алмазоносными являются две свиты – *колчимская свита (S1kl)* нижнего силура, сложенная известняками и доломитами, и *такатинская свита (D2tk)* среднего девона палеозойского комплекса, представленная кварцевыми песчаниками с прослоями гравелитов и конгломератов. В приплотиковых частях практически всех известных россыпных месторождений алмазов Красновишерского района среди

разновозрастных (рифей–пермь) толщ известны специфические породы глинистого и песчано-глинистого состава, относимые ранее к вторичным коллекторам алмазов.

Их дезинтегрированные части, выходящие на поверхность, относились к корам выветривания (докембрийским, предсилурийским, преддевонским, внутридевонским, последевонским, каменноугольным), неогеновым приводораздельным галечникам и другим образованиям.

Первым на необычность коренных пород, залегающих в бортах алмазоносных россыпей, и на их возможное магматическое происхождение указал В. Р. Остроумов. Доказательство эндогенного происхождения этих пород было получено А.Я. Рыбальченко в конце 1995 г., установившим их инъекционную природу. Последовавшее за этим опробование подтвердило, что именно они и являются источником алмазов в россыпях. Пристальное внимание пермских и петербургских исследователей — Т.М. Рыбальченко, Л.И. Лукьяновой, В.В. Жукова, Ф.А. Курбацкой, С.В. Савченко, Л.П. Лобковой, Л.Н. Шарпенко — к этим образованиям позволило диагностировать в различной степени измененный пепловый материал, аккреционные лапилли и лавокласты. Это дало возможность отнести эти породы к пирокластическим и показать их сходство с «песчаными» туфами лампроитов Австралии. Таким образом, тела, содержащие алмазы и называемые вторичным коллектором, представляют собой не переотложенный материал, а коренной источник алмазов. Подобные образования, называемые «туффизитами», получили известность благодаря работам немецкого геолога Х. Клооса (1941). На Урале такие породы ранее известны не были.

Государственная геологическая съемка, проведенная В.А. Кирилловым, Г.Г. Морозовым и С.А. Киселевым, позволила установить широкое распространение этих пород (Петухов, Куртлацков, 2000) и их присутствие на всех россыпных месторождениях алмазов: Южная Рассольная, Волынка, Спутник-1, 2, Линия-178 и др.

Практически все геологи, проводившие картирование этих образований на Полюдовско-Колчимском поднятии, и исследователи вещественного состава разделяют их на две крупные группы: ранние эксплозивные, насыщенные ксеногенным материалом, и поздние инъекционные, практически без него. Гипергенный облик этих пород одни исследователи связывают с постмагматическим преобразованием (аргиллизацией), другие полагают, что пирокластический материал подвергался изменению (гидролизу) не после становления тел, а в процессе течения газовой-пепловой, а затем и водно-пепловой взвеси. Эксплозивные тела, выполненные пирокластическим и ксеногенным материалом, локализованы вдоль надвигов, сдвигов и границ литологически разнородных пород и в целом слагают мегаштокверк, который совпадает в плане с Полюдовско-Колчимским поднятием (35x10 км).

Наиболее масштабны по своим размерам линейные зоны приповерхностной дезинтеграции — своеобразные аналоги трюбок взрыва, проявленные среди моноклинально залегающих пород или вдоль разломов. Крупные размеры имеют также пластовые залежи и валунные дайки. Тела, сложенные одним лишь пирокластическим материалом, представлены поздними жилами различной мощности. За пределами эксплозивных тел фиксируются разнообразие экзоконтактовые изменения, которые могут использоваться как поисковые признаки. Это эффекты прокручивания и образования валунов в массивных кварцитопесчанниках, а также ореол перекристаллизации и окремнения (джаспероидизации) в карбонатных породах; они связываются с деятельностью отделившихся газов и гидротерм. Присутствие большого количества тел, морфология которых обусловлена тектоническими причинами (принадвиговые брекчи и милониты с пирокластическим цементом), позволяет предположить, что эксплозивный вулканизм проявился на фоне коллизионных движений.

Вулканыты эксплозивных структур Полюдовско-Колчимского поднятия по минеральному и химическому составу существенно отличаются от традиционно алмазоносных пород: лампроитов и кимберлитов. Однако спектр распределения петрогенных оксидов в наименее измененных туффизитах наиболее близок к низкотитанистым неалмазоносным лампроитам Испании и алмазоносным филлитам Бразилии.

Изучение минералогии и петрографии эксплозивных тел позволило установить проявление двух основных процессов, определяющих облик этих пород. Так, в прицентральной части Полюдовско-Колчимского поднятия среди древних пород пирокластический материал изменен до хлорита и смектита. Среди палеозойских толщ по обрамлению поднятия более типичны гидрослюда и иллит. Такие вариации состава могут вызвать предположение о различной степени гидролизного изменения вулканогенного материала в разрезе эксплозивных структур. Второй причиной может быть высокая водонасыщенность пирокластике, что определяет трансформацию не только эндогенного, но и ксеногенного материалов. В туффизитах отмечены регенерация ксеногенного кварца (вплоть до формирования гидрослюдистокварцевой графики) и образование сферолитов халцедона. Однако наиболее активно изменяется карбонатный материал. Он может присутствовать как в виде обломков, теневых структур, так и новообразованных кристаллов. Столь активное преобразование ксеногенного материала приводит не только к контаминации вулканических осадочным материалом, но и к образованию гибридных пород.

Структурным признаком эксплозивно-вулканических систем являются дробление и пространственное «растаскивание» ксенолитов, их галтовка, широкое развитие флюидальной текстуры, проявленной в масштабе как крупных обнажений, так и петрографического шлифа.

Для классификации пород и рыхлых образований, выполняющих эксплозивные структуры, можно использовать несколько признаков: соотношение ксеногенного и эндогенного материала (туффизиты, ксенотуффизиты и ксенофлюидизиты), размер обломков (пепловые, лапиллиевые, лавокластовые и песчаные, галечные, валунные), минеральный состав цемента (хлоритовый, смектитовый, иллитовый) и литологический состав обломков (песчанники, доломиты и др.).

Залегание вулканических пород — от рифейских до нижнепермских — свидетельствует о послераннепермском времени внедрения, что согласуется с широким распространением переотложенного

пирокластического материала в триас-юрских отложениях Верхнекамской впадины. Геологи-производственники предполагают плиоцен-четвертичный возраст [1].

Нами были обнаружены предположительно аналоги вишерских алмазоносных туффзитов в районе Южного Урала. Достоверность наших домыслов предстоит определить на основе изучения прозрачных полированных шлифов из отобранных образцов южноуральских туффзитов и на основе их сравнения с вишерскими.

#### Литература

1. Рыбальченко А.Я., Колобянин В.Я., Рыбальченко Т.М. О новом типе магматизма как возможном источнике уральских алмазов // Моделирование геологических систем и процессов: Материалы регион. науч. конф. – Пермь, 1996. – С. 111 – 113.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

Р.И. Кадыров

Научный руководитель доцент Р.Х. Сунгатуллин

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

Гипс – двуводный сульфат кальция  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ . Это название используется как для обозначения минерала, так и слагаемой им породы. Благодаря своим уникальным свойствам, он широко применяется в различных областях. Гипс как сырье для получения вяжущего строительного материала известен человечеству уже несколько тысяч лет. Начало использования гипса в качестве штукатурки относится к древнейшим временам. Египтяне применяли гипсовую штукатурку в стенах склепов, и она использовалась во всех более поздних цивилизациях [1]. Практическое значение гипса велико, особенно в строительном деле. Модельный или лепной (полуобожженный) гипс применяется для получения отливок, гипсовых слепков, лепных украшений карнизов, штукатурки потолков и стен, в хирургии, бумажном производстве при выделке плотных белых сортов бумаги и пр. В строительном деле он употребляется как цемент при кирпичной и каменной кладке, для набивных полов, изготовления кирпичей, плит для подоконников, лестниц и т. п. Сырой (природный) гипс находит применение главным образом в цементной промышленности в качестве добавки к портланд-цементу, как материал для ваения статуй, различных поделок, в производстве красок, эмали, глазури, при металлургической переработке окисленных никелевых руд и др. [2]. Таким образом, гипс является важным и во многом незаменимым материалом, области применения которого постоянно расширяются, и потребность в нем неуклонно возрастает. Следовательно, изучение геологического строения месторождений гипса для их эффективной разработки является также крайне актуальной задачей.

Таблица

Содержание оксидов химических элементов в пласте

Содержание оксидов химических элементов в пласте гипса, %	Верхний пласт	Нижний пласт
CaO	31,8	32,6
MgO	1,2	0,87
SO <sub>3</sub>	43,1	45,0
CO <sub>2</sub>	3,0	2,2
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3	0,2
Нераств. остаток	2,5	0,6
Гидратная вода	18,7	19,4
CaSO <sub>4</sub> ×2H <sub>2</sub> O	92,8	96,7

Сюкеевское месторождение гипса расположено на правом берегу р. Волга, в Камско-Устьинском районе Республики Татарстан, в 77 км южнее г. Казань. Здесь широко развиты пермские отложения и особенно образования казанского яруса. Месторождение приурочено к нижнеказанскому подъярису и включает два продуктивных пласта: нижний (№ 2) и верхний (№ 1). Нижний пласт состоит из гипса серого, плотного, мелкозернистого и перекрывается на всей площади месторождения слоем доломитов светло-серых, буровато-серых, плотных, с многочисленными включениями кристаллической серы, с гнездами и желваками кристаллического гипса и прожилками селенита. Мощность нижнего пласта составляет 7...10,1 м. Верхний пласт присутствует на всей площади месторождения и слагается гипсом белым и серовато-белым, кристаллическим, плотным, содержащим небольшие прожилки и включения доломита серого и глины зеленовато-серой. Мощность верхнего пласта составляет 4,0...9,4 м [3].

По химическому составу гипс обоих пластов весьма однороден (таблица).

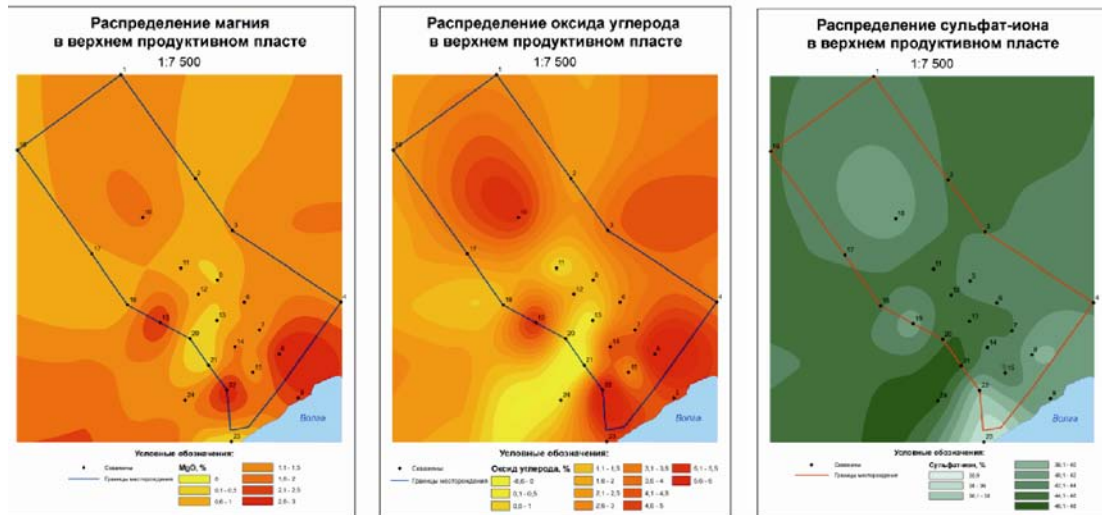


Рис. 1. Модели распределения различных химических компонентов в верхнем продуктивном пласте

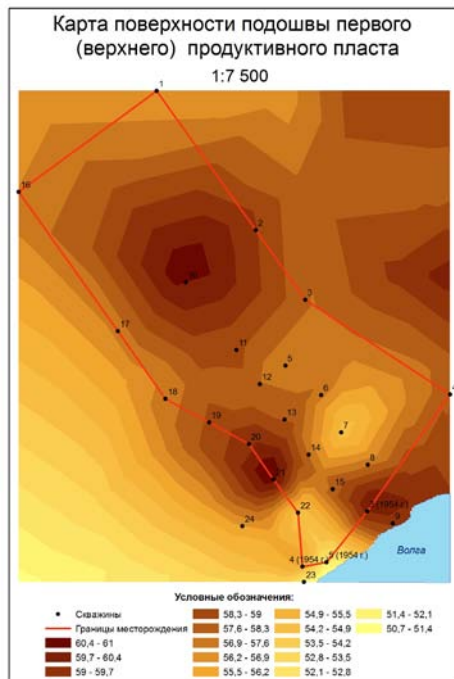


Рис. 2. Карта поверхности подошвы первого продуктивного пласта

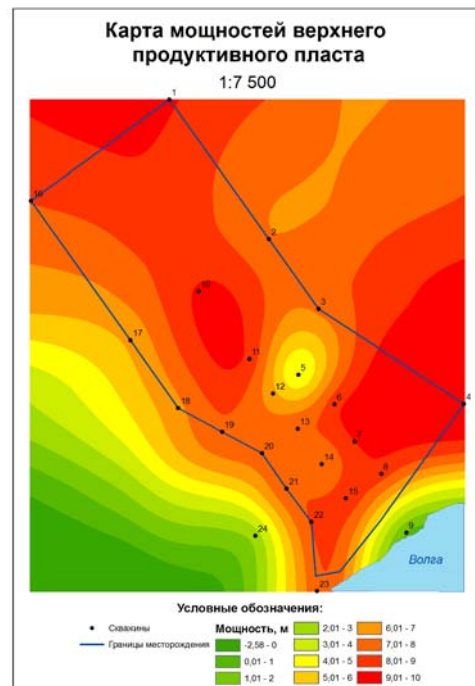


Рис. 3. Карта мощностей верхнего продуктивного пласта

Литература

1. Бейтс Р. Л. Геология неметаллических полезных ископаемых. – М.: Изд-во «Мир», 1965. – 547 с.
2. Бетехтин А. Г. Курс минералогии: учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 721 с.
3. Кадыров Р. И. Условия формирования Сюкеевского месторождения гипса, Республика Татарстан // Сборник докладов XIV Международного научного симпозиума им. ак. М.А.Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященного 65-летию Победы советского народа над фашистской Германией в Великой Отечественной войне 1941 – 1945 гг. Том I; 2-е издание. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – С. 199-200.

**ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ УЧАСТКА «КУСТ» ПО ГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ  
(БАИМСКАЯ РУДНАЯ ЗОНА, ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)**

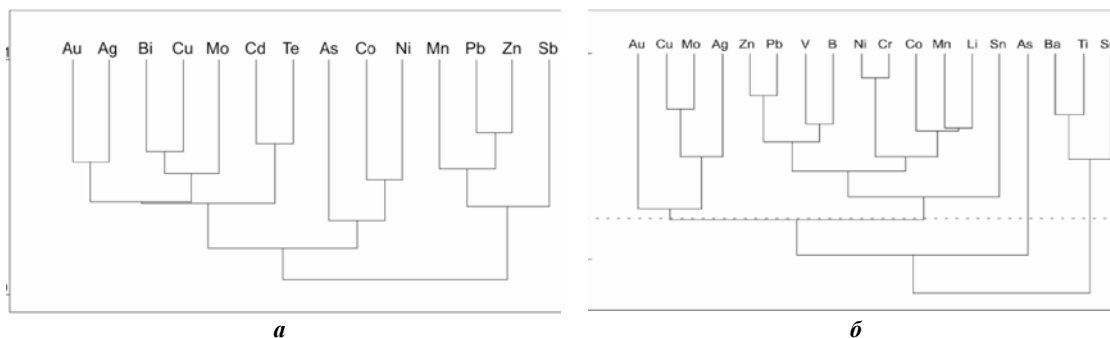
**И.А. Калько**

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

Возвращение стоимости меди к докризисному уровню повышает интерес горнорудных компаний к медно-порфировым объектам. Крупнейшее месторождение меди Песчанка располагается в Чукотском АО в Баимской рудной зоне (прогнозные ресурсы меди ( $C_2+P_1+P_2$ ) при бортовом содержании 0,1 % составляют 11 млн тонн). Участок Куст располагается в правом борту р. Егдэгкыч, в 12 км к северу от месторождения Песчанка в пределах контакта егдэгкычских монзонитов и монцодиоритов с юрскими вулканогенным и вулканогенно-осадочными породами. Перспектива участка Куст может быть переоценена в связи с началом горно-рудных работ на месторождении Песчанка. В 70-е годы на участке Куст проводились поисковые и разведочные работы, в результате которых участок признан не перспективным на медно-порфировое оруденение. Изменение требований к нижнему бортовому содержанию меди в рудах в совокупности с улучшением качества аналитических работ ставят задачу по переоценке ранее забракованных объектов.

В 2009 году на участке Куст с участием автора были проведены геохимические работы, результаты которых легли в основу этой публикации. Медное оруденение приурочено как к сиенодиорит-порфирам егдэгкычского массива, так и к контакту между массивом и юрскими породами, существенную роль в размещении оруденения играют тектонические нарушения трех главных направлений: север-северо-западного, запад-северо-западного и северо-северо-восточного. Рудная минерализация представлена халькопиритом, пиритом, редко встречаются борнит, халькозин, галенит. В юрских породах часто встречаются штокверки, в которых первичные рудные минералы замещаются малахитом, азурином, лимонитом. В породах егдэгкычского комплекса рудное вещество чаще сохраняется в слабоизмененном виде, слагая вкрапленники и образуя сульфидные и кварц-сульфидные прожилки. Характеристика рудной минерализации на участке была проведена по результатам штучного опробования, параметры рудных тел взяты из отчетов предшественников.

На участке было отобрано 3500 литохимических проб по сети 100×20 м. Результаты спектрального анализа показывают, что Cu, Zn, Mo, Ag, Pb, Au присутствуют в аномальных концентрациях более чем в 10 % проб. Анализ корреляционных взаимоотношений между элементами во вторичных ореолах, позволяет выделить ассоциацию элементов, характерную для медно-порфирового типа оруденения: Cu-Mo-Ag-Au (рис. 1 а).



**Рис. 1. Дендрограмма корреляционных связей между элементами на участке Куст:  
а) во вторичных ореолах рассеяния, б) по штучным пробам**

Вторичные ореолы меди широко распространены на площади съемки (рис. 2). По результатам пространственно-статистического анализа в строении аномального геохимического поля участка выделяются структурные зоны аномального геохимического поля (АГХП) в составе: ядерная часть, промежуточная и внешняя зоны. Были выделены 7 наиболее богатых структур в пределах участка, предположительно отвечающих рудным штокверкам. На участке проведены горные работы, которыми частично вскрыты богатые интервалы: на севере участка канавой 19 вскрыта наибольшая по площади и контрастности аномалия меди. Остальные ядерные части вскрыты горными выработками лишь частично. В то же время слабая по контрастности аномалия в районе канавы № 17, вскрывает медное оруденение с содержанием меди до 0,5% (среднее содержание 0,2 % на интервале около 40 м).

Результаты штучного опробования подтверждают сделанные выводы о наличии в пределах участка Куст медно-порфирового оруденения, для которого характерны корреляционные связи между Cu, Mo, Bi, Au, Ag (рис. 1 б)

Результаты съемки по вторичным ореолам рассеяния позволили выделить наиболее богатые структуры, большая часть из которых не вскрыта горными выработками. Распределение меди во вторичных ореолах рассеяния может указывать на слабоэродированные структуры, слабо проявленные во вторичных ореолах рассеяния (штучная проба с содержаниями 2,4 % меди на границе с медной аномалией в контуре 0,03...0,1 %). Для заверки выявленных аномалий необходимо бурение скважин средней глубины. Оценка прогнозных ресурсов меди по вторичным ореолам рассеяния на участке Куст, рассчитанная для параметров среднего объекта ( $\alpha=0,6$ ;  $N=200$  м [2]) с учетом коэффициента остаточной продуктивности  $k=0,34$  (полученного на месторождении



Песчанка) составляет около 1 млн. тонн меди. При этом данная оценка может быть скорректирована в пользу увеличения при подтверждении наличия на участке не вскрытых эрозией штокверковых тел.

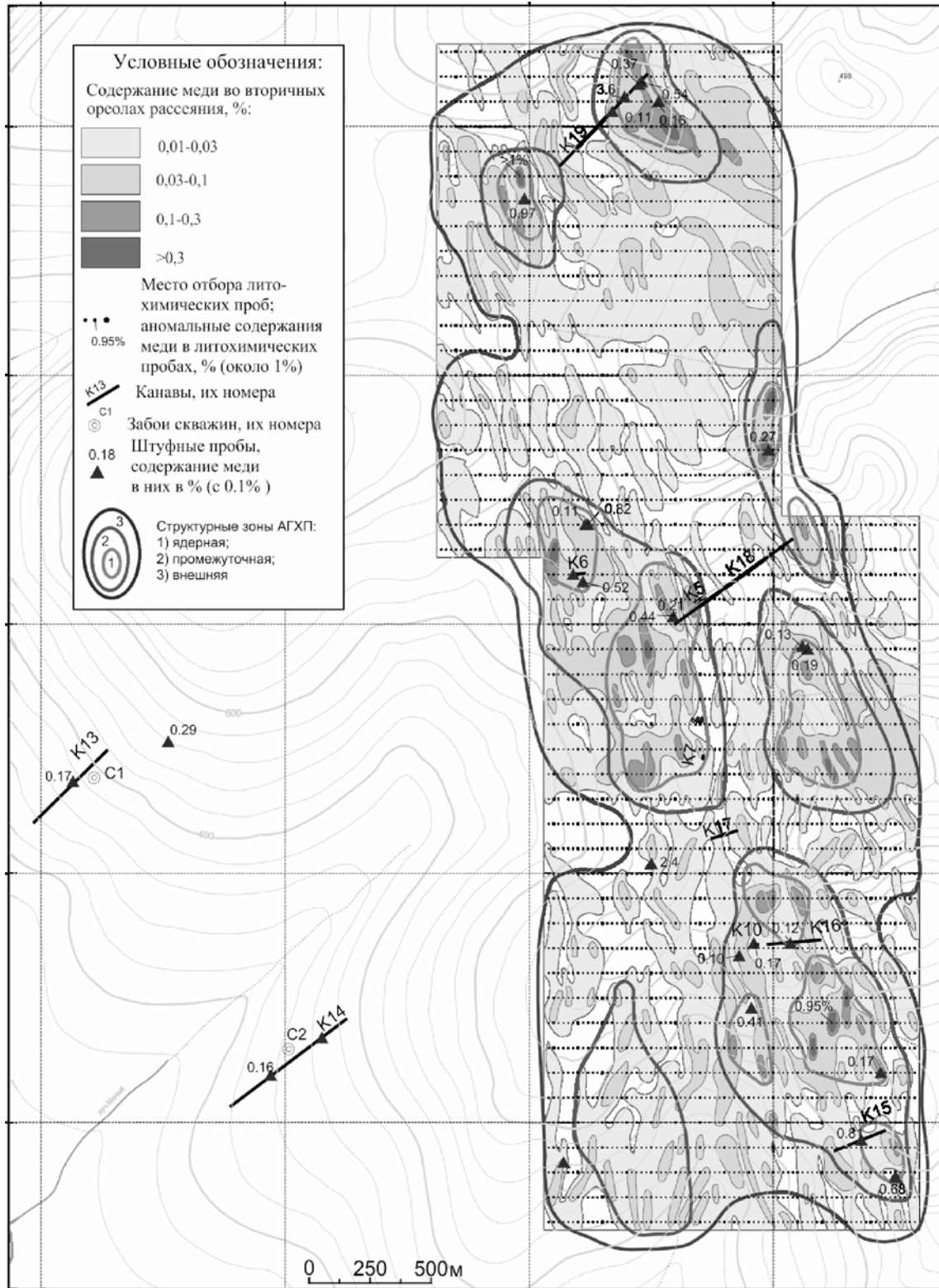


Рис. 2. Вторичные ореолы меди по результатам литохимического опробования на участке Куст

## Литература

1. Волков А. В., Савва Н. Е. и др. Закономерности размещения и условия формирования Au-содержащих Cu-Мо-порфировых месторождений северо-востока России // Геология рудных месторождений. – 2006. – Т. 48. – № 6. – С. 512 – 539.
2. Григорян С.В., Соловов А.П., Кузин М.Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – М.:Недра, 1983. – 191 с.

**О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗМЕЩЕНИЯ ВОЛЛАСТОНИТОВОГО СЫРЬЯ  
В СИНЮХИНСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)****С.А. Коротких**

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

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

В 2006 году завершился цикл работ по строительству и монтажу оборудования на Синюхинской волластонитовой фабрике. Начат выпуск готовой продукции – волластонитового концентрата.

Золото-скарновый, с элементами стратиформного, тип оруденения является основным промышленно-генетическим в рудном поле. Наличие волластонитового сырья в промышленных масштабах значительно повышает ценность недр месторождения. Оруденение распространено в форме линзо-пластообразных и плитообразных залежей скарнов различного состава, в том числе существенно волластонитового, мощностью от долей до первых десятков метров и протяжённостью до первых сотен метров. Обычны локальные раздувы и метасоматические залежи неправильной формы. Морфологические типы скарновых тел обусловлены наличием литологических границ, характером структурного контроля и особенностями поступления глубинного тепла и метасоматических растворов на участки локализации скарнов.

До недавнего времени скарновый процесс в рудном поле рассматривался как единый факт метасоматического формирования всего многообразия скарнов по составу, а перекристаллизация их с образованием более поздних генераций скарновых минералов связывалась с наложением последующего метасоматоза и рудного процесса [4 – 6]. Данной точки зрения придерживается и автор. При этом большинство исследователей, от самых ранних [1], «начинали» скарновый процесс с образования волластонита, после чего следовало образование везувиана, гроссуляра, диопсида и т.д. По мнению В.А. Вахрушева [2], последовательность отложения волластонит – пироксен – гранат, идущая с замещением более сильных оснований более слабыми, «выдерживается во всех месторождениях и может быть проиллюстрирована многочисленными примерами». Существует и альтернативная точка зрения, согласно которой образование волластонита, эпидота и рудных ассоциаций рассматривается в составе ретроградных скарнов, в соответствии с представлениями американских геологов о генезисе скарновых месторождений [3, 7, 8].

На состав и текстурно-структурные особенности минералогических разновидностей скарнов накладывал существенный отпечаток состав исходных пород. Скарны по карбонатным породам имеют обычно волластонитовый, гранат-волластонитовый и пироксен-гранат-волластонитовый состав, но при этом по тем же известнякам образуются гранатовые и пироксен-гранатовые (со светлоокрашенным гранатом и пироксеном) разновидности. Гранатовые и пироксеновые скарны по лабрадоровым порфиритам, андезитам и их туфам более тёмные и железистые. Для «тёмных» скарнов характерна ассоциация с магнетитом, пиритом, пирротином, сфалеритом, халькопиритом, иногда с арсенопиритом. Для «светлых» – с борнитом и халькозином.

*Волластонитовые, гранат-волластонитовые и пироксен-гранат-волластонитовые скарны* широко распространены по всей площади рудного поля, имеют самостоятельное экономическое значение как ценный вид минерального сырья. Могут иметь смешанный состав и давать постепенные переходы к волластонитсодержащим гранатовым и пироксен-гранатовым скарнам. Характерна тесная связь с карбонатными породами. Часты постепенные переходы к мраморизованным известнякам, с образованием смешанных карбонатно-скарновых разновидностей (скарно-известняков), что необходимо учитывать в технологическом процессе. Светлоокрашенные, от серовато-белых до снежно-белых, грубошестоватого, шестовато-лучистого и игольчатого строения агрегатов. Обычна примесь светло-бурого, реже коричнево-бурого, граната в виде вкрапления зёрен, зернистых идиоморфных выделений и сплошных масс.

Выявлено линейное расположение участков и тел волластонитовых скарнов. Линейность контролируется зонами тектонических нарушений древнего заложения СЗ и субширотной ориентировки. Морфологически такие разломы выражены линейными зонами скарнирования данного направления и круглыми контактами карбонатных массивов.

В разрезах, ориентированных в СВ направлении, хорошо заметен «стратиформный» характер залежей волластонита. Главным сочетанием здесь является наличие круглого СЗ тектонического нарушения и пологого литологического контакта карбонатных и вулканогенных пород. В таких случаях возникают наиболее крупные раздувы волластонитовых залежей. Вдоль зон СЗ нарушений вертикальная мощность волластонитовых тел максимальна, с постепенным уменьшением в стороны от разломов данных направлений. Для скарновых тел в поперечном разрезе характерна седлвидная форма. Для удобства условимся считать скарновые тела подобной морфологии «залежами 1-го типа».

Подобным, но несколько отличным, образом, ведут себя залежи волластонита и на участках флексурного перегиба пород в зоне термодинамического воздействия интрузии гранодиоритов. Максимальная

мощность и частота встречаемости волластонитовых скарнов наблюдается в ядре складки второго порядка, на переходе от крутого залегания пород вулканогенной толщи, к пологому. В северном направлении, по падению контактов карбонатных прослоев, мощность волластонитовых скарнов невелика (до первых метров), но, в отличие от скарновых тел первого типа, они распространяются на значительные площади при существенно пластовой и плащеобразной морфологии. При этом скарновые «плащи» вытянуты в субмеридиональном направлении и контролируются мощными и выдержанными по простиранию дайками синюхинского комплекса среднего и кисло-среднего составов.

Если для залежей 1-го типа характерны повышенные мощности при относительной их компактности (крупные гнездообразные тела и линзы), то залежи второго типа носят более стратиформный, выдержанный и площадной характер, и, как следствие, обладают большими ресурсами волластонита. На площади рудного поля к первому типу могут быть отнесены скарновые тела существенно волластонитового состава Файфановского, Нового, Промежуточного участков, ко второму – скарновые залежи участков Западного, Юбилейного, Рудной Сопки, Полушахтного и Нижнего. И если тела 1 типа наиболее благоприятны для золото-скарнового оруденения, то в телах 2 типа золоторудная минерализация более бедная, менее сконцентрированная, она как бы «рассеяна» в значительных объёмах скарнов. Поэтому волластонитовые залежи 2 типа обладают максимальными перспективами на основной прирост ресурсов и запасов волластонитового сырья.

В общем случае, для обоих вышеописанных морфологических типов волластонитовых скарновых тел, главным и наиболее благоприятным структурным критерием их локализации, является переход крутых тектоно-литологических элементов (в данном случае контактов известняков с вулканитами) в пологие.

По данным изучения волластонитовых скарновых тел можно наметить следующие основные критерии их локализации: стратиграфические (структурно-стратиграфические), литологические, магматические, структурные.

Стратиграфические критерии. Благоприятными для локализации золото-медно-скарнового оруденения и волластонитового сырья являются отложения усинской свиты среднего кембрия, что обусловлено чередованием в составе свиты карбонатных и вулканогенных пород. В вышележащих терригенных толщах оруденение не установлено, но возможно выявление жильной кварцево-золото-сульфидной минерализации.

Литологические критерии. Связаны со стратиграфическими. Необходимое условие локализации волластонитовых залежей – контакты карбонатных и силикатных пород, благоприятные для реакций диффузионно-метасоматического обмена и инфильтрации. При этом наиболее предпочтительны контакты известняков и туфов. На контактах с плотными андезитами возникают лишь маломощные (доли метра) прослои и линзы волластонитов. Наиболее мощные залежи образуются на участках «загрязнения» известняков силикатным материалом. Это могло происходить, как при выбросах пирокластики и выпадения её на приподнятую относительно лавовых потоков поверхность карбонатных массивов, так и при разрушении карбонатных построек, с образованием обломочных шлейфов смешанного состава вдоль тектонических уступов. При этом должны были соблюдаться определённые пропорции в соотношении силикатной и карбонатной составляющих субстрата: при их несоответствиях процесс скарнирования происходил либо не полностью, либо же образовывались существенно гранатовые скарны.

Магматические критерии. В масштабе рудного поля определяются, прежде всего, термальным воздействием Синюхинского гранодиоритового массива. Более локально магматический критерий выражен зоной прямого термодинамического влияния интрузии, охватывающей полосу шириной 400 м вдоль контакта массива. В этой зоне расположены все волластонитовые залежи 2 типа участков Западного, Юбилейного, Рудной Сопки, Нижнего и Полушахтного. Намечается, но не является пока окончательно установленным, критерий связи компактных раздувов волластонитовых скарнов с крупными и протяжёнными дайками средне-кислого состава. Прежде всего, это относится к расположенным вне зоны прямого термодинамического воздействия интрузии залежам волластонита 1 типа. Связь парагенетическая: дайки средне-кислого состава повышенной мощности (10...40 м) служили конденсаторами и кондукторами глубинного тепла, обеспечивая основную тепломассопоток вдоль своих границ. Дайки основного состава эту роль выполнять не могли в силу своей маломощности и дискретно-сетчатого характера распределения в объёме пород. Это приводило к быстрому рассеянию и сбросу тепла во вмещающую среду даже при значительных объёмах дайковых тел средне-основного состава.

Структурные критерии локализации являются одними из наиболее важных. Разделяются на пликвативные и дизъюнктивные. Роль пликвативных структур наиболее велика для залежей волластонита 2 типа, которые приурочены к резкому структурному перегибу и антиклинальной складке второго порядка, связанной с термодинамическим воздействием внедряющегося Синюхинского массива. Ещё к одной локальной складке 3 порядка приурочена основная часть залежей Нижнего участка. Роль древних нарушений СЗ и субширотного простираний является определяющей в локализации залежей 1 типа и рассмотрена выше. Значение наиболее распространённых в рудном поле нарушений субмеридионально-северо-восточной ориентировки, на наш взгляд, относительно невелико в силу того, что основной скарновый процесс происходил в условиях повышенных (500...700°) температур и, как следствие, пластичности горных пород. В этих условиях движение растворов носит существенно поровый характер и роль трещиноватости не столь значительна, как в последующем гидротермальном процессе.

#### Литература

1. Берук И.И., Жабин В.В., Побединский Г.Г. Об условиях распределения золота на одном из скарновых месторождений // Труды СНИИГГИМС, 1966. – Вып. 39. – С. 150 – 162.

2. Вахрушев В.А. Минералогия, геохимия и образование месторождений скарново-золоторудной формации – Новосибирск: Наука, 1972. – 275 с.
3. Гусев А.И. Перспективы Горного Алтая на волластонитовое сырье // Разведка и охрана недр. – 1997. – № 4. – С. 12 – 15.
4. Лузгин Б.Н. Зональность скарнов и руд Синюхинского рудного поля // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Алтайского края. – Прокопьевск, 1968. – С. 103 – 105
5. Потапов А.А. Зональность и поисковые критерии золотого оруденения на примере Синюхинского скарнового месторождения в Горном Алтае // Промышленно-генетические типы месторождений Сибири и геохимические предпосылки их комплексного использования. – Новосибирск, 1990. – С. 84 – 93.
6. Щербаков Ю.Г., Павлова Л.К., Мельникова Р.Д., Цимбалист В.Г. Геохимия золота в Синюхинском скарново-рудном поле (Горный Алтай) // Геохимия и условия образования руд золота и редких металлов. – Новосибирск: Наука, 1972. – С. 7 – 20.
7. Эйнаути М.Т., Мейнерт Л.Д., Ньюберри Р.Д. Скарновые месторождения // Генезис рудных месторождений. – М.: Мир, 1984. – Т. 1. – С. 401 – 514.
8. Ettlinger A.D., Meinert L.D. Gold in the Soviet Union. A study of the Veselyi Mine, Siniukhinskoe District, Siberia USSR // Brit. Colum. Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, Prof. Paper, 1990. – P. 2 – 13.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ,  
МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ УРАНОВОГО  
ОРУДЕНЕНИЯ И РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОРЕТКОНДИНСКОЕ  
(ВИТИМСКИЙ УРАНОВОРУДНЫЙ РАЙОН)**

**Е.С. Малышева**

Научный руководитель профессор В.В. Авдонин

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

Месторождение Кореткондинское экзогенно-эпигенетического палеодолинного типа расположено в Центральном Забайкалье на территории республики Бурятия в пределах Хиагдинского рудного поля Витимского урановорудного района, на северном склоне Байсыханского поднятия.

Ранее проведенными работами ВИМСа было установлено, что рудовмещающие отложения в изучаемом районе разделяются на осадочную (нижнюю), вулканогенно-осадочную (среднюю) и вулканогенную (верхнюю, плато-базальты) пачки.

В изученном субширотном разрезе через палеодолину Кореткондинская-3 ниже впадения притока палеодолины Кореткондинская-3а месторождения Кореткондинское вскрыт фундамент, представленный слабо измененными мелкокристаллическими трещиноватыми розовыми с белыми пятнами гранитами, сменяющимися зоной дезинтеграции по ним мощностью порядка 25 метров, представленной щебнем и дресвой, заключенными в глинисто-песчаный материал. Количество песчано-глинистого материала незначительно в нижней части разреза зоны дезинтеграции, увеличивается в направлении к верхней части зоны и в самых верхах этот материал преобладает. Цвет зоны дезинтеграции в нижней части табачный (зеленоватый) с желтым оттенком, в верхней – желтый, охристый, за счет большого количества желтых гидроксидов железа, развитых по поверхности щебня, дресвы и «пропитывающих» цементирующий песчано-глинистый материал.

По всему профилю на зоне дезинтеграции с размывом залегают несортированные глинисто-алеврито-песчаные разнозернистые породы с большим количеством щебня и дресвы гранитов, с гравийным материалом – хлидолиты (нижняя пачка). Цвет пород преимущественно желтый, реже белый и сероватый с желтыми пятнами. Мощность отложений увеличивается от тальвега палеодолины к ее бортам от 4...5 м до 13 м, соответственно, причем наибольшая мощность этих отложений наблюдается в восточном борту. Песчаный материал представлен, главным образом, полевым шпатом и кварцем, гравий кварцевый и гранитный, щебень и дресва – гранитного состава. Обломочный материал полукатанный и неокатанный. Изредка среди этих отложений встречаются маломощные (до 2 м) глинисто-песчаные отложения серого цвета, с гравием и углефицированными растительными остатками черного цвета. Среди желтоцветных отложений углистый детрит встречается крайне редко.

В прибортовых частях долины они сменяются вверх по разрезу плохо сортированными глинисто-песчаными с гравием отложениями мощностью 10...12 м, с примесью пеплового материала и обломочков базальтов песчаной размерности – вулканогенно-осадочная пачка. В верхней части разреза их цвет серый, темно-серый, в нижней (над хлидолитами) – белый, реже желтый. Установлено, что зона белесых пород афациальна (цвет меняется с белого на серый в пределах одной фации), поэтому предполагается, что обеление имеет эпигенетическую природу и является результатом вторичного восстановления как первично желтоцветных пород, образовавшихся за счет размыва коры выветривания, так и желтоцветно окисленных пород. Кроме того, встречаются желтые пятна, маломощные интервалы, слойки, обусловленные наличием перераспределенного (сбросового) железа, появляющегося при вторичном восстановлении желтоцветных пород. В центральной части палеодолины, на желтоцветных хлидолитах залегают отложения, представленные переслаиванием аналогичных сероцветных глинисто-песчаных пород мощностью 1...2 м с вулканогенным материалом и серых с зеленоватым оттенком пород алевритовой размерности с углистым детритом, с примесью песчаного материала и гравия (мощность 1...2 м). Алевритовая размерность и зеленоватый оттенок, возможно, обусловлены увеличением количества пеплового материала, что будет уточнено при петрографических исследованиях. Общая мощность этого типа разреза 8 метров. Состав песчаного материала полевошпат-кварцевый, вулканогенного – пепел и

обломочки базальта, гравийного – кварцевый и гранитный. Для всех пород характерно присутствие хаотично распределенных углефицированных растительных остатков черного, иногда бурого цвета.

Рудовмещающие отложения перекрыты базальтами плотными массивными серого, темно-серого цвета, среди которых отмечаются пористые, кавернозные выветрелые базальты бордового, сиреневого, розоватого и зеленого цвета – вулканогенная пачка.

По данным рентгенофазового анализа (лаборатория ВИМСа), в алевролите содержание терригенного материала, представленного кварцем, калиевым полевым шпатом, плагиоклазом, пироксеном, варьируют от 61 до 83 %. Количество глинистого материала, представленного гидрослюдой, каолинитом с незначительной примесью монтмориллонита, значительно меньше - от 17 до 39 %. Содержания каолинита варьируют от 69 до 84 %, гидрослюды – от 12 до 29 %, монтмориллонита – от 0,5 до 3,5 %. В трех пробах песков песчаный материал представлен плагиоклазом, кварцем, калиевым полевым шпатом. Количество кварца составляет от 33 до 47 %, плагиоклаза - от 16 до 27 %, КПШ – от 16 до 19 %. Глинистый цемент гидрослюдисто-каолинистый с незначительной примесью монтмориллонита. При изучении шлифов нередко отмечается преобладание монтмориллонита над каолинитом и гидрослюдой, что, по-видимому, обусловлено разложением вулканогенного материала.

Минеральный состав глин продуктивных отложений отвечает составу коры выветривания витимканских гранитоидов. Незначительная примесь монтмориллонита, вероятнее всего, свидетельствует о добавке разложенного пеплового материала. Существенная (до 4,5 %) примесь обломков пироксенов, вероятнее всего, свидетельствует о присутствии реликтов метаморфических пород.

Автором было установлено, что в субмеридиональном профиле через палеодолину урановорудные интервалы локализованы в проницаемых сероцветных отложениях, в верхней части разреза, над зоной белесых пород. Иногда урановорудные интервалы приурочены не только к сероцветным интервалам, но и смещаются в контактирующие с ними белесые породы. Белесые, и залегающие под ними первично желтоцветные породы, характеризуются повышенным радиоактивным фоном (по данным ГК), что, по-видимому, обусловлено движением ураносодержащих кислородных вод по этим проницаемым отложениям и сорбцией урана на гидроксидах железа, а также его концентрацией в глинистом цементе. Вниз по долине, на выклинивании белесых и залегающих над ними оруденелых пород, весь разрез сероцветный и представлен единым аномальным по радиоактивности интервалом (от верхней части зоны дезинтеграции до базальтов). Представляется, что именно в этой части продольного профиля можно ожидать основное рудное тело максимальной мощности.

Таким образом, основное рудное тело характеризуется пластовой морфологией (мощность варьирует от 2,5 м до 6,8 м), вариациями содержания урана от 0,019 % до 0,047 % и локализовано в сероцветных породах, обогащенных углефицированными растительными остатками, в верхней части разреза отложений палеодолины, между платобазальтами и зоной белесых пород. По данным рентгеноспектрального анализа (лаборатория ВИМСа) рудные образцы характеризуются содержаниями U от 0,011 до 0,18 %, а также повышенными концентрациями следующих элементов:  $P_2O_5$  – 0,030...0,31 %, S – <0,01...0,73 %,  $TiO_2$  – 0,19...3,7 %,  $Fe_2O_3$  – 0,68...6,7 %, Y – 0,0021...0,0099 %, Zr – 0,011...0,038 %.

В образцах, изученных на просвечивающем электронном микроскопе (лаборатория ВИМСа – В.Т.Дубинчук, В.В. Ружицкий, Г.А.Тарханова), установлено, что основным урановым минералом является нингиоит (фосфат  $U^{4+}$ ), локализованный на поверхности обломочных зерен и в глинистом цементе среди слоистых алюмосиликатов в виде крупных удлиненных хорошо раскристаллизованных кристаллов (микродифракционные картины (МДК) четкие точечные), но чаще в виде обособлений с низкой степенью совершенства кристаллической структуры, о чем свидетельствуют диффузные кольцевые МДК. При анализе состава различных нингиоитов в спектре элементов отмечаются Ca, P, U, Zr, редкоземельные элементы, Fe, S. Не исключено, что последние два элемента связаны в тонкодисперсном дисульфиде железа (пирите), тесно ассоциирующем с нингиоитом. Довольно часто, в глинистом цементе встречаются ураносодержащие аморфные образования, представленные многокомпонентными (Ti, P, U, Ca, S, Fe, Zr и др.) гелями с разной степенью раскристаллизации и с высоким содержанием Ti. Иногда в них диагностируются (по расчету МДК) тонкодисперсные слабо раскристаллизованные нингиоит и анатаз и крайне редко коффинит. В единичных случаях встречается тонкодисперсный нингиоит, приуроченный к обломкам лейкоксенизированного диоксида титана.

Изучение вещественного состава руд только начато и приведенный материал является предварительным информационным.

#### Литература

1. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 610 с.
2. Максимова М.Ф., Шмариович Е.М. Пластово-инфильтрационное рудообразование – М.: Недра, 1993. – 159 с.

## РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ МЕРИДИОНАЛЬНЫХ ТЕЛ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «ОЛЬЧА» К.С. Мартемьянова

Научный руководитель старший преподаватель Т.Е. Мартынова  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рудопроявление Ольча расположено в водораздельной части Хебикенджинских гор Юкагирского плоскогорья, в междуречье среднего течения Коркодона и Арыкимбы. Оно локализуется в отложениях кедонской вулканогенно-осадочной серии (средний девон-нижний карбон) чехла Омолонского срединного массива Яно-Колымской складчатой системы.

Проявление открыто в 1966 году геологом Сеймчанского РайГРУ Северо-Восточного геологического управления В.П. Показаньевым, предварительно разведывалось в начале 1970-х годов В.П. Показаньевым, Г.Г.Потапенко, Е.Ф. Дылевским и др. В настоящее время интерес к этому объекту возрос в связи с необходимостью дальнейшего развития золотодобывающей промышленности в этом экономически слабо развитом и удаленном районе Магаданской области.

Данная работа основана на материалах, полученных при полевых и лабораторных исследованиях и с учетом анализа опубликованных данных. Объектом исследования является ХХХ рудное тело. Изучение проводится с целью детализации вещественного состава и выявления особенностей руд и метасоматитов. Рудное тело имеет овальные очертания с вытянутостью в меридиональном направлении, длину 16,5 и ширину около 5,0...5,5 м. По сути, это крупная линза с сетью карбонат-кварцевых жил с адуляром, пронизывающих вмещающие осадочно-вулканогенные толщи, относимые к кедонской серии среднего-верхнего девона, которые подстилаются архейскими гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболитами, кристаллическими сланцами, кембрийскими доломитами, известняками, алевролитами, песчаниками, конгломератами, нижнеордовикскими известняками, песчаниками, гравелитами и конгломератами. Контакты жил при большой сложности микроморфологии довольно четкие, местами сорваны, и по ним размещаются маломощные зонки дробления и милонитизации, причем дроблению подвергаются и адуляр-кварцевые жилы.

Образцы для изучения вещественного состава пород и руд были отобраны из канавы, проходящей вкрест простираения ХХХ рудного тела. Изучение велось оптическими методами с применением текстурно-структурного анализа.

Жильные образования месторождения Ольча имеют все признаки близповерхностного генезиса, выражающиеся в широком развитии типичных для золотосеребряных месторождений колломорфно-полосчатых, с участием халцедона, а также брекчиевых, кокардовых и каркасно-пластинчатых текстур. К полосам халцедона в колломорфно-полосчатых халцедон-адуляр-кварцевых агрегатах приурочена пылевидная вкрапленность рудных минералов.

Выделено три основных генетических группы текстур: текстуры замещения, образование которых связано с метасоматическим замещением пород и руд; текстуры отложения, образование которых объясняется различными условиями роста минеральных агрегатов – свободным или стесненным, а также различным характером заполнения трещин, и текстуры катаклаза, в которых зафиксированы «результаты» разрушения вмещающих пород и ранних минеральных агрегатов с последующей цементацией обломков.

Ниже приводится характеристика минерального состава руд, выявленная на основании микроскопического метода исследования (таблица). Основу рудной минерализации месторождения составляют сульфиды.

Таблица

Минеральный состав руд месторождения Ольча

Группа	Главные	Второстепенные
Метасоматические	Серицит Кварц	Эпидот Хлорит
Жильные	Кварц Адуляр	Кальцит
Рудные	Пирит Халькопирит Акантит	Электрум Халькозин Сфалерит
Гипергенные	Ковеллин Гидроокислы Fe	Малахит Гидроокислы Mn

Характеристика минералов:

а) Метасоматические минералы.

*Эпидот* замещает обломки вмещающих ксенотуфов дацит-андезитового состава. Эпидотизация в рудном поле развита неравномерно и максимально в зонах крупных тектонических нарушений.

В рудных телах эпидот появляется на участках их пересечения с зонами эпидотизации. Здесь он сохраняется в обломках вмещающих пород, либо разрушается вместе с породой.

*Серицит* развивается по полевым шпатам в вулканитах и присутствует в кварц-адуляровом ритмично-полосчатом агрегате, образуя, тонкие (0,5...2 мм) ритмы на границе кварца и адуляра. В этих полосах он отлагается в виде ксеноморфных тонкочешуйчатых скоплений. Серицит попадает также в рудные тела с обломками гидротермально-измененных вмещающих пород совместно с хлоритом и пиритом.

*Хлорит* – метасоматический минерал. Повсеместно устанавливается его площадное развитие по вмещающим породам. Пятнистые скопления хлорита в рудных телах приурочены к их центральным частям, где обычно преобладает карбонат и содержится значительное количество обломков измененных вмещающих пород.

б) Жильные минералы.

*Кварц*. В рудах месторождения отчетливо установлена одна из генераций кварца (третья), установленных предшественниками. Кварц обладает фарфоровидным, белым цветом, обусловлен непрозрачной, скрытокристаллической структурой. Для данного минерала характерна ассоциация с кальцитом. Из рудных минералов в кварце наиболее распространен халькопирит. Мощности жил, выполненные данным кварцем, составляют 0,5...2 м.

*Кальцит* - наиболее распространен в рудных телах месторождения и составляет иногда до 85 % жильного выполнения. Кальцит образует агрегаты белого цвета, мелко-среднекристаллического строения. Скопления этого минерала приурочены к центральным частям рудных тел. Здесь он ассоциирует с хлоритом, эпидотом и белым фарфоровидным кварцем третьей генерации, нередко цементирует обломки вмещающих пород и агрегаты продуктивного кварц-адулярового парагенезиса. Из рудных минералов в кальците в незначительных количествах присутствует пирит. В рудном поле отмечаются также многочисленные прожилки позднего кальцита, секущие все более ранние минеральные образования.

*Адуляр* отмечается в двух разновидностях: кирпично-красный и белый. Минерал образует единичные ритмы, реже до 2...3 в чередовании с кварц-серицитовым агрегатом, содержащим вкрапленность минералов продуктивного парагенезиса. Мощность ритмов до долей мм. Адуляр чаще развивается в маломощных (1...5 см) прожилках. Белый адуляр наиболее широко представлен в измененных вмещающих породах совместно с хлоритом.

в) Рудные минералы.

Сульфидность рудных жил месторождения Ольча низкая и не превышает 0,5 %. В то же время в метасоматитах содержание пирита может достигать 5...7 %.

*Пирит* наиболее распространенный рудный минерал, но развит преимущественно в метасоматитах в виде идиоморфных вкрапленников размером 0,5...3 мм кубического и пентагондодекаэдрического габитусов. Количество вкрапленников во вмещающих породах варьирует от 0,5 до 7 % и уменьшается по мере снижения гипсометрических отметок рельефа. Для метасоматического пирита характерны мелкие (0,05...0,1 мм) редкие включения сфалерита.

В рудных телах в основном кластогенный и привносится с обломками метасоматически измененных вмещающих пород.

*Халькопирит* наиболее распространенный минерал продуктивного парагенезиса. Именно этот минерал в основном определяет медный геохимический профиль руд месторождения. Преобладающий размер его выделений 0,01...0,7 мм, а на бонанцевых участках они могут достигать 3...5 мм. Обычно это ксеноморфные обособления, тесно сростающиеся с халькозином, реже – со сфалеритом.

В зоне окисления халькопирит замещается минералами ряда малахита.

*Акантит* по распространенности среди минералов продуктивного парагенезиса занимает второе место после халькопирита. Акантит развит в ассоциации с халькозином и ковеллином, что обуславливает образование синих медных выцветов по краям обособлений минерала. Характерно преобладание акантита над халькозином. Отмечаются размеры зерен до 0,1 мм.

*Сфалерит* отмечается исключительно редко в тесной ассоциации с халькопиритом, пиритом. Размеры ксеноморфных выделений составляют 0,01...0,06 мм.

г) Минералы зоны окисления.

Наряду с исключительно низкой сульфидностью руд можно констатировать и их слабую окисленность. Из гипергенных минералов на верхних горизонтах месторождения широко развит пиrolюзит. Его образование связано с разрушением марганцевистых карбонатов. Он заполняет все микротрещины в кварц-серицитовом жильном материале. Здесь также проявлена лимонитизация пирита на 10...15 %. Минералы меди в основном слабо окислены. Небольшие ореолы медных выцветов и халькозиновые каймы окисления наблюдаются на зернах халькопирита, замещенного на 10...20 %.

В бонанцевом участке корочки малахита развиты по борниту, халькозину, но также не превышают 10 % замещения первичных рудных минералов. Таким образом, руды рудного поля Ольча можно отнести к слабо окисленным.

Самородное золото – основной минерал-концентратор Au в рудах месторождения. Здесь преобладает его низкопробная разность – электрум. Установлено преобладание свободной формы самородного золота. Его сростания с халькопиритом составляют не более 10 %. Основная часть золота представлена фракциями 0,01...0,05 и 0,05...0,1 мм с частицами комковидной, пластинчатой и плёночной формы.

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Характерной особенностью руд является их относительно низкая сульфидность (не более 0,5 %). Тип руд – убогосульфидный.

2. Из сульфидных соединений в рудах преобладают халькопирит, пирит, акантит. Наличие медных сульфидов определяет особенность данных руд – медную геохимическую специализацию. Все остальные минералы группы сульфидов развиты весьма ограничено (менее 0,1 %).

3. Выявлено три типа генетических текстур (катаклаза, отложения, замещения), характерных для месторождений близповерхностного генезиса.

4. На основе изучения взаимоотношений рудных жил и прожилков в горных выработках и штуфах, а также микроминеральных сростаний и вариаций составов минералов, можно выделить следующие парагенезисы руд: кварц-адуляр-халькопирит-электрум-акантитовый – продуктивный, карбонат-кварцевый – постпродуктивный.

#### Литература

1. Воробьева С.В. Методы лабораторного исследования вещественного состава минералов в отраженном свете: учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 164 с.
2. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания: пер. с нем. / под ред. А. Г. Бетехина. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. – 1135 с.
3. Савва Н.Е. Минералогия руд и генетические особенности месторождения Ольча (Омолонский срединный массив) // Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 39 – 65.
4. Уткин Ю.В. Вулканогенные обломочные породы. Учебное пособие. – Томск: ЦНТИ, 2002. – 148 с.

### ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРОДОЛЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОЛОТОНОСНОЙ ЗОНЫ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

**Р.К. Марьясов, А.В. Шнайдер**

Научный руководитель профессор В.А. Макаров  
Сибирский федеральный университет г. Красноярск, Россия

Интенсивные геолого-поисковые работы последних лет, проводимые в пределах Енисейского кряжа на северо-западном продолжении Центральной золотоносной зоны, привели к выявлению промышленно значимых золоторудных объектов – месторождения Высокое (Е.В. Покровский, 1956–1964 гг.), Золотое (Ю.М. Петров, 1993 г., ЦГИ "Прогноз", 2006 г.). Кроме того, выявлен ряд перспективных площадей и комплексных аномалий, которые требуют заверки и оценки. В этой связи является актуальной задача построения геолого-поисковых моделей золоторудных объектов, ожидаемых на площади. Одной из таких площадей является Право-Нойбинская золотоносная площадь.

Право-Нойбинская площадь расположена в среднем течении р. Правая Нойба. В структурно-тектоническом плане площадь имеет блоковое строение. Узкие линейные тектонические блоки северо-западной ориентировки сложены образованиями 3-х формационных комплексов: метаморфическими породами малогаревской метасерии, метаморфизованными образованиями тейской серии и слабо метаморфизованными терригенными отложениями сухопитской серии. Блоки разделены взбросо-надвигами и разломами неустановленной морфологии. Наибольший поисковый интерес представляют блоки, сложенные породами сухопитской и тейской серий, в которых широко развиты гидротермально-метасоматические и динамометаморфические образования, благоприятные для локализации золоторудной минерализации.

Один такой блок охватывает водораздельное пространство ручьев Кедровый и Кузнецовский (левые притоки реки Правая Нойба). В нем предшествующими исследованиями выявлена обширная зона углеродистого метасоматоза (5x0,8 км), с локальной зоной березитизации (1000x20 м), вмещающая проявление золота "Кедровое" (рисунок). Зона приурочена к фронтальной части надвига, по которому метаморфические образования архея надвинуты на породы свиты хребта Карпинского. Проявление "Кедровое" представляет собой зону интенсивного окварцевания (300x5 м) со средним содержанием золота 1,8 г/т (в отдельных пробах до 5 г/т). Прожилки кварца мощностью до 0,5 см составляют 10...20 % горной массы. Сульфиды представлены пиритом и пирротинном. Ожидаемый формационный тип оруденения золото-кварцевый. По результатам проведенных работ ЦГИ "Прогноз" в 2009 г. (литогеохимическая съемка масштаба 1:25000 с сетью опробования 200x40 м), была выявлена аномалия золота с комплексом элементов-спутников.

Геохимическое поле золота и комплексная аномалия его элементов-спутников расположены в поле развития пород раннего протерозоя. Аномалия золота находится на северо-восточном склоне водораздела ручьев Непроходимый и Кедровый, в плане имеет изометричный характер, слегка вытянута в северо-восточном направлении (800x1100 м) и пространственно связана с толщей кристаллических сланцев кварц-сланцевого состава и зонами метасоматических изменений: березитизации, орговикования, окварцевания. В геофизических полях аномалия золота расположена на фланге высокоинтенсивной положительной магнитной аномалии в пределах значений 200...500 нТ.

Комплексная аномалия элементов спутников расположена на северо-западном склоне водораздела ручьев Кедровый и Непроходимый. Аномалия представлена следующим набором элементов: Ag, Mo, V, Cd, P, Zr, Pb, которые тесно коррелируют между собой. Осевые линии аномалий серебра, ванадия, молибдена, фосфора показаны на рисунке. Поля Cu, Ni, Zn, Sr, смещены по уклону рельефа. Латеральная зональность в плане проявлена слабо, более выражена поперечная зональность в направлении с северо-востока на юго-запад: Ag→V+P+Zr+Mo→Cu→Ni+Zr→Zn. Пространственно комплексная аномалия связана с зонами тектонически ослабленных, повышенно проницаемых пород, представленных амфиболовыми и кристаллическими сланцами. В этой зоне также проявлено скарнирование и окварцевание. В северо-западной части на периферии комплексной аномалии выявлены линейные тела пегматитов протяженностью от 250 до 700 м и мощностью до 20 м.



Комплексная геохимическая аномалия совпадает с высокоинтенсивным положительным магнитным полем до 7000 нТ, что подтверждает ее сульфидную (пирротин) природу.

Геолого-геохимическая ситуация в зоне рудопроявления «Кедровое» очень близка к Чингасанскому рудному узлу, где вблизи кварцево-жильного золотого проявления, в зоне углеродистого метасоматоза и березитизации, было выявлено золото-сульфидно-кварцевое месторождение «Высокое» с промышленными запасами золота. Сравнивая рудопроявление «Кедровое» и месторождение «Высокое» и исходя из подобия геолого-геохимической обстановки, можно заключить, что прогнозный потенциал тектонического блока «Кедровый» сопоставим с месторождением «Высокое».

Второй изученный блок пород сухопитской серии вмещает участок «Сосновый». Блок занимает всю северо-восточную половину Право-Нойбинской площади (рисунок). В пределах этого блока известна протяженная (более 5 км) зона березитизации в металавролитах пород рифея шириной до 100 м. К ней приурочено проявление золота «Сосновое». Степень березитизации пород весьма неравномерная. Проявление «Сосновое» представлено мелкими зонами прожилкового окварцевания в виде нитевидных прожилков или линзовидных выделений кварца размером 5x10 см. Степень окварцевания нарастает в юго-западном направлении, где фиксируются кварцевые жилы мощностью до 0,5...0,6 м. Содержание золота в зонах окварцевания находится на уровне 0,2...2,0 г/т. Ожидаемый формационный тип оруденения золото-кварцевый.

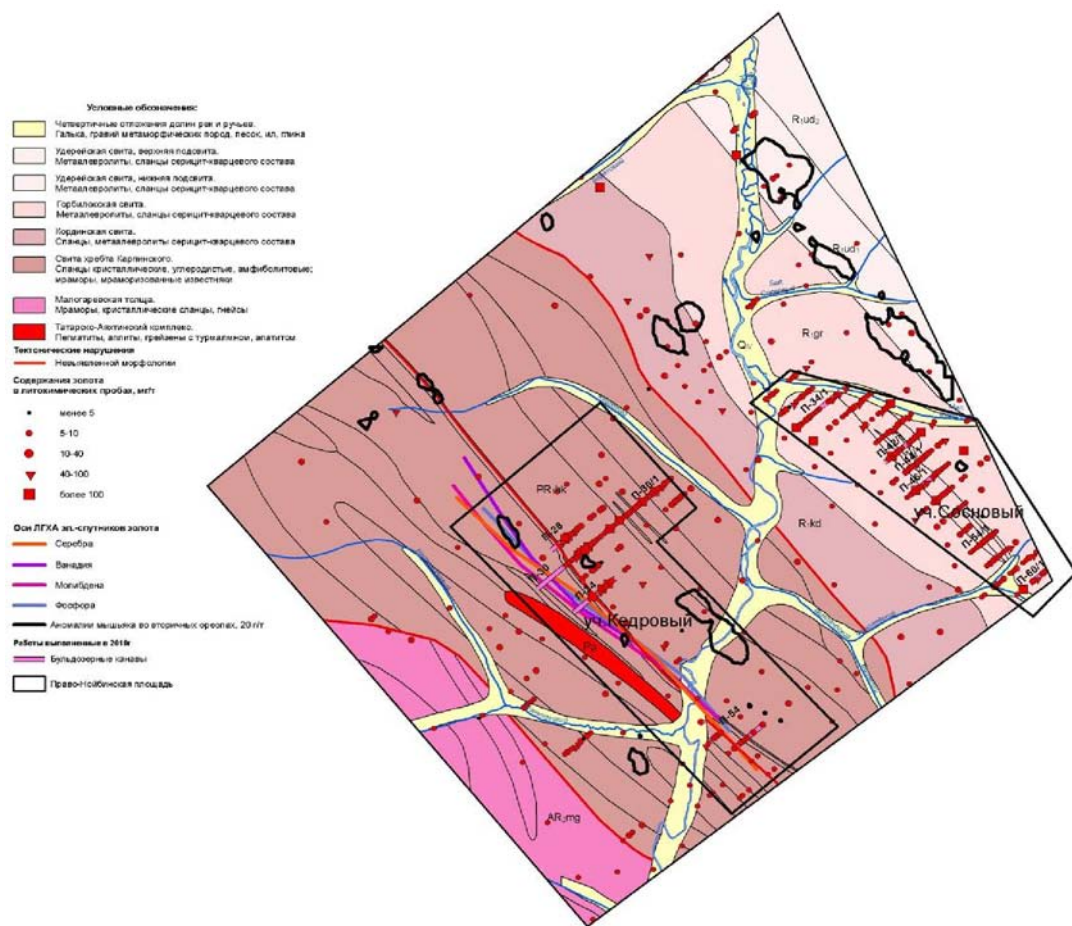


Рисунок. Геолого-поисковый план Право-Нойбинской площади

В пределах тектонического блока «Сосновый» литохимическими работами установлено высокоинтенсивное аномальное поле мышьяка (20...50 г/т) четковидной формы, ориентированной под острым углом к залеганию геологических структур северо-западного направления. Протяженность аномалии 3 км при ширине 400 м. Однако аномалий золота там не отмечено. В юго-восточной части Право-Нойбинской площади установлена комплексная аномалия золота и мышьяка, которая выделена в участок «Сосновый». Аномалия ориентирована согласно залеганию геологических структур. Содержания золота достигают более 100 мг/т, в эпицентрах поля мышьяка содержания его варьируют от 20 до 50 г/т. Пространственная корреляция геохимических аномалий мышьяка и золота с зонами березитизации и углеродистого метасоматоза также свидетельствует о возможности обнаружения здесь золоторудных объектов. В пределах участка «Сосновый» планируется производство поисковых, а затем (при получении положительного результата) и оценочных работ.

Кроме литохимических аномалий золота и мышьяка, благоприятным поисковым признаком в пределах Право-Нойбинской площади является наличие крупных промышленных россыпей золота. Следует

отметить, что вверх по реке Правая Нойба, выше площади проектируемых работ, выявлены лишь мелкие непромышленные россыпепроявления.

В целом Право-Нойбинский потенциальный рудный узел характеризуется слабо интенсивными мелкими аномалиями золота и широким спектром его элементов-спутников – Ag, В, Мо, As, Сu, что характерно для надрудных частей золотокварцевых месторождений.

В полевой сезон 2010 на Право-Нойбинской площади в пределах участков "Сосновый" и "Кедровый" были проведены заверочные горные работы. Результаты пробирного анализа бороздовых проб отобранных по канавам позволили выделить контуры рудных зон. Мощность зоны на участке "Кедровый" около 20...40м, простирание северо-западное, содержания колеблются в пределах от 1 до 9 г/т. На участке "Сосновом" повышенные концентрации золота отмечены лишь в 10 пробах (по 3-м канавам), содержания варьируют от 0,6 до 4,2 г/т.

Результаты горных работ подтверждают рудную природу геохимических аномалий Право-Нойбинской площади и заслуживают заверки буровыми работами.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДОРАЗВЕДКИ КИЯ-ШАЛТЫРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФЕЛИНОВЫХ РУД

И.А. Опарин

Научный руководитель доцент О.М. Гринёв

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Кия-Шалтырское месторождение нефелиновых руд (уртитов) наряду с Мазульским месторождением известняков является основной сырьевой базой для глиноземного производства на Ачинском глиноземном комбинате. Недропользование месторождением осуществляется Открытым акционерным обществом «РУСАЛ Ачинский Глиноземный Комбинат» (ОАО «РУСАЛ Ачинск»).

Кия-Шалтырское месторождение эксплуатируется с 1969 г. Его запасы последний раз утверждались ТКЗ 15.12.1972 г. и составляли 220 млн т. (протокол № 1974), для подсчета использовались параметры кондиций, утвержденные в 1959 г. За прошедшие 40 лет эксплуатации месторождения эти запасы погашены и сегодня обеспеченность балансовыми запасами нефелиновой руды категории В по состоянию на 1.01.2010 г. составляет не более 1 года, т.е 3...5 млн т. Имеющиеся остаточные запасы категории С<sub>1</sub> были подсчитаны с использованием данных разведочных работ, проведенных по редкой, не удовлетворяющей современным требованиям, разведочной сети 400 x (200...400) м. К балансовым отнесены запасы в контуре проектного карьера при максимальной глубине отработки +480 м (рисунок).

Основанием для постановки работ по доразведке месторождения явилась острая необходимость наращивания запасов руд, повышения достоверности их количественных и качественных параметров и степени изученности рудного тела для исключения рисков сокращения сырьевой базы предприятия и оптимизации использования нефелиновых руд в технологическом процессе, отвечающих современным условиям разработки.

Основными задачами геологической разведки явились:

- в границах горного отвода произвести доразведку Кия-Шалтырского месторождения нефелиновых руд до рентабельной глубины отработки +480 м.;
- изучить морфоструктурные особенности рудного тела и качество нефелиновых руд (уртитов) на глубоких горизонтах;
- определить закономерности пространственного размещения и объём дайковых пород в рудном теле, включая его некондиционные участки [1];
- изучить породы скальной вскрыши для определения пригодности на производство строительного щебня и постановка их на баланс;
- провести подсчет (пересчет) запасов нефелиновых руд (уртитов) по категориям В и С<sub>1</sub>;
- изучить гидрогеологические, гидрологические, инженерно-геологические и экологические условия эксплуатации месторождения при отработке глубоких горизонтов;
- определить основные типы и масштабы развития сульфидной минерализации в пределах рудного тела и контактирующих с ним породах [4].

Характер качественных изменений рудного тела с глубиной по данным разведки показан в таблице [1].

Таблица

Характер качественных изменений рудного тела с глубиной

Блоки между горизонтами	Содержание компонентов в %			
	кремнезем	глинозем	окись железа	сумма щелочей
Выше гор. 880 м	40,29	27,77	4,85	13,20
Гор. 880-800	40,26	27,60	5,17	12,88
Гор. 800-680	40,07	27,54	5,02	13,17
Гор. 680-600	40,32	27,30	4,93	13,09
Гор. 600-480	40,49	27,61	4,67	13,60
Ниже гор. 480	40,58	27,52	4,43	14,87

Исходя из этих данных при подсчете запасов и постановке их на баланс, были сделаны выводы:

1. Расхождения в качестве руды на различных горизонтах месторождения незначительны и закономерного характера не обнаруживают;

2. Качество руд постоянно по всем сечениям и блокам. Заметно некоторое понижение качества руд в южной, быстро выклинивающейся на глубину, части месторождения, где содержание  $Al_2O_3$  снижается на 0,8...1,0 %. Эксплуатационными работами определено, что по содержанию глинозема и щелочей выделяется 4 технологических сорта руд: 1) высокоглиноземистые (богатые) руды ( $Al_2O_3 \geq 27,5\%$ ) – 21 %; 2) рядовые руды ( $Al_2O_3 = 26,0...27,5\%$ ) – 50 %; 3) низкоглиноземистые (бедные) руды ( $Al_2O_3 = 24,0...26,0\%$ ) – 24 %; 4) низкощелочные руды (сумма щелочей в пересчете на  $Na_2O \leq 12,7\%$ ) – 5 %. В результате доразведки Кия-Шалтырского месторождения ожидаемое количество запасов нефелиновых руд (уртитов) по категории В+С<sub>1</sub> составит 80 млн т (с учётом объемов добычи 2010–2011 гг.) в том числе категории В – 45...50 млн т, С<sub>1</sub> – 30...35 млн т. Перевод запасов категории С<sub>1</sub> в категорию В составит 40...45 млн т.;

3. Морфология рудного тела уртитов при доразведке его глубоких горизонтов существенных изменений не претерпела. Предполагается несколько подводющих каналов уртитового расплава – в северной, центральной и южной частях рудного тела [1];

4. Увеличения количества и объёма дайковых тел в рудном теле с глубиной не наблюдается. Основные пучки даек сосредоточены в северной, центральной и южной его частях и по всей вероятности трассируют места подводющих каналов уртитового расплава. Значительная часть даек размещена за пределами рудного тела в вмещающих породах – к югу и северу от него [1];

5. В ходе обследования пород в контурах карьера подтверждено распространение примеси сульфидов (от 1–3, локально до 10 %) в габброидах и урритах, а также в экзоконтактных толщах [1, 3];

6. Отработка тела уртитов разведанных горизонтов должна сопровождаться бесперебойной откачкой обильных трещинных вод.

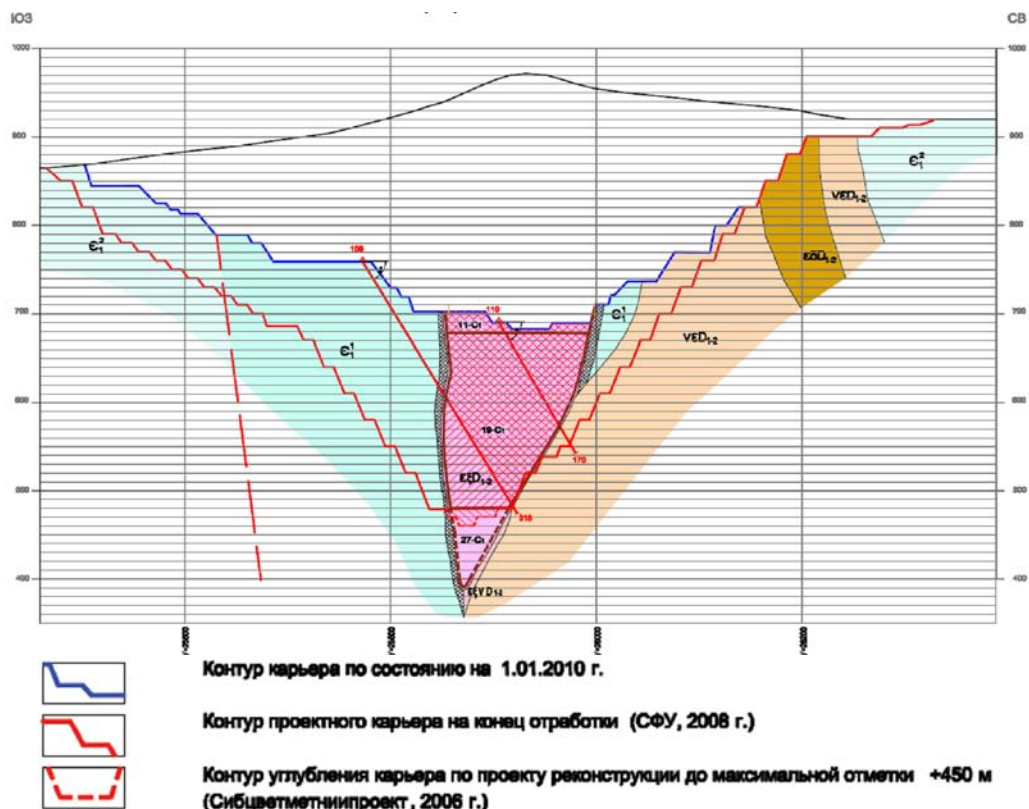


Рисунок. Современный и планируемый поперечные контуры карьера [1]

#### Литература

1. Гринёв О.М. Эволюция щелочно-габброидного магматизма Кузнецкого Алатау. Автореферат. – Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 1990. – 18 с.
2. Гринёв О.М. Рифтовые системы Сибири: методология изучения, морфотектоника, минерагения. – Томск: Издательство СТУ, 2007. – 434 с.
3. Родыгина В.Г., Гринев О.М. Нефелин-пироксен-пирротиновые и пироксен-пирротиновые породы Кия-Шалтырского массива (Кузнецкий Алатау) // ЗВМО АН СССР. – 1988. – Вып. 6. – Ч. 117. – С. 668 – 674.
4. Сазонов А.М., Леонтьев С.И., Гринёв О.М. и др. Геология и золото-платиноносность нефелиновых пород Западной Сибири. – Томск: Издательство ТПУ, 2000. – 248 с.

**КОСМОСТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
РУДНОГО АЛТАЯ (РОССИЙСКАЯ ЧАСТЬ)****Ф.С. Прокопьев, А.И. Бушманов**

Научный руководитель профессор А.А. Поцелуев

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

Выявление новых месторождений твердых полезных ископаемых является стратегически важным направлением в развитии экономики России. На данный момент перспективными в геологии являются дистанционные методы исследования на основе данных спутникового зондирования, которые позволяют существенным образом повысить эффективность проводимых поисков новых месторождений [1 – 3, 7].

Территория работ охватывает смежные части Рудно-Алтайского, Коргонско-Терехтинского и Чарышского блоков в пределах Алтае-Саянского сектора Урало-Монгольского складчатого пояса. По административному делению она принадлежит к Алтайскому краю. Необходимость проведения на данной территории дистанционных исследований связано с тем, что Рудный Алтай является очень перспективным на предмет обнаружения рудной минерализации и месторождений. На данном этапе впервые планируется применение дистанционных методов, что позволит уточнить критерии оруденения. В самом принципе методики поисков месторождений полезных ископаемых заложено требование использования комплекса методов для изучения территории на перспективность оруденения. Таким образом, получение новых данных при помощи анализа космических снимков даст возможность прогнозирования на территории Рудного Алтая новых, еще не открытых месторождений, с применением самых передовых методов.

В распоряжении авторов при выполнении данной работы были материалы двух спутников систем космической съемки: Terra и Landsat 7 ETM+. Также использовались данные радарной съемки SRTM, при помощи которых была построена цифровая модель рельефа (ЦМР). Съемка производилась в летний период 2000 и 2003 годов, соответственно. Спектрорадиометр MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), установленный на спутник Terra, позволяет получать снимки в широком спектральном диапазоне (36 каналов). Автором были использованы 7 каналов снимка Modis и 8 каналов Landsat. Максимальное пространственное разрешение для космоснимков – 250 м для Modis и 15 м для Landsat. Дешифрирование производилось на двух уровнях генерализации (УГ). Для достижения мелкомасштабного УГ использовался снимок Modis, а для крупномасштабного УГ – снимок Landsat. На более крупном УГ уменьшается воздействие шумов, которые широко проявляются на снимках с меньшей генерализацией (Landsat, Spot). Более высокий УГ позволяет увидеть объекты дешифрирования регионального масштаба.

Геологическому дешифрированию предшествует этап первичной подготовки и обработки данных дистанционного зондирования. Дешифрирование является следующим этапом обработки данных дистанционного зондирования. Методика, по которой выполняется дешифрирование приведена во многих источниках. Автор пользовался методикой, описанной Поцелуевым А.А. и др [6].

В процессе дешифрирования были выделены два основных вида объектов: линеаменты и кольцевые структуры, которые выделялись по комплексу признаков. Наиболее информативными для картирования линеаментов оказались Modis и ЦМР. Это связано с тем, что эти данные дистанционного зондирования менее подвержены воздействию техногенных шумов.

Картирование линеаментов проводилось по ряду признаков:

- прямолинейные участки элементов рельефа;
- прямолинейные фрагменты границ между блоками с различной текстурой рельефа;
- линейные границы разновидностей растительного покрова;
- ландшафтные неоднородности линейной морфологии;
- прямолинейные участки границ между геологическими телами и др.

Первичная разбраковка картируемых объектов выполнялась в соответствии с опубликованной методикой [6]. Она подразумевает исключение линеаментов техногенной природы, что проводилось непосредственно в процессе дешифрирования. К таким объектам относятся дороги, просеки в лесных массивах, линии электропередач, трубопроводы, границы сельхозугодий, разновозрастные лесные вырубки и горельники и другие подобные им. Для дешифрирования кольцевых и дуговых структур одинаково хорошими оказались данные как Modis, так и Landsat. В результате проведенной работы было выявлено около 60 кольцевых структур различного масштаба.

Признаками выделения дуговых и кольцевых структур являются:

- дуговые и кольцевые границы между блоками с различной текстурой рельефа;
- дуговые и кольцевые границы между геологическими телами;
- границы ландшафтных неоднородностей дуговой и кольцевой морфологии.

В результате выполнения формального дешифрирования выявлены определенные закономерности расположения линеаментов и кольцевых структур. На основе анализа расположения линеаментов выявлены закономерности их размещения в пространстве. Превалирующими направлениями являются СВ, СЗ и широтное простирания. Изучение размещения кольцевых структур и их взаимоотношения показало закономерность расположения КС. Более крупные структуры, как правило, включают в себя несколько более мелких КС.

Установлено, что кольцевые структуры имеют взаимосвязь с региональными разломами. Разломы и кольцевые структуры, как правило, совмещены в пространстве.

В районе Рудного Алтая уже выявлено большое количество полиметаллических месторождений и рудопроявлений [4, 5]. В результате наших работ установлена пространственная взаимосвязь кольцевых структур и линеаментов с известными рудными объектами, что позволяет рассматривать их в качестве критериев рудоносности и выделять перспективные участки. В целом, в региональном плане существует закономерность размещения уже известных месторождений в северо-западном направлении. В этом же направлении проходит и направление крупных региональных разломов. Отмечается приуроченность месторождений к сочленению разломов разного порядка.

Пространственная связь месторождений полиметаллов и кольцевых структур также хорошо прослеживается. Оруденение тяготеет к кольцевым образованиям малого диаметра, которые, в свою очередь, располагаются в структурах более крупного диаметра. Также месторождения тяготеют и структурам малого диаметра, не входящим в кольцевые структуры большего диаметра.

По результатам выполнения данной научной работы авторами были получены новые данные и выявлены факторы рудоконтроля в Российской части Рудного Алтая. Проведенные исследования показывают следующее:

- наиболее информативным для выявления линеаментов и разломов является данные спутниковой системы Landsat; для выявления кольцевых структур одинаково хорошо подходят как Landsat, так и Modis (для разных уровней генерализации);

- существует закономерность размещения кольцевых структур относительно разрывных нарушений, выявлена их приуроченность к разломам и трассирование кольцевыми структурами разломов (видимо, это связано с зонами глубинной магматической активности, вдоль которых располагаются разрывные нарушения).

- подавляющее большинство всех полиметаллических месторождений тяготеют к сопряжению разрывных нарушений СЗ, СВ и широтного направлений и оруденение тяготеет к кольцевым образованиям малого диаметра, которые, в свою очередь, как правило, располагаются в структурах более крупного размера.

#### Литература

1. Можаяев Б.Н., Жученко А.Г. Современное состояние и перспективы развития геоиндикационного метода дешифрирования аэро- и космических снимков // Тез. докладов на совещании «Геоиндикационный метод дешифрирования аэро- и космических снимков». – Свердловск, 1983.
2. Можаяев Б.Н., Можаяева В.Г., Кудрявцева Е.Н. Формализация описания природных индикаторов разрывных нарушений // Автоматизированная обработка аэрокосмических съемок при геологических исследованиях. – Л.: ВСЕГЕИ, 1983.
3. Петрусович М.Н. Аэрометоды при геологических исследованиях – М., 1961.
4. Попов В.В. Региональные палеотектонические факторы образования крупных полиметаллических месторождений Рудного Алтая // Геология рудных месторождений. – 1998. – Т. 40. – № 4. – С. 370–378.
5. Попов В.В., Стучевский Н.И., Демин Ю.И. Полиметаллические месторождения Рудного Алтая. – М.: 1995. – 420 с.
6. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: STT, 2007. – 228 с.
7. Рябухин А.Г., Макарова Н.В., Макаров В.И. Космические методы в геологии. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 146 с.

### ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ МОЛИБДЕНОВЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

О.Е. Пустовит

Научный руководитель доцент Ю.В. Попов

*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Растущие объемы потребления молибдена определяют необходимость наращивания его ресурсного потенциала. В России более 83,5 % разведанных и более 73 % предварительно оцененных запасов молибдена сосредоточены в Забайкалье и в Республике Хакасия и связаны со штокверковыми месторождениями (Агаскырское, Бутдаинское, Жирекенское, Сорское, Орехитканское и др.). Ещё одной традиционной и перспективной провинцией является Большой Кавказ. Здесь основные запасы связаны с шеелит-молибденитовыми рудами Тырнаузского пластово-залежевого скарнового месторождения, но с 60-х годов XX века известны и жильные рудопроявления молибденита. Группа таких слабоизученных проявлений расположена в горной части Республики Адыгея на территории Даховского и Шибабинского поднятий.

Жильные молибденовые и висмут-молибденовые рудопроявления пространственно и генетически связаны с герцинскими полигенными гранитоидными массивами западной части зоны Передового хребта Большого Кавказа. Ранние фазы массивов образованы последовательно диоритами, гранодиоритами и двуслюдяными гранитами даховского комплекса; завершающие – малыми интрузиями лейкократовых гранитов и гранит-аплитов малкинского комплекса.

Оруденение локализовано на участках развития грейзенизированных, мусковитизированных и окварцованных гранитов даховского комплекса, расположенных над невоскрытыми эрозией апофизами субщелочных лейкократовых гранитов малкинского комплекса. Такие участки характеризуются концентрически-зональным развитием метасоматических ореолов, к ядерным частям которых приурочены зоны скарнирования и

грейзенизации, пространственно совмещённые с литохимическими комплексными аномалиями вольфрама, молибдена, висмута, свинца и олова. Тектонический контроль оруденения проявлен в приуроченности оруденелых полевошпат-кварцевых жил и линз к системам тектонических нарушений, сопряжённых с региональной Пшекиш-Тырныузской шовной зоной и принадлежащих единому познеколлизированному структурному парагенезису [1]. В Даховском массиве рудоносные тела локализованы в узлах пересечений крупных северо-западных и северо-восточных сколовых разломов, в Шибабинском – связаны с крутопадающими линзами, выполняющими субмеридиональные трещины отрыва. Содержание молибдена в оруденелых жилах 0,04...0,35 %, висмута 0,01...0,26 % на мощность 0,1...0,18 м.

Жильные рудопроявления образованы в две стадии: молибденит-кварцевую и сульфидную кварц-полиметаллическую (рисунок, А). С высокотемпературной гидротермальной молибденит-кварцевой стадией связано формирование вкраплено-прожилкового молибденитового оруденения. Молибденит представлен гексагональным 2Н полиморфом и обладает близким к стехиометрическому составом (с незначительными примесями Fe (0,01...0,02 %), Zn (до 0,02 %), Pb (0,57...0,63 %) и Bi (0,28...0,33 %)), присутствует в виде субмономинеральных чешуйчатых агрегатов, образованных преимущественно чистыми плоскими чешуйками без следов значительной коррозии и развития вторичных минералов. Такие особенности могут рассматриваться как благоприятные факторы при извлечении молибденита методами флотации. С кварц-полиметаллической сульфидной стадией связано образование сфалерит-галенит-висмут-пирит-халькопиритовой ассоциации. Висмут связан с самородным висмутом и в меньшей степени с Pb-As-Bi сульфосолями. Самородный висмут образует зерна размером от сотых долей мм до 0,5 мм, иногда сдвойникованные, и локализуется в интерстициях других сульфидных минералов, либо в зальбандах тонких прожилков. Часто содержит эмульсионную вкрапленность висмутсодержащего галенита. Висмутсодержащие минералы в оруденелых телах распределены крайне неравномерно, в силу чего висмутовая минерализация практического интереса не представляет.

Исследование кварцев рудоносных жил методом вакуумной декрептометрии выявило наличие двух основных интервалов вскрытия включений: 180...240°C и 300...360°C. Первый из них соотносится с несколькими импульсами рудообразования сульфидной кварц-полиметаллической стадии; второй – с высокотемпературным гидротермальным минералообразованием молибденит-кварцевой стадии. Наличие высокотемпературного интервала может рассматриваться в качестве одного из поисковых признаков.

Состав слагающих основную площадь массивов гранодиоритов даховского комплекса указывает на их принадлежность к IS-типу. При этом зональность и типоморфные особенности цирконов указывают на многостадийность процессов магмогенерации и эволюции магматических расплавов, а также на контаминацию гранитными магмами материала, судя по присутствию зерен с отношением Zr/Hf в диапазоне 60...65, имеющего базитовый состав. Биотиты из этих пород обладают калиевой щёлочностью (K/Al) 0,5...0,7 и общей железистостью ( $f_{06}$ ) 45...52; по соотношению  $TiO_2$  и  $Al_2O_3$  [2] соответствуют абиссальным. Учитывая, что общая глинозёмистость биотитов понижается с повышением температуры и щёлочности, минералы можно рассматривать как образованные в условиях относительно высоких температур и повышенной активности калия (рисунок, Б). Значение коэффициента окисленности железа в интервале 19...27,5 при пониженной относительно вмещающей породы железистости и ассоциации с ильменитом может быть связано с характерным для глубинных условий повышенным парциальным давлением воды, выступающей в глубинных условиях в качестве сильнейшего окислителя [3]. Малкинские лейкократовые субщелочные гранитоиды являются типичными S-гранитами. Присутствие среди них аляскитов, значения упорядоченности микроклинов, приближающейся к величине триклинности максимального микроклина, приуроченность к интрузиям значительных по площади зон микроклинизации, грейзенизации и мусковитизации указывают на высокую флюидную продуктивность их магматических очагов.

Полученные данные указывают на генетическую связь молибденового оруденения с эволюцией магматических очагов «водных» гранитоидов, сменяющих во времени гранодиоритовые (габбро-диорит-гранодиоритовые?) серии. Формированию оруденения предшествовала длительная эволюция магматических гранитоидных очагов: рудоизвлекающей системой послужили магматические очаги, приуроченные к зоне анатексиса, дифференциации и экстракции нижнего яруса верхней коры, регионально обогащённые на Большом Кавказе вольфрамом и молибденом, рудогенерирующей – пневматолитово-гидротермальная система, связанная с магматическим очагом малкинских S-гранитов гранит-лейкогранитной серии, развившимся в позднеколлизивной геодинамической обстановке. Связь Даховского рудного узла с областью проявлений кислого плутонического магматизма на разных уровнях земной коры проявлена и в положении территории на фланге региональной отрицательной гравитационной аномалии. Рудолокализирующей системой послужили наиболее проницаемые для гидротермальных растворов участки зоны хрупких деформаций – узлы пересечения крупных сколовых трещин или трещины отрыва.

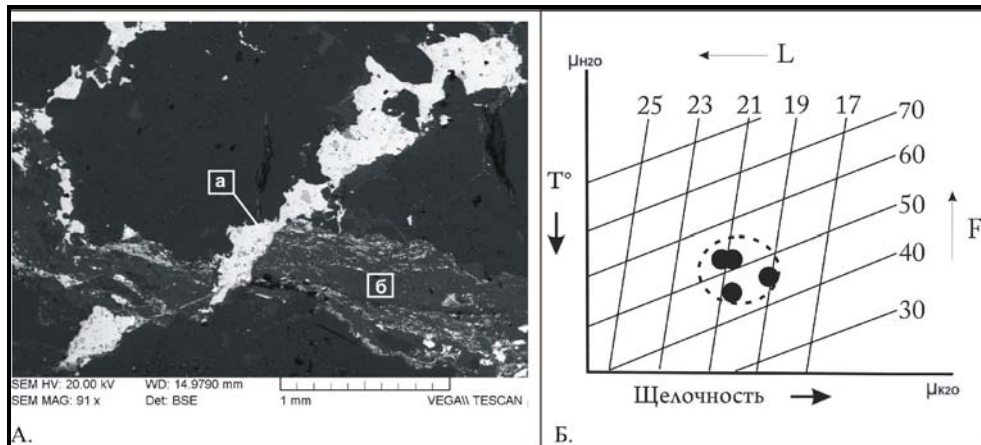


Рисунок. А. Пржилки, сложенные сфалерит-галенит-висмут-пирит-халькопиритовой ассоциацией минералов (а), пересекающие трещины, выполненные молибденитом (б);  
Б. Точки состава биотита на диаграмме соотношения активности воды (температура кристаллизации) и калия (щелочности) в кристаллизующихся расплавах по железистости (F) и глиноземистости (L) биотита

#### Литература

1. Пустовит О.Е. Дизъюнктивные нарушения западной части зоны Передового хребта и их рудоконтролирующее значение // Молодые – наукам о Земле: Межвузовская научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. – М., 2008. – 82 с.
2. Ферштатер Г.Б., Бородина И.С. Петрография магматических гранитоидов (на примере Урала). – М.: Наука, 1975. – 288 с.
3. Ушакова Е.Н. Биотиты магматических пород. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – 327 с.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ ЛИСТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ К-37-VI (КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКАЯ РЕСПУБЛИКА)

А.Ю. Радыш

Научный руководитель доцент А.А. Бутенков

Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, Россия

Работа выполнена на основе данных донного опробования, полученных ФГУП «Кавказгеолсъёмка» в 2008 году. Материал был получен во время прохождения производственной практики на территории Карачаево-Черкесской республики в пределах листа государственной геологической карты К-37-VI. Основной решаемой задачей являлось определение участков, наиболее перспективных на обнаружение оруденения и анализ геохимического поля – изучение карт распределения отдельных элементов и сопоставление их с геологией района. При решении этой задачи использовались методы статистического анализа данных опробования с использованием геохимических методов. Были построены карты пространственного распределения химических элементов, определены основные статистические показатели распределения содержаний W, Pb, Zn, Cu, Ti, Ni, Cr, V, Mo в программе STATISTICA 6.0. Построение карт распределения и их анализ проводился с помощью программы Surfgr 8 методом обратно взвешенных расстояний.

В распределении элементов по району отмечено четкое разделение территории на южную и северную части. Южная зона целиком сложена комплексом верхнепалеозойских гранитов и гранодиоритов. Это поле составляет ≈45 % площади участка, остальные 55 % составляет северная часть, сложенная осадочными породами карбонового, пермского и юрского возрастов. В связи с этим среди исследуемых элементов можно выделить те, которые отчётливо подчёркивают эту зональность и другие, которые распределены не столь ясно. К первым элементам можно отнести, прежде всего, W, Zn, Nb, Ga, Ge, V, Mo, менее отчётливо эта закономерность выражена в распределении Pb, Sn, Ti, Cr, Cu, и практически бессистемно распределены содержания Mn и Co.

Известны естественные природные ассоциации химических элементов. Одна из таких ассоциаций Cu-Pb-Zn. В ней главенствующее положение на исследуемом участке имеет Zn, его распределение наиболее контрастно. Второе место принадлежит Cu, третье Pb. При этом все эти элементы тяготеют к северной части территории. В качестве первичного источника этих элементов можно предположить кварцево-полиметаллическое оруденение, связанное с гранитами. Mo, W, Sn и Nb также образуют естественную геохимическую ассоциацию. Но в их поведении отмечаются некоторые различия. W имеет пониженные значения на юге и повышенные на севере, а Mo ведёт себя с точностью до обратного. Nb характеризуется околочастотными значениями на гранитах и контрастными распределениями на севере. Sn очень слабоконтрастно распределено,

повышенные его содержания преобладают на юге участка. Первоисточником всех этих элементов может быть гидротермальное или грейзеновое оруденение в гранитах.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕНТОНИТОВ ЦЕНТРА СИБИРИ КАК СЫРЬЕВАЯ БАЗА ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСОВ ВОСТОЧНО-САЯНСКОГО И БЛИЗЛЕЖАЩИХ ЦЕНТРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

**Е.С. Руселик**

Научный руководитель ведущий научный сотрудник А.А. Сабитов

*Центральный научно-исследовательский институт геологии  
нерудных полезных ископаемых, г. Казань, Россия*

В центральных регионах Сибири сосредоточено значительное количество предприятий нефтегазового, металлургического, машиностроительного и топливно-энергетического комплексов. Большая часть из них потребляет различного рода бентопродукты: разведочное и эксплуатационное бурение на нефть и газ – порошки из природных и активированных бентонитов и органоглин, черная металлургия – высококачественные щелочные бентониты или активированные щелочно-щелочноземельные бентониты и бентонитоподобные глины, литейное производство – порошки из активированных бентонитов, нефтеперерабатывающие предприятия – адсорбционные материалы на базе природных адсорбентов, в том числе бентонитов.

В региональной структуре потребления бентонитовой продукции Сибирский федеральный округ занимает четвертое место в России, в перспективе потребности региона в бентопродуктах будут расти. Здесь намечаются Западно-Сибирский, Восточно-Саянский, Северо-Байкальский, Центрально-Забайкальский и другие центры экономического роста. В настоящее время потребность в бентопродуктах частично удовлетворяется за счет поставок предприятий, расположенных за пределами Сибирского федерального округа, и за счет импорта. Поставки собственных производителей – ОАО "Хакасский бентонит" и ООО "Аргиллит", разрабатывающих месторождение бентонитов Десятый Хутор, – составляют незначительную долю от всего объема потребляемой бентопродукции.

Месторождение Десятый Хутор является одним из наиболее перспективных в России. Находится оно в Усть-Абаканском районе Республики Хакасия, в 8 км западнее г. Черногорск и 2 км северо-западнее пос. Десятый Хутор.

Месторождение располагается в пределах Черногорской мульды Южно-Минусинской впадины Минусинского прогиба и приурочено к континентальной туфо-песчано-глинистой бентонитоносной формации нижнего карбона. Месторождение относится к вулканогенно-осадочному озерному генетическому типу.

Продуктивная толща приурочена к сарской свите ( $C_{2sr}$ ) и представлена двумя аргиллит-алевролитовыми пачками, разделенными между собой пластами песчаников. Нижняя продуктивная пачка сложена в основном аргиллитами и алевролитами, подчиненную роль играют песчаники (10...15%), прослойки каменных углей, линзы или желваки сидеритов. В составе пачки – 6 бентонитовых пластов, из них 4 (2, 4, 5 и 6-й) имеют промышленное значение. Пласты разделены алевролитами, реже тонкими прослоями песчаников и углей. Общая мощность нижней пачки 33–35 м. Верхняя продуктивная пачка представлена двумя пластами бентонитов (7 и 8-й) и двумя линзами песчаников, разделяющих эти пласты. Общая средняя мощность 7 и 8-го пластов составляет 5,4 м. Завершают разрез верхней продуктивной пачки углистые аргиллиты, алевролиты, песчаники, угли общей мощностью от 0,6 до 6,2 м.

Бентониты месторождения высококачественные, легкомодифицируемые, щелочно-щелочноземельные ( $Mg^{++} > Ca^{++} > Na^{+}$ ), емкость обменного комплекса – 44,8 мг·экв, содержание монтмориллонита – 70%, содержание глинистой фракции – 95,8%.

Особенность расположения промышленных пластов обуславливает отработку аргиллитов двумя самостоятельными карьерами на глубину отработки до 25 м (глубина подсчета запасов). Месторождение разрабатывается двумя предприятиями: ОАО "Хакасский бентонит" обрабатывает 2, 4, 5 и 6 пласты, ООО "Аргиллит" – пласты 7 и 8.

ОАО "Хакасский бентонит" производит высококачественные глинопорошки, крупнейшими потребителями которых являются литейное производство и буровая отрасль нефтегазового комплекса. Для нужд литейной промышленности производятся глинопорошки марки П1Т1А и П2Т1А согласно ГОСТ 28-177-89, а для буровой – марки ПБМА и ПБМБ в соответствии с ТУ 39-202-86 и ТУ 39-0147001-105-93 (выход бурового раствора – до 21 м<sup>3</sup>/т).

Основными потребителями продукции ООО "Аргиллит" являются крупные горно-обогатительные комбинаты, использующие активированный бентонит (в комовом виде) для производства железорудных окатышей.

В непосредственной близости от разрабатываемого месторождения Десятый Хутор находятся Карасукское месторождение и участок Дальняя Поляна щелочно-щелочноземельных бентонитов. Геологически они являются восточным и юго-западным продолжением месторождения Десятый Хутор, продуктивные толщи принадлежат к единой геологической формации. Карасукское месторождение, находящееся в нераспределенном фонде недр, предварительно разведано, подсчитаны запасы по кат.  $C_1$  и  $C_2$ . Участок Дальняя поляна – подготавливаемый к освоению; в его пределах выявлено месторождение бентонитов «Солнечное», в авторском варианте подсчитаны запасы по кат.  $C_1$  и  $C_2$  и оценены прогнозные ресурсы по кат.  $P_1$ . Оба объекта являются



перспективными для освоения с целью воспроизводства и укрепления минерально-сырьевой базы предприятий, интенсивно разрабатывающих месторождение Десятый Хутор.

Учитывая растущую потребность в бентопродуктах и ограниченность разведанных запасов высококачественных бентонитов хакасской группы месторождений (запасы интенсивно разрабатываемого месторождения Десятый Хутор могут быть отработаны при планируемом на ближайшую перспективу уровне добычи менее чем за 18 лет), необходимо расширять минерально-сырьевую базу бентонитового сырья региона. Потенциальными источниками сырья могут быть бентонитоподобные глины Камалинского и Разгонского месторождений, тяготеющих к Восточно-Саянскому центру экономического развития, в силу чего являющихся перспективными для освоения.

Камалинское месторождение бентонитоподобных глин расположено в Рыбинском районе Красноярского края, в 20 км северо-восточнее г. Заозерного, в 14 км северо-западнее ж.-д.ст. Солянка, на правом берегу р. Малая Камала, в 1,8 км выше д. Малая Камала. Месторождение находится на юго-западной окраине Сибирской платформы в северо-восточной части Рыбинской впадины, выполненной осадочными и эффузивно-осадочными отложениями девонского, каменноугольного и юрского возрастов, перекрытыми четвертичными осадками. Продуктивная толща приурочена к красногорьевской свите нижнего карбона (C<sub>1</sub>kr), представленной монотонно переслаивающимися аргиллитами, глинистыми туфами, туффитами, алевролитами, песчаниками. Свита залегает на чаргинской свите (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>г – песчаники, алевролиты с прослоями туффитов, окремненные известняки) и перекрыта песчано-глинистыми породами юрского возраста. Продуктивная толща глин состоит из двух пачек, разделенных пачкой алевролитов; мощность нижней пачки 25...30 м, верхней – 8...15 м, пачки алевролитов – 30...40 м. В продуктивном слое отмечаются прослои песчаников и алевролитов и два линзовидных пропластка восковидных бентонитов мощностью от 0,1 до 1,2 м каждый. Глины продуктивного слоя полого погружаются под углом 3...8° в южном направлении, залегают на глубине 1...10 м. Генетический тип месторождения вулканогенно-осадочный.

Глины имеют каолинит-гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав, содержание монтмориллонита колеблется от 40 до 50 % (в восковидных глинах – до 80 %). Состав обменного комплекса щелочноземельный магний-кальциевый, емкость комплекса от 32 до 59 мг-экв (в восковидных разностях до 85-98 мг-экв). Глины алевролитовые – содержание алевролитовой фракции 36 %, глинистой – 62 %, песчаной – 2 % [1].

Камалинские бентонитоподобные глины оценены и учтены Балансом запасов полезных ископаемых РФ как формовочные. Как сырье для производства буровых растворов глины относятся к средним и низким маркам. При добавке 3...5 % соды выход раствора увеличивается до 12...15 м<sup>3</sup>/т. Кроме этого, лабораторными исследованиями установлено, что они являются высококачественными адсорбентами для очистки нефтепродуктов и растительных масел.

Два участка Камалинского месторождения с промышленными запасами (15265 тыс. т) лицензированы с целью геологического изучения и добычи глин. Запасы кат. С<sub>2</sub> находятся в нераспределенном фонде.

Восточнее Камалинского, на южном борту Ангаро-Тасеевской синеклизы разведано Разгонское месторождение бентонитоподобных глин. Географически оно находится в Тайшетском районе Иркутской области, в 30 км юго-восточнее г. Тайшет, в 2...2,5 км севернее ж.-д.ст. Разгон.

Полезная толща (пласт) сложена алевролитами (верх) и восковидными (низ) глинами, приурочена к глинистым образованиям доюрской коры выветривания туфогенно-глинистых пород красногорьевской свиты нижнего карбона (C<sub>1</sub>kr). Восковидные глины зеленовато-серые и вишневые, тонкодисперсные, с глянцевым блестящим изломом, текстура пятнистая, слоистая или массивная. Алевролитовые глины серые или зеленовато-серые, плотные, во влажном состоянии вязкие, жирные, хорошо формуется, текстура массивная. Бентониты приурочены к нижней части разреза коры выветривания (к зоне гидролиза), где мощность их от 0,5 до 11,8 м, в среднем 4 м. Вскрышные породы представлены преимущественно четвертичными суглинками, реже слюдистыми песчаниками и алевролитами юрского возраста. Мощность вскрыши 0,7...13,9 м, в среднем 3,9 м.

Глины щелочноземельные бентонитоподобные, содержание монтмориллонита не менее 60 %, по гранулярному составу все глины алевролитовые (содержание алевролитовой фракции 25 %).

Испытаниями установлено, что глины как сырье для производства буровых растворов соответствуют (по ГОСТ 25795-83) марке Б-6 с выходом бурового раствора – 2,5 м<sup>3</sup>/т, пригодны для использования в качестве формовочных глин I-III сортов, 1-3 классов (по ГОСТ 3226-65), для окомкования железорудных концентратов (при условии активации) и для производства керамзита.

Месторождение крупное, только промышленные запасы составляют 12364 тыс. т, они находятся в нераспределенном фонде.

Существующие в настоящее время технологии модифицирования бентонитоподобных глин позволяют получать качественные бентопродукты из средне- и низкосортного сырья. В частности, в «ЦНИИГеолнеруд» разработана технология модифицирования глин, заключающаяся в применении различных методов механохимической активации, повышающая качество сырья до показателей, отвечающих международным стандартам [2]. При условии подбора эффективной технологии Камалинское и Разгонское месторождения могут стать источниками сырья для производства кондиционных глинопорошков, близких по качеству глинопорошкам хакасских месторождений, для обеспечения потребностей металлургического и нефтегазового комплексов Сибирского федерального округа.

## Литература

1. Кирсанов Н.В. Генетические типы и закономерности распространения месторождений бентонитов в СССР / Н.В. Кирсанов, М.А. Ратеев, А.А. Сабитов и др. – М.: Недра, 1981. – 214 с.
2. Сабитов А.А. Бентониты России: состояние освоения и перспективы развития сырьевой базы / А.А. Сабитов, Е.С. Руселик, Ф.А. Трофимова, А.Н. Тетерин // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – Москва, 2010. – № 5. – С. 8 – 17.

**РАЙОНИРОВАНИЕ КУЗБАССА ПО ГАЗОНОСНОСТИ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ****О.С. Семиколенова**

Научный руководитель доцент В.К. Бернатонис

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

В настоящее время основными видами топливно-энергетического сырья являются нефть, природный газ, каменный и бурый уголь, горючие сланцы, торф, уран и другие полезные ископаемые. На их долю приходится до 93 % производимой в мире энергии. Оставшаяся часть энергии вырабатывается с помощью возобновляемых природных ресурсов и нетрадиционных видов топливного сырья. К числу последних относится метан угольных пластов. Растущие объемы добычи газа из угольных пластов в мире, с одной стороны, и гигантские прогнозные ресурсы метана в угольных бассейнах России, оцениваемые в 84 трлн м<sup>3</sup>, с другой стороны, обуславливают актуальность и практическую направленность научно-исследовательских работ в этой области.

В недрах осваиваемых и перспективных угольных бассейнов сосредоточена значительная часть мировых ресурсов метана, сопоставимых по масштабам с ресурсами газа традиционных месторождений. В связи с этим такие бассейны следует рассматривать как метаноугольные, подлежащие комплексному поэтапному освоению, с опережающей широкомасштабной добычей метана.

Одним из важнейших условий газоносности углей является их метаморфизм. Количество метана в угольных пластах последовательных стадий метаморфизма изменяется следующим образом. В бурых углях оно минимально, в каменных – максимально, в антрацитах – значительно меньше, чем в каменных. Метан, который образовался в процессе метаморфизма углей, является результатом термохимических преобразований угольного вещества под воздействием температуры и давления [1].

Общие ресурсы метана в угольных пластах России достигают 100...120 млрд куб. м/год с учетом восточных и северо-восточных бассейнов. Газообильность углей составляет около 30...40 куб. м метана на тонну добываемого топлива. На территории России наиболее газоносными являются пласты угля Воркутинского и Кузнецкого бассейнов.

В Кузнецком бассейне выделено 23 угленосных района (рисунок). Перспективными для добычи метана из угольных пластов являются угленосные районы, которые характеризуются наличием крупномасштабной ресурсной базы углей, средней степенью их метаморфизма, хорошей проницаемостью угольных пластов и вмещающих пород, слабой степенью тектонической нарушенности, низкой степенью обводненности пород [2].

В соответствии с этими критериями в Кузбассе выделены 4 типа угленосных районов: весьма перспективные, перспективные изученные, перспективные слабо изученные, малоперспективные.

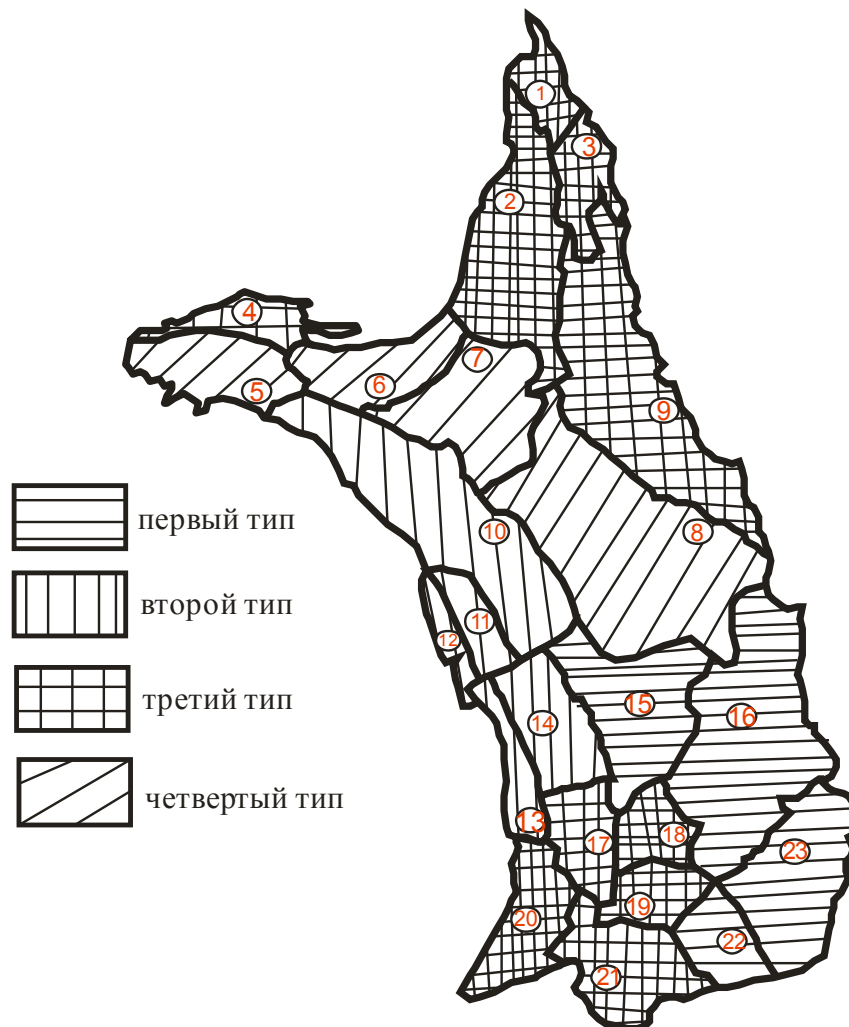
Первый тип угленосных районов (весьма перспективные) характеризуется значительными глубинами залегания продуктивных отложений при относительно спокойных складчатых и разрывных дислокациях. Угленосность разреза составляет здесь в среднем 5...7 %, а в отдельных его интервалах увеличивается до 7...12%. Угли марок от Г до К с метаноносностью до 25...30 м<sup>3</sup>/т. Зона активного водообмена достигает глубин 200...300 м, уменьшаясь на отдельных участках до 100...150 м. В этих районах сосредоточено около 6 трлн м<sup>3</sup> ресурсов метана – почти 50 % ресурсов метана Кузбасса. Плотность ресурсов метана в среднем по этим районам составляет 2,0...2,5 млрд м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>. К этому типу отнесены Ерунаковский, Томь-Усинский, Терсинский и Мрасский угленосные районы.

Второй тип угленосных районов (перспективные изученные) по основным критериям метаноносности углей уступает первому, в основном, из-за недостаточной изученности геолого-промысловых характеристик пластов и менее благоприятных горно-геологических условий. Например, Ленинский угленосный район, несмотря на масштабность ресурсов угля, не может быть отнесен к весьма перспективным из-за относительно низкой степени метаморфизма углей и сложной разрывной тектоники. Беловский угленосный район характеризуется пластами угля, мощность которых редко превышает 1,0...2,0 м, с низкой плотностью ресурсов метана. Прокопьевско-Киселевский угленосный район находится в Присалаирской зоне линейной складчатости, где преобладают зоны сжатия. В этих районах необходимо проведение дополнительных геологоразведочных работ.

К третьему типу угленосных районов (перспективные слабо изученные) отнесены районы, где по результатам геологоразведочных работ могут быть выявлены перспективные на метан площади.

К четвертому типу угленосных районов (малоперспективные) отнесены районы с высокой (R<sub>0</sub> более 1,75 %) и низкой (R<sub>0</sub> менее 0,6 %) степенью метаморфизма углей, сложной тектоникой, низкой угленосностью.

Энергетической стратегией России [3] на ближайшие 20 лет предусматривается развитие производства и широкое применение в энергетике угольного метана.



**Рисунок. Метаноносность угольных районов Кузбасса: 1 – весьма перспективные районы; 2 – перспективные изученные районы; 3 – перспективные слабо изученные районы; 4 – малоперспективные районы.**

**Номера угольных районов: 1-Анжерский; 2-Кемеровский; 3-Барзарский; 4-Завьяловский; 5-Доронинский; 6-Тиговский; 7-Плотниковский; 8-Салымаковский; 9-Крапивинский; 10-Ленинский; 11-Беловский; 12-Бачатский; 13-Прокопьевско-Киселевский; 14-Ускатский; 15-Ерунаковский; 16-Терсинский; 17-Аралический; 18-Байдаский; 19-Осиновский; 20-Бунгуро-Чумышский; 21-Кондомский; 22-Мрасский; 23-Томь-Усинский [3]**

В России добыча метана из угольных пластов в промышленных масштабах находится на начальном этапе своего развития. ООО «Газпром трансгаз Томск» [4] создало в Кузбассе первый в России научно-исследовательский полигон, на котором ведется отработка технологий строительства и освоения скважин для добычи метана, а также систем сбора и подготовки газа к утилизации. Полученные результаты доказали возможность промышленной добычи метана из угольных пластов в Кузбассе.

При правильной организации работ уровень добычи угольного метана в России может составить 17...19 млрд. м<sup>3</sup>/год.

#### Литература

1. <http://www.finmarket.ru/z/nws/news.asp?id=1416016>.
2. Сторонский Н.М., Хрюкин В.Т., Митронов Д.В., Швачко Е.В. Нетрадиционные ресурсы метана угольных толщ // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. – 2008. – № 6. – С. 63 – 72.
3. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года / Под редакцией А.Б. Яновского, А.М. Мастепанова, В.В. Бунгуева и др. – М.: ГУ ИЭС Минэнерго России, 2001. – 544 с.
4. <http://www.gazprom.ru/press/news/2011/february/article108912>.

**К 130-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА (ТПИ) П.П. ГУДКОВА – ОСНОВАТЕЛЯ  
СИБИРСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОМИТЕТА****П.С. Сидорин**

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко, доцент Л.Г. Ананьева

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

П.П. Гудков родился 1 (14) января 1881 г. в семье управляющего золотодобывающей компанией в Енисейской губернии, на берегу могучей реки Енисей. С детства он полюбил великолепную природу Сибири. Родители Павла Павловича Гудкова: отец – Павел Козьминович Гудков из крепостных крестьян помещика Столыпина, поселился в Сибири после отмены крепостного права в 1861 г.; мать – Леонтина Константиновна, из ссыльных сибирских поляков. К моменту рождения сына отец работал на золотых приисках Енисейской тайги.

В 1898 г. Павел с отличием окончил Красноярскую гимназию и приехал в Санкт-Петербург. Осенью 1898 г. он поступил на математическое отделение физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета. Он проучился на этом факультете всего один год, перешел в Санкт-Петербургский институт горного дела, ведущий технический вуз России. Павел учился отлично, с увлечением, проявил склонность к научно-исследовательской работе. Особенно ему нравились лекции профессоров А. Карпинского, К. Богдановича и В. Никитина. Во время летних каникул работал практикантом, затем управляющим приисками акционерного общества "Драга" в Каракалинском уезде Семипалатинской области. В феврале 1907 г. он с отличием закончил институт и получил диплом горного инженера. По рекомендации профессора К.И. Богдановича и по приглашению профессора В.А. Обручева переезжает в г. Томск и работает в Томском технологическом институте – Высшей технической школе в Сибири – в качестве заместителя заведующего лабораторией. С июля 1907 г. он занимает должность первого заместителя заведующего лабораторией Горного отделения. В то время отделением руководил профессор Владимир Афанасьевич Обручев, один из выдающихся российских геологов, который положил начало сибирской школе горного дела.

Павел Гудков проявил себя как талантливый ученый и преподаватель, вел практические занятия со студентами-геологами. В 1908 г. в Ачинском и Мариинском уездах он проводил разведочные работы на золотых приисках. В 1909 г. провел геологическую съемку в Томском и Ачинском районах, исследуя их на наличие золота. В этом же году он защитил кандидатскую диссертацию по теме: "Залежи меди в Киргизских степях Сибири вблизи Акмолинска".

В 1909 г. он читает лекции по физической геологии на химическом факультете и по геологии на инженерно-строительном факультете ТПИ. В апреле 1912 г. избирается преподавателем геологии на Сибирских высших женских курсах. В 1912 г. профессор Владимир Афанасьевич Обручев был вынужден уехать из Томска, и место заведующего горным отделением занял Павел Гудков. В этой должности Гудков сделал все возможное для сохранения и укрепления лучших традиций геологической школы.

В 1913 г. Павел Павлович Гудков защитил докторскую диссертацию по теме: "Вулканические породы Туркестана". Профессор Горного института С-Петербурга В.В. Никитин считал, что книга П.П. Гудкова: "Вулканические породы Туркестана" по "детальности и полноте обработки" должна быть причислена к "выдающимся работам". Высоко была оценена и преподавательская деятельность П.П. Гудкова и профессором В.А. Обручевым. Он сказал, что Гудков имеет опыт чтения лекций по петрографии и другим дисциплинам, "несомненно обладает преподавательским талантом, умеет излагать свои мысли в удобопонятной, ясной и краткой форме, является отличным руководителем занятий и хорошим лектором и вполне достойным кандидатом для заведующего кафедры геологии".

18 января 1913 г. П.П. Гудков на заседании Горного отделения, а затем Совета был единогласно избран и.о. экстраординарного профессора по кафедре геологии. Утвержден в этой должности 20 января 1914 г. После отъезда из г. Томска своего учителя В.А. Обручева, П.П. Гудков читает его курсы по петрографии, практической геологии, руководит геологической практикой студентов, проектированием, проводит занятия по геологической съемке местности, заведует Геологическим кабинетом. В летний период 1913 г. проводит геологические исследования золотоносных районов Зайсанского уезда Семипалатинской области и Монгольского Алатау. По поручению Акционерного общества Кузнецких каменноугольных копей ежегодно, с 1914 по 1917 гг., выезжает для исследования Тельбесских железорудных месторождений. Он пользовался в Томском технологическом институте большим авторитетом.

Кроме своих прямых обязанностей, был членом Совета Общества по изучению Сибири. 30 января 1914 г. царским указом П.П. Гудкову было присвоено звание профессора геологии Томского Технологического института. В 1914 г. Гудкова избирают председателем профессорского дисциплинарного суда.

В апреле 1917 г. П.П. Гудков был избран проректором – эта должность впервые была введена в институте. В обязанности проректора входило решение, прежде всего, учебных вопросов. Студенты любили Павла Павловича и часто обращались к нему за помощью. Каждую просьбу он рассматривал очень внимательно и старался помочь студенту, насколько это было в его силах. В 1916 г. профессор П.П. Гудков награжден орденом Святой Анны.

Павел Гудков был ученым по призванию и не интересовался политическими событиями России того времени. Однако остаться в стороне от бурных событий 1917 г. ему не удалось. Весной 1918 г. в Томском государственном университете выступил адмирал Александр Колчак, глава Белого движения в Сибири. Он обратился к аудитории с просьбой выдвинуть самых достойных горожан в члены Сибирского временного

правительства. А имя профессора Гудкова было названо среди первых кандидатов. По настоянию коллег профессор согласился занять должность министра торговли и промышленности. Причиной, вынудившей его принять это решение, была надежда на то, что таким образом он сможет защитить образовательные учреждения и научные исследования от разрушения в это беспокойное время Гражданской войны. Его участие в составе Временного правительства длилось лишь до сентября 1918 г., однако даже за такой короткий период времени удалось сделать многое. В частности, П.П. Гудков предложил административному совету Временного правительства создать Сибирский геологический комитет и добился того, чтобы его инициативе пошла навстречу.

В октябре того же года в г. Томске прошла конференция по геологии под председательством профессора Гудкова. На конференции разрабатывался и обсуждался пакет документов, который необходимо было подать в органы исполнительной власти для утверждения комитета. 30 декабря 1918 г. правительство утвердило Устав Сибирского геологического комитета, а также список должностей и зарплат его членов. 5 февраля 1919 г. Павел Гудков был назначен директором Сибирского геологического комитета, который рассматривался как орган контроля над изучением, разведкой и использованием полезных ископаемых в Сибири. В задачи Комитета входило проведение систематических исследований, составление геологических карт и основание геологического музея.

В 1919 г. под натиском Красной Армии адмирал Колчак и войска Белой гвардии покинули Томск. Профессору П.П. Гудкову тоже пришлось срочно покинуть Томск, так как в глазах Советского правительства он был членом контрреволюционного движения, "коллорабационистом", разговор с которым был бы коротким. Профессор Гудков с семьей приехал во Владивосток, где впоследствии возглавил геологическое отделение Политехнического института. Профессор всегда оставался исследователем: он нашел и изучил золотоносное месторождение на острове Аскольд, недалеко от Владивостока, а также провел оценку и геологическую съемку рудного месторождения Тетюхе.

В 1921 г. Павел Гудков вместе с семьей переехал в США. 25 декабря 1922 г., выступая на заседании Вашингтонского геологического общества, профессор Гудков прочитал на английском языке лекцию по геологии основных рудных месторождений Сибири, которая обеспечила ему признание американского научного сообщества и членство в Американском обществе. Впоследствии Колумбийский университет пригласил его прочитать курс лекций по геологии и разработке рудных месторождений.

В марте 1923 г. П.П. Гудкову поступило предложение от Мексиканской оффшорной нефтяной компании провести разведку долины реки Сан-Хоакин в Калифорнии. Он принял за это новое для него дело с большим энтузиазмом. В итоге Павел Павлович обнаружил несколько крупных нефтяных месторождений.

В 1926 г. Павел Гудков открыл в Лос-Анджелесе свой консультационный отдел, специализирующийся на микроанализе. Он выявлял потенциальные нефтеносные пласты путем микроскопического исследования минералов и остатков фораминифер. Фактически Павел Гудков был первым исследователем такого рода. Тогда же профессор возобновил преподавательскую деятельность – начал читать лекции по нефтяной геологии в Стэндфордском университете. В 1951 г. фирма Гудкова слилась с нефтяной компанией Адена Хьюза, известного промышленника. В итоге образовалась компания "Гудков и Хьюз". Остаток своей жизни профессор посвятил работе в этой фирме. Он скончался 24 мая 1955 г.

Павел Павлович Гудков остался в памяти членов Американского научного сообщества как выдающийся петролог, ведущий специалист по нефтяным месторождениям Калифорнии, член восьми научных обществ и основатель Общества экономистов, палеонтологов и минералогов в 1934 г.

В России Павла Павловича Гудкова также помнят и уважают. Подтверждением тому служит мемориальная доска на стене первого корпуса Томского политехнического университета, на которой кратко описана роль профессора Павла Павловича Гудкова в развитии Сибирской геологической школы.

#### Литература

1. Столетие горно-геологического образования в Сибири / Томск: издательство «Водолей», под ред. В.В.Кривошеева. – 2001 г. – 174 с.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
3. <http://www.lib.tpu.ru>.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЕВОГО РЕНТГЕНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗАТОРА NITON XL3T900 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЙ РУДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ**

**Ю.Н. Сидорина**

Научный руководитель доцент Ю.Н. Николаев

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия**

В полевой период 2010 года на участках Находкинского рудного поля (Билибинский муниципальный район Чукотского автономного округа) проводились поисковые работы на медь и сопутствующие элементы. В рамках этих работ проводилось детальное минералого-геохимическое картирование масштаба 1:10 000, изучалось строение и минералого-геохимическая зональность выявленных рудных штокверков и минерализованных зон. На базе отряда работала временная аналитическая лаборатория, в которой проводился

анализ литохимических проб, образцов руд и метасоматитов с помощью экспресс-анализатора Niton XL3t900 с технологией GOLDD. Результаты анализов проб подвергались первичной обработке и использовались для построения карт геохимических аномалий основных и сопутствующих элементов.

В геологическом отношении Находкинское рудное поле приурочено к Весеннинскому магматогенному поднятию в узле пересечения Весеннинского, Баимского и диагональных разломов. В его состав входят участки Находка, Прямой, III-Весенний, Малыш, месторождение Весеннее.

В строении участка Находка выделяется шток кварцевых монцодиорит-порфиров, прорывающих гидротермально измененные диоритовые порфириды позднеюрского субвулканического комплекса и туфы андезитов средневожжского яруса. На этом участке предшественниками были выделены интервалы богатых прожилково-вкрапленных руд медно-порфирового штокверка с халькопиритом, реже с халькопиритом, борнитом и теннантитом и вторичными минералами меди.

Участок Прямой примыкает к участку Находка с юга. В его геологическом строении принимают участие диоритовые порфириды позднеюрского-раннемелового субвулканического комплекса, прорывающие вулканогенно-осадочные образования и субвулканические трахиандезиты верхней юры. Здесь также отмечено развитие медно-порфирового оруденения, но руды преимущественно прожилкового типа, бедные и медная минерализация за пределами рудного тела убогая. Минеральный состав прожилков: галенит, сфалерит, халькопирит, блеклые руды (теннантит-тетраэдрит), минералы марганца, пирит.

Площадь участка III-Весенний сложена диоритовыми порфиридами позднеюрского-раннемелового возраста, прорванными штокообразными телами монцонит-порфиров и кварцевых монцонитов егдэгкичского комплекса раннего мела. На площади подтверждено наличие медно-порфирового оруденения штокверкового типа с прожилково-вкрапленными и прожилковыми рудами.

Участок Малыш сложен диоритовыми порфиридами поднеюрского-раннемелового возраста с неравномерным распределением медно-молибденовой минерализации штокверкового типа. В кварц-молибденитовых жилах и прожилках постоянно встречаются галенит, сфалерит, первичные и вторичные минералы меди, пирит.

На участках рудного поля преобладают кварц-серицитовые метасоматиты и гидротермальные кварциты при резко подчиненной роли кварц-калишпатовых метасоматитов. В большинстве случаев медная минерализация в кварц-серицитовых метасоматитах убогая. Кварц-калишпатовые метасоматиты участков Находка и Прямой пронизаны штокверком кварцевых прожилков и содержат медную минерализацию, развитую как по трещинам, так и образующую вкрапленность. Пропилитизация в пределах рудного поля развита слабо и проявляется в образовании кварц-хлоритовых пород с вкрапленностью пирита и тонкими прожилками безрудного кварца. На участках Прямой и Весенний широко развита гипергенная марганцевая минерализация.

Месторождение Весеннее относится к золото-серебро-полиметаллическому типу объектов, локализующихся в периферических зонах медно-порфировых рудно-магматических систем. Рудные тела представлены кварц-карбонат-полисульфидными жилами, жильными зонами и тонкопрожилковыми штокверками. Проявления золото-полисульфидной минерализации фиксируются в пределах медно-рудных участков Находкинское рудного поля.

Летом 2010 года в рамках полевого геолого-минералогического картирования с целью локализации потенциальных медно-порфировых рудных тел были проведены: 1) изучение геологического строения и характера метасоматических изменений по опорным разрезам по полотну магистральных канав с отбором образцов, штучных проб и измерениями *in situ* содержания химических элементов в окисленных и выщелоченных рудах при помощи портативного рентгено-флуоресцентного анализатора; 2) отбор литохимических проб из рыхлых образований по регулярной сети 100x50 м и их анализ при помощи портативного рентгено-флуоресцентного анализатора; 3) изучение обломочной фракции элювио-делювия по регулярной сети с отбором образцов для последующих минералогических исследований. Точки наблюдения, места отбора образцов, литохимических, штучных и сколовых проб привязывалось с помощью спутникового навигатора GPS-60.

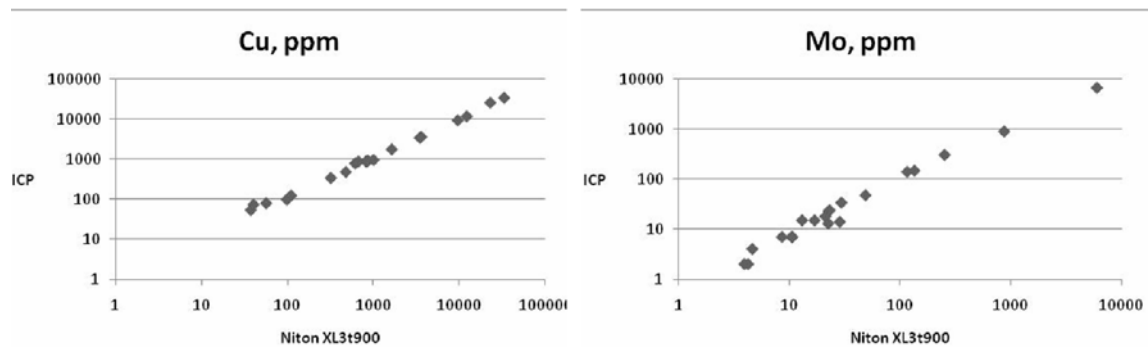
Использование в рамках аналитических работ полевого анализатора Niton XL3t900 с технологией GOLDD было обусловлено рядом причин. Это портативный спектрометр, что позволяет использовать его непосредственно во время проведения поисковых и других маршрутов. Первичное рентгеновское излучение обеспечивается серебряной трубкой, на которую от аккумуляторов подается напряжение до 45 кВ, благодаря чему возможно анализировать широкий спектр элементов: от Mg до U. Кремниевый дрейфовый детектор с площадью поверхности 25 мм<sup>2</sup> обеспечивает скорость счега до 200000 импульсов в секунду, что делает анализ относительно быстрым.

Работа на приборе велась в несколько стадий.

В предполевую подготовку проходило ознакомление с техническими характеристиками прибора и изучались некоторые метрологические показатели анализатора. На кафедре геохимии Московского государственного университета методом сравнения с результатами ИСП-анализа растертых литохимических проб, отобранных в предшествующий период, была оценена точность измерений анализатором Niton XL3t900. Исследования проводились для основных элементов и элементов-спутников медного оруденения: Cu, Mo, Pb, Zn, As, Ag.

При определении содержания Cu отмечается значимая положительная корреляция между результатами рентгено-флуоресцентного и ИСП-анализов для концентраций больше 100 ppm (рисунок). Чувствительность Niton XL3t900 составила 50 ppm против заявленного производителем предела обнаружения меди в 15 ppm.

При определении Мо также отмечается значимая корреляция между результатами рентгено-флуоресцентного и ИСР-анализов с общей тенденцией к незначительному завышению результатов, полученных анализатором Niton XL3t900. Предел обнаружения совпадает с заявленным производителем и составляет 4 ppm.



**Рисунок. Корреляция между результатами определения Cu и Mo рентгено-флуоресцентным анализом, выполненного на приборе Niton XL3t900, и ИСР-анализом**

Анализ содержаний Pb возможен для проб с концентрациями больше 40 ppm, при этом относительная ошибка определения выше в области порога чувствительности, но снижается до уровня 10 % и ниже для концентраций свинца больше 350 ppm.

Наблюдается корреляция между двумя рассматриваемыми методами при определении Zn в пробах. При этом предел обнаружения анализатора Niton XL3t900 составляет 40 ppm, предел определения – 180 ppm.

При определении As в пробах в целом результаты рентгено-флуоресцентного анализа совпадают с результатами ИСР-анализа, но для проб с содержаниями свинца больше 5 % показания Niton XL3t900 оказываются неудовлетворительными. Определение содержаний As рентгено-спектральными методами усложняется близким расположением аналитических линий As и Pb, вследствие чего разделение сигналов этих элементов при высоких концентрациях обоих требует дополнительных методических ухищрений. Предел обнаружения As – 40 ppm.

Результаты анализа на Ag анализатором Niton XL3t900 оказываются удовлетворительными только для содержаний серебра больше 100 ppm. Это связано с проблемой отделения полезного сигнала, связанного с образцом, от шума, который обуславливает излучение серебряной трубки.

Таким образом, чувствительность прибора Niton XL3t900 оказывается достаточной для выявления на площади Находкинского рудного поля аномалий основных элементов медно-молибден-порфирового оруденения, его элементов-спутников, а также аномалий Pb и Zn, отвечающим золото-серебро-полиметаллическому оруденению.

При проведении полевых работ рентгено-флуоресцентному анализу на приборе Niton XL3t900 подвергались предварительно просушенные и просеянные литохимические пробы. Всего было проанализировано 3398 проб. 40 проб для контроля были проанализированы повторно, средняя случайная ошибка при этом не превысила 10 % по основным и сопутствующим элементам. Помимо камеральных испытаний, также проводилась полевая съемка сколковых проб *in situ*. Такие аналитические работы проводились в ходе маршрута на участок III-Весенний, где было произведено 51 измерение вдоль магистральной канавы.

После первичной обработки результатов анализов была составлена база данных результатов измерений с координатной привязкой проб. База данных была экспортирована в ГИС-проект работ, что позволило построить карты геохимических аномалий основных и сопутствующих элементов.

По данным минералого-геохимического картирования на площади Находкинского рудного поля были оконтурены площади развития различных фаций метасоматитов, выявлены аномалии основных рудных элементов, уточнены границы известных и выделены новые потенциальные рудоносные структуры, соответствующие штокверкам с медно-порфировой минерализацией и жильно-прожилковым зонам с молибденовым и золото-серебряным оруденением.

## ТИПОМОРФИЗМ ПИРИТОВ В РУДАХ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОДАХ ПЕРВОМАЙСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

**А.А. Синдякова**

Научный руководитель доцент Г.В. Рябов

**Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, Россия**

Колчеданные месторождения – интересный класс месторождений со сложным генезисом. Одним из методов определения генетической принадлежности сульфидных колчеданных руд, наряду с минераграфическим изучением, является исследование физико-механических свойств минералов.

Пирит является самым распространенным минералом колчеданных руд. Он используется как индикатор рудообразования. Такие его свойства, как термоЭДС, микротвердость, позволяют определить условия и обстановку сульфидообразования. В частности, определенный генетический тип пирита характеризуется соответствующими значениями микротвердости минерала, а именно: осадочный пирит – величинами от 4,71 до 9,61 МПа, диагенетический – от 9,81 до 11,7 МПа, автобластический – от 11,6 до 12,7 МПа, гидротермально-метасоматический – от 11,8 до 12,9 МПа, пирит регионального метаморфизма – от 12,9 до 14,8 МПа, локального метаморфизма – от 14,8 до 21,5 МПа.

Аналізу были подвергнуты образцы руд Первомайского месторождения – одного из известных медно-колчеданных месторождений Северного Кавказа. Штуфы были отобраны из керна разведочной скважины на разных глубинах. Первый образец взят на глубине 281,1 м, второй – на 309 м, третий – на 370,8 м. Выполненное минераграфическое описание позволило выделить два типа сульфида железа – метаморфогенный и осадочный.

Осадочный сульфид железа характеризуется тонкозернистой структурой, сажистой, черной рудой, в которой развит фромбoidalный пирит. В пирите встречаются микроконкреции и следы марказита.

Метаморфогенный тип характеризуется стиранием зональностей роста и первичных структур. Здесь пирит не образует ярко выраженных структур. Встречаются «тройные» контакты (три зерна соприкасаются в вершине). Данный тип руд характеризуется высокой твердостью.

На втором этапе исследований было выполнено определение микротвердости. Принцип этого метода заключается в том, что в пиритный агрегат с нагрузкой 100 г вдавливается алмазная головка, которая оставляет в минерале характерный отпечаток. По диагонали определяется величина микротвердости минерала в МПа полученного отпечатка. Затем строятся гистограммы частоты (количества) полученных значений микротвердости пирита.

Анализ построенных гистограмм позволяет сделать следующие выводы:

- наличие выявленных типов пирита подтвердилось,
- был выявлен еще один тип пирита – гидротермальный, который представлен продуктами перемыва и смыва руд Власенчихинского месторождения,
- образец, взятый на глубине 281,1 м, имеет осадочный генезис;
- пирит в образце, взятом на глубине 309 м, имеет диагенетический тип, с присутствием гидротермального пирита, смытого с Власенчихинского месторождения;
- пирит в образце, взятом на глубине 370,8 м, метаморфогенного типа, в нем также присутствует принесенный гидротермальный пирит.

Таким образом, можно сделать вывод, что Власенчихинское месторождение активно разрушалось, вследствие чего образовалось Первомайское месторождение. Впоследствии этот процесс стих, и на месторождении начал накапливаться новый материал.

## К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ИОЧИМИНСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

В.Г. Фисенко

Научный руководитель профессор В.А. Макаров  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Иочиминская площадь расположена в 25 км северо-западнее Советского месторождения. В 2004–2006 гг. в ее пределах были проведены геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния масштабов 1: 50000 и 1: 25000 на участках детализации. Результатом этих работ явилось выявление крупной аномалии мышьяка в левом борту среднего течения р. Иочимо (Лево-Иочиминская аномальная геохимическая зона), объединяющая в себя различные по интенсивности аномалии As, Zn, Pb, Cu и Au (рис. 1).

Наиболее контрастная аномалия золота сопряженная с юго-западным окончанием геохимической зоны, выявлена в пределах междуречья рек Кото и Иочимо в поле развития пород удерейской свиты, традиционно считающихся золотоносными на территории Енисейского кряжа. Размер аномалии и содержание золота в рыхлых отложениях 0,01 до 3,0 г/т и более, позволили выделить данную структуру как Иочиминскую потенциальную рудную зону. Несмотря на имеющиеся перспективы выявления здесь золоторудного объекта, геохимические аномалии не были заверены должным образом, пройдены единичные линии неглубоких шурфов и три ручные канавы, вскрывшие зоны низкотемпературных березитоподобных метасоматитов мощностью более 10 м. Содержания золота в метасоматитах варьируют от 0,2 до 1,1 г/т. На отдельных интервалах тонкого нитевидного кварц-карбонатного прожилкования мощностью 0,2...0,4 м содержание золота достигает 4,8 и 5,6 г/т, а в единичной пробе кварца из делювия составило 36,1 г/т. Таким образом, результаты заверочных работ однозначно указывают на рудную природу геохимической аномалии. Вместе с тем, по результатам опробования шурфов и канав установлено, что интенсивность аномалий во вторичных ореолах существенно выше чем в коренных породах. Это позволяет предположить, что эпицентры литогеохимических аномалий могут быть смещены относительно наиболее богатых рудных зон, либо высокие концентрации золота в рыхлых отложениях образовались за счет солевых ореолов.

Комплексный анализ большеобъемной пробы, отобранной из вторичного ореола в пределах рудной зоны, в составе которого были проведены гранулометрический, рентгенофазовый, элементный (масс-спектрометрия) и фазовый геохимический анализы, во многом подтвердил это предположение. Результаты проведенного исследования показали преобладание в пробе тонкодисперсных форм золота и его элементов



спутников, которые первоначально содержатся в сульфидах. В условиях гипергенеза золота частично остается в сульфидах, однако большей частью переходит в состав обменных и карбонатных форм. Исходя из этого, можно сделать вывод, о том, что наблюдаемые аномалии золота во вторичных ореолах рассеяния главным образом сформированы не за счет механического разрушения первичных руд, а в результате миграции химических элементов в форме растворимых в водах соединений. Сделанные выводы говорят о необходимости проведения в пределах Иочиминского участка более глубоких, по сравнению с литогеохимической съемкой, поисковых работ, которые могут существенно уточнить пространственное расположение рудных залежей.

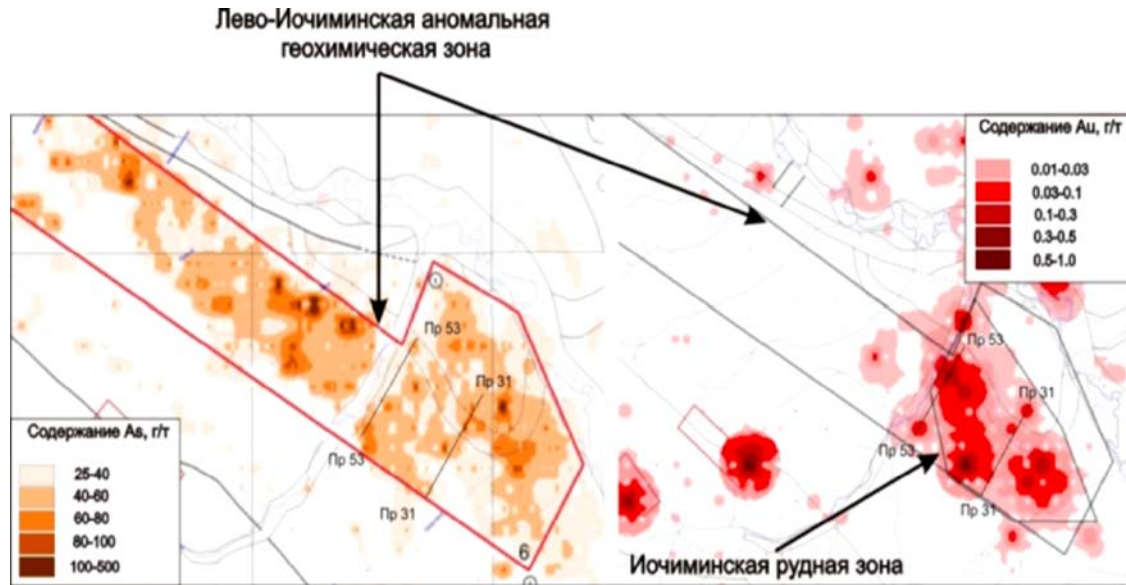


Рис. 1. Аномалии мышьяка и золота выявленные в ходе поисковых работ 2004-2006 г.

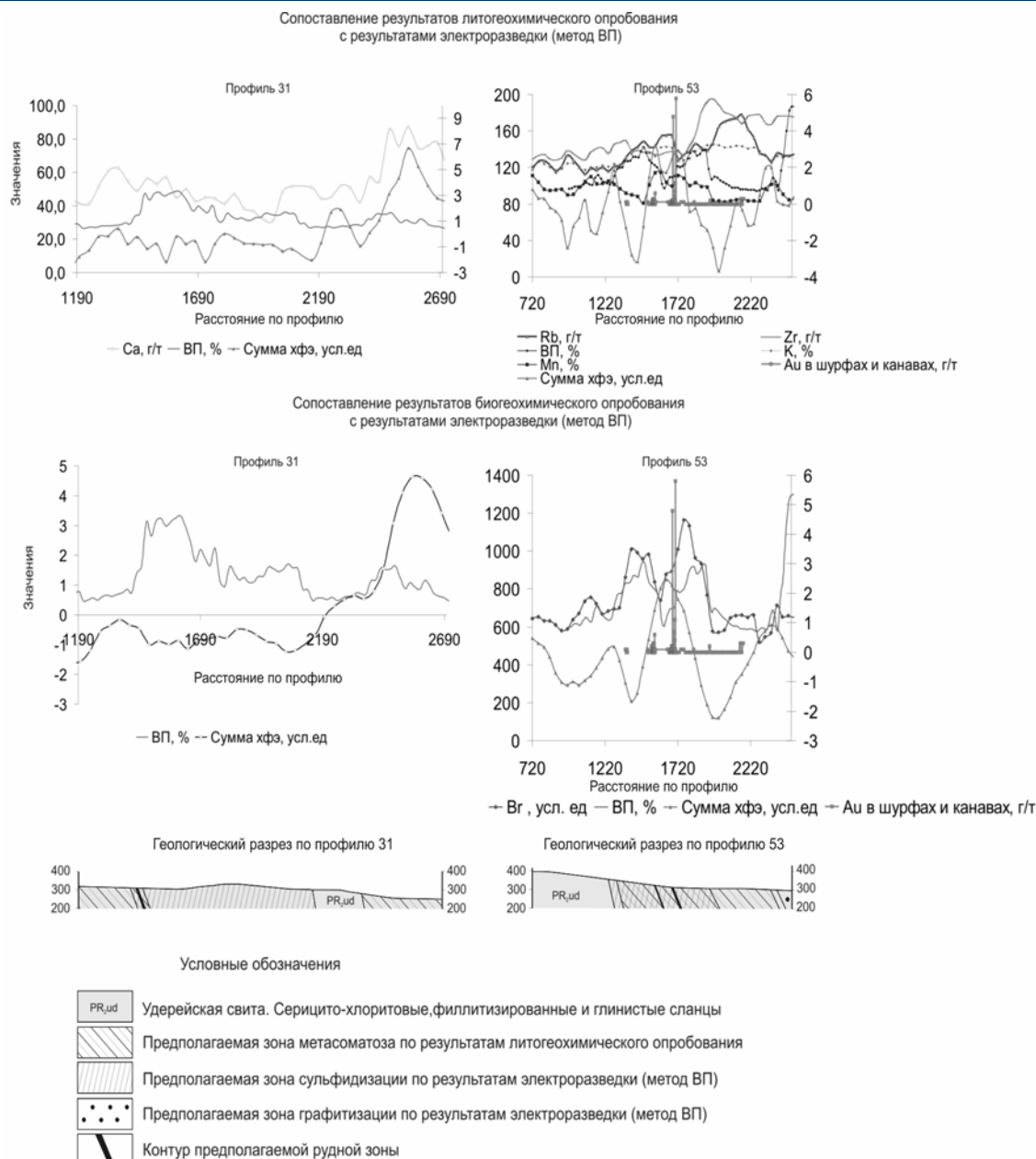
С целью выбора рационального комплекса методов, способных «почувствовать» рудную минерализацию на глубине, на двух профилях литогеохимического опробования, один из которых пересекает рудную зону, были выполнены опытно-методические исследования, включающие электроразведочные работы (метод ВП), магниторазведку, биогеохимическое опробование (кора сосны, режа березы), а также литогеохимическое опробование рыхлых отложений (рис. 1). Выводы по результатам работ кратко отражены ниже.

Магниторазведкой в ходе проведенных исследований было установлено, что в непосредственной близости к рудной зоне значимых изменений магнитного поля не наблюдается. Значения магнитного поля колеблются в диапазоне от -50 до 22 нТл, что свидетельствует о слабой намагниченности горных пород и отсутствии в их составе минерализованной зоны ферромагнитных минералов.

Электроразведка (методом ВП) позволила выявить на 53 профиле три аномалии поляризуемости (рис. 2). В двух аномалиях значение поляризуемости достигает 11,5 %. По-видимому, они связаны с зонами графитизации. Третья аномалия (около 3 %) пространственно совпадает с наиболее контрастной аномалией золота во вторичных ореолах и вероятно трассирует зону сульфидизации, сопровождающую оруденение. На 31 профиле также выявлена аномалия поляризуемости расположенная в зоне, где не наблюдаются повышенные концентрации золота и его элементов спутников во вторичных ореолах. Интенсивность аномалии около 3 %, также указывает на ее сульфидную природу.

В результате литогеохимического опробования на 53 профиле подтверждена комплексная аномалия халькофильных элементов (As, Cu, Zn, Pb) и Mn (рис. 2). Расположенные в зоне аномалии поляризуемости и тяготеющие к предполагаемой рудной зоне аномалии K и Rb, имеют чуть большую протяженность. Природа этих аномалий, вероятно, связана с процессами метасоматоза. Кроме того, в непосредственной близости к рудной зоне отмечается аномалия Zr, природа которой пока не ясна. В пределах 31 профиля также выявлена комплексная аномалия халькофильных элементов, которая, однако, оторвана в пространстве от аномалии поляризуемости и совпадает с повышенными концентрациями Са. Повышенных концентраций K, Rb и Mn здесь не выявлено.

Биогеохимическим опробованием коры деревьев (главным образом сосны) на 53 профиле была выделена аномалия Вг (рис. 2). Этот элемент характерен, прежде всего, для надрудных зон золоторудных месторождений, поэтому присутствие этого элемента может свидетельствовать о слабой эродированности рудоносной толщи. Кроме того, на исследуемых профилях в биообъектах были подтверждены комплексные аномалии халькофильных элементов, что может говорить о достоверности полученных результатов, и свидетельствует об актуальности использования данного метода при последующих поисковых работах.



**Рис. 2. Сопоставление результатов геохимического и биогеохимического опробования с данными электроразведки (метод ВП) по профилям 53 и 31**

Таким образом, проведенные исследования подтвердили высокие перспективы выявления золоторудных объектов в пределах Иочиминской площади, а примененный комплекс методов может быть использован для проведения дальнейших поисковых работ.

## К ВОПРОСУ О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧЕРНОСЛАНЦЕВОЙ ФОРМАЦИИ (ЛЕНСКИЙ ЗОЛОТОРУДНЫЙ РАЙОН)

Д.А. Хряпин

Научный руководитель доцент Р.Ю. Гаврилов

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

В нашей стране изучением месторождений черносланцевой формации, выявлением критериев и признаков занимались В.А. Буряк [1], В.Г. Петров [2], Г.А. Середенко [3] и др. В литературе не раз упоминались литологические и структурные факторы, влияющие на распределение золотого оруденения в породах. Литологический и структурный факторы зачастую тесно связаны между собой. На месторождении Западное

литологическая неоднородность и компетентность пород по отношению к тектоническим структурам обусловили образование при синскладчатых и последующих тектонических напряжениях множества межслоевых швов – зон расслаивания, отделяющих слои с разными механическими свойствами, которые трансформировались в полости – основные пути проникновения металлоносных растворов в толщу осадочно-метаморфических пород. Но вопрос о контроле оруденения на уровне двух рудовмещающих свит не поднимался. С этой целью был проведен статистический анализ распределения золота в пределах данных стратиграфических подразделений.

Основной целью работы являлось решение вопроса о существовании стратиграфического контроля в распределении золотой минерализации на уровне двух рудовмещающих свит (хомолхинская и имняхская) на примере месторождения Западное.

Месторождение Западное располагается в центральной части Сухоложского рудного поля и приурочено к сухоложской антиклинали. Рудные тела контролируются зонами дислокаций взбросо-, (надвигово)-сдвигового характера преимущественно распространенными в центральной части и прилегающих частях крыльев антиклинали. Рудовмещающими для месторождения Западное являются переслаивающиеся слабометаморфизованные породы имняхской и хомолхинской свит патомской серии кадаликанской подсерии верхнего протерозоя. Образование золотого оруденения пространственно и генетически связано в основном с зонами кварц-сульфидной жильно-прожилково-вкрапленной минерализации.

Рудные тела имеют субпослойное залегание и приурочены, как правило, к горизонтам тонкоритмичного переслаивания углеродистых кварц-серицитовых, иногда слабоизвестковистых, сланцев с известковистыми породами (известковистые песчаники, сланцы и известняки) при наложении на них зон мелкоскладчатых дислокаций, будинажа и трещиноватости. Локализованные в замковой части антиклинали части рудных тел образуют седловидные формы и, согласно положению шарнира антиклинали, полого погружаются в запад-северо-западном направлении. По падению крыльев погружение рудных тел происходит субсогласно слоистости пород в северном направлении более полого ( $15...20^\circ$ ) в лежачем крыле антиклинали и более круто ( $30...40^\circ$ ) в ее подвернутом лежачем крыле.

Форма всех рудных тел довольно сложная, с раздувами до десятков метров и с пережимами, вплоть до выклинивания, а также с разветвлением на несколько тел. Встречаются линзовидных обособления неправильной пластовой формы. Для рудных тел характерно крайне неравномерное распределение золота.

Целью проводимых работ являлось сравнение золотоносности двух свит для выявления значимости стратиграфического фактора в распределении золотой минерализации. В основу исследования были положены результаты опробования более чем 270 скважин вскрывших рудную минерализацию месторождения Западное. Для выполнения поставленной задачи было проведено сравнение двух независимых средних по критерию Манна-Уитни, исключение ураганных проб «квантильным» способом, а также расчет асимметрии, эксцесса, среднего значения, дисперсии, геометрического среднего, стандартного отклонения. Из данных по пробирному анализу керновых проб были сформированы две выборки. Первая выборка характеризует золотоносность рудных тел имняхской свиты, а вторая рудных тел хомолхинской свиты. Первая выборка включила в себя 1035 проб, а вторая 337 проб. Так как в каждой из выборок присутствует некоторое количество ураганных проб, которые могут оказать влияние на результаты статистического анализа, было решено применить «квантильный» способ определения «ураганов». Массивы проб двух свит были разбиты на десять равных классов каждый. Последний класс проб в имняхской свите ( $90...100\%$  проб) содержал почти  $40\%$  металла, что означало, что массив должен быть предварительно очищен от «ураганов». Последний класс проб был разбит на десять равных подклассов. Границей «ураганных» проб считается минимальное содержание первого подкласса, в котором содержится более  $10\%$  металла. В нашем случае это –  $10,3$  г/т. Следовательно, для получения более достоверных данных при сравнении выборок необходимо убрать или заменить пробы значения которых более чем  $10,3$  г/т. Для хомолхинской же свиты количество металла в последнем классе оказалось меньше  $40\%$ , следовательно выборка не потребовала исключения «ураганов».

Из таблицы видно, что частное от деления асимметрии и эксцесса на стандартные ошибки асимметрии и эксцесса обеих выборок превышает 3, что говорит о том, что распределение не подчиняется нормальному закону. При сравнении средних значений по критерию Манна-Уитни расчетное значение не превысило допустимого, что говорит о статистически незначимой разнице средних содержаний золота в рудных телах двух данных свит.

После исключения ураганных проб для выборок были определены перечисленные выше параметры и критерии (таблица). В результате проведенных исследований при сравнении средних содержаний золота в рудных телах хомолхинской и имняхской свит по критерию Манна-Уитни установлено, что различия в распределении золота статистически незначимы. Таким образом, основываясь на статистических исследованиях можно сделать вывод, что стратиграфический контроль золотой минерализации на уровне двух рудовмещающих свит отсутствует. Следовательно, основными факторами, влияющими на распределения золота, являются литологический и структурный контроль оруденения.

Характеристика распределения золота в рудных интервалах хомолхинской и имняхской свит

Свита	Статистические показатели									
	Ср.ар ифм.	Ср. геом.	Дисп	Станд. откл.	Макс	Мин	Асим- мет- рия	Эксцесс	Станд. ошибка асимметрии	Станд. ошибка эксцесса
Хомолхинская	2,10	1,29	4,99	2,23	8,60	0,10	2,84	12,15	0,13	0,26
Имняхская	2,09	1,41	3,41	1,85	10,30	0,10	1,79	3,53	0,08	0,15

## Литература

1. Буряк В.А. О золотонности осадочных толщ и поведении в них золота в процессе метаморфизма и гранитизации // Геология и геофизика. – 1978 – № 6. – С. 142 – 146.
2. Петров В.Г. Условия золотонности северной части Енисейского кряжа. – Новосибирск: Наука, 1974. – 138 с.
3. Середенко Г.А. Генетические особенности развития золотого оруденения Енисейского кряжа // Критерии отличия метаморфогенных и магматогенных гидротермальных месторождений. – Новосибирск: Недрa, 1985. – С. 53 – 58.

## ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ГЕОЛОГИИ (НА ПРИМЕРЕ ЛИСТА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ К-38-I)

А.В. Цыганков

Научный руководитель профессор В.И. Щеглов

*Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, Россия*

Одной из важнейших задач современной геологии является разработка универсальных дистанционных методов поиска месторождений рудных полезных ископаемых и выявления закономерностей их размещения. Эта задача решается различными способами с применением статистики, математического аппарата, новейших технологий обработки космических снимков и др. В данной работе будет рассмотрена техника проведения пространственно-статистического анализа (ПСА) геологического строения прделанного двумя различными методами: с использованием показателя сложности геологического строения (ПСГС), предложенным Богацким В.В. [1], и при помощи метода Де Джефри-Вигнала.

Основы ПСА с использованием ПСГС таковы: если любую геологическую карту разбить на равновеликие участки регулярной сетью, то, фиксируя наличие и количество оцениваемого геологического признака (параметра) на каждом участке карты, получают матрицу значений, которая может быть преобразована в систему изолиний, отражающих пространственное распределение изучаемого признака или его параметра. С помощью этого метода исследуют любые качественные признаки и их количественные параметры, обладающие изменчивостью в пространстве.

Для определения ПСГС на основании анализа фондовой литературы были выделены 38 признаков геологического строения, указывающих на предположительное наличие рудного полезного ископаемого. Признаки выделялись на основании стратиграфических, литологических, тектонических, минералогических и геохимических предпосылок наличия рудных ПИ в различных геологических комплексах и связи промышленной минерализации с геологическим строением и минеральным составом пород, а также с историей тектонического развития региона [2]. Площадь листа Государственной геологической карты К-38-I масштаба 1:200000 была разбита на 64 элементарные ячейки с известными координатами центров.

Затем была произведена формализация признаков и определён ПСГС для каждой элементарной ячейки. Формализация признаков производилась в ноль-единичной системе (наличие признака оценивается 1). Показатель ПСГС определяется суммированием общего количества основных элементов геологического строения для каждой из ячеек входящих в площадь листа Госгеолкарты-200 по формуле 1.

$$ПСГС_j = \sum_{i=1}^{38} P_i \quad (1)$$

Далее была определена качественная характеристика ПСГС. Для этого произведено разделение его величины на интервалы и подсчёт количества ячеек входящих в каждый интервал. На основании фондовой литературы и карт полезных ископаемых было определено количество уже открытых месторождений рудных полезных ископаемых внутри площадей ячеек, принадлежащих к каждому из интервалов ПСГС. На основании этих данных рассчитана вероятность наличия месторождения (VER) внутри площади ячеек каждого интервала как отношение количества месторождений к числу ячеек в заданном интервале ПСГС (формула 2).

$$VER = \frac{\text{Количество МПИ}}{\text{Количество ячеек}} \quad (2)$$

Таким образом, получена качественная характеристика величины показателя сложности геологического строения, выраженная в вероятности наличия месторождений на исследуемой территории. Так как вероятность вычислялась на основании уже открытых месторождений, то полученные результаты имеют практически 100 % подтверждение.

Для проверки надежности и согласованности полученных результатов выполнены корреляционный анализ поисковых признаков и оценка перспективности отдельных ячеек при помощи метода Де Джефри-Вигнала. В качестве основной характеристики взаимосвязанности альтернативных признаков используется коэффициент корреляции событий. Все возможные для матрицы исходных данных значения коэффициентов корреляции множества признаков объединяются в корреляционную матрицу.

Анализ структуры корреляционной матрицы выполнен методом кластерного анализа, позволивший выделить 3 группы признаков, причем, каждая группа признаков соответствует одной из перспективных площадей выделенных нами ранее на основе ПСГС. Исходя из того, что выделенные перспективные площади соответствуют различным комплексам пород, то каждая группа является совокупностью признаков, характерной определённой геологической структуре. Такое разделение происходит в силу неоднородности геологического строения территории.

Для построения карты перспективности используя метод Де Джефри-Вигнала рассчитываются информативности  $I_k$  отдельных признаков по формуле 3,

$$I_k = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M n_{kj}^2} \quad (3)$$

где  $N$  - число объектов,  $M$  - число признаков,  $n_{kj}$  – частота совместного появления  $k$ -го и  $j$ -го признаков, определяемая через исходную таблицу признаков по формуле 4:

$$n_{kj} = \sum_{i=1}^M P_{ik} P_{ij} \quad (4)$$

где  $P_{ik}$  и  $P_{ij}$  - значения (0 или 1)  $k$ -го и  $j$ -го свойств для  $i$ -го объекта. Сумма увеличивается на 1 при одновременном наличии двух признаков.

Далее определяются информационные веса (индексы относительной перспективности)  $J_i$  для 64 элементарных ячеек Госгеолкарты-200 как сумма информативностей проявленных в его пределах признаков по формуле 5:

$$J_i = \sum_{k=1}^M P_{ik} \quad (5)$$

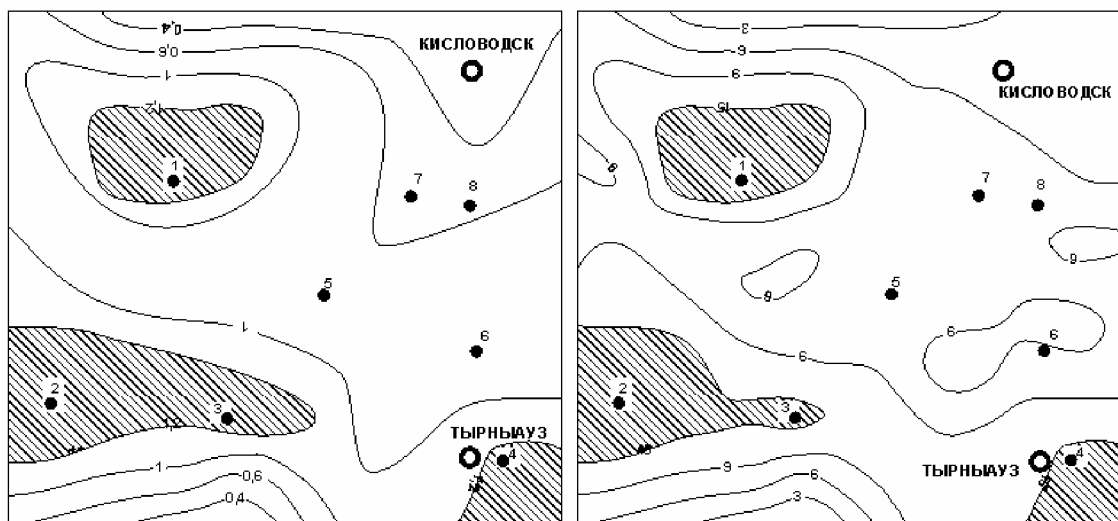
где  $I_k$  - информационный вес  $k$ -го признака,  $P_{ik}$  - значение  $k$ -го признака для  $i$ -го объекта.

На заключительном этапе исследований визуализация результатов при помощи карт изолиний перспективных площадей (рисунок). Построение карт изолиний производилось в программе ArcGis 9.2 при помощи модуля SpatialAnalyst методом средневзвешенных расстояний. Проанализировав карты перспективности, можем выделить две перспективные площади с наибольшей вероятностью нахождения в ней месторождений (информативность 1...1,4, ПСГС 10–17). Они повторяют геологические границы девонского комплекса пород, палеозойского и протерозойского кристаллического фундамента в нижней части карты, а также массива Маринских гранитов в верхней части.

Зоны максимальных значений (отмечены штриховкой) информативности (1, 4) и ПСГС (16...17) в нижней перспективной площади сосредоточились над 3-мя разведанными месторождениями (уникальное Тырнаузское редкометальное, Даутское, Худесское медноколчеданные), в верхней зона максимальных значений вероятности и ПСГС маркирует область интенсивного проявления палеовулканизма с многочисленными центрами сульфидной полиметаллической минерализации, в частности Ковалёвское золоторудное проявление с параметрами минерализации близкими к промышленным.

Практически полное сходство результатов пространственно-статистического анализа геологического строения площади листа Государственной геологической карты К-38-I, проделанного при помощи ПСГС, с результатами корреляционного анализа той же территории по методу Де-Джефри Вигнала говорит о высокой достоверности первого. Однако пространственно-статистический анализ в отличие от корреляционного зависит от количества используемых признаков и числа наблюдений. Помимо этого для анализа различных территорий с использованием ПСГС необходимо каждый раз выделять новый набор признаков, что влечёт трату большого количества времени на изучение литературы о закономерностях размещения ПИ в данном регионе. Также этот

метод анализа требует большого уровня геологической изученности исследуемой территории и в силу этого не может применяться на слабоизученных площадях. Но, несмотря на все эти недостатки, анализ территории с использованием ПСГС предельно прост в исполнении. От исследователя требуется знание элементарных функций и умение выполнения простейших математических действий.



*Рисунок. Карты перспективных площадей, построенные по полученным значениям информативности (слева) и ПСГС (справа). Цифрами обозначены рудопроявления: 1 – Ковалёвское, 2 – Даутское, 5 – Мушт-Малкинское; месторождения: 3 – Худесское, 4 – Тырнаузское, 6 – Тызыльское, 7 – Таза-Кол, 8 – Лахран*

#### Литература

1. Богацкий В.В. Пространственно-статистический анализ геологического строения и размещения полезных ископаемых. – М., 1976.
2. Ажгирей Г.Д. Геология Большого Кавказа. – М., 1976.

## Секция 4

# ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

## ОЦЕНКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОСВОЕНИЯ УГОЛЬНО-МЕТАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КУЗБАССА

Н.М. Рассказов, профессор

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

Угольные месторождения Кузбасса, прежде всего центрального – Талдинское, Нарыкское, Осташкинское, Жерновское и другие – содержат большие запасы угольного метана. Этот газ представляет промышленную ценность, причем, последняя доказана опытом его эффективного использования в СМ. В то же время угольный газ представляет большую опасность при угледобыче, скапливаясь в шахтных выработках, где нередко взрывается.

Работы по рассматриваемой тематике проводились по договорам с Газпром-Промгазом [1] в течение ряда лет совместно с Кузбасской партией этой организации коллективом исполнителей (ИНГГ СОРАН и ТПУ), возглавляемым профессором С.Л. Шварцевым, в него входили А.И. Волошин, Е.В. Домрочева, К.И. Кузеванов, Ю.Ю. Белова, Н.М. Рассказов и др. Основными задачами проведенных работ являлись:

- определение величины понижений уровней подземных вод в опытных эксплуатационных скважинах;
- оценка намечаемой производительности каждой их таких скважин и их общего количества;
- определение длительности откачек воды из каждой экспериментальной эксплуатационной скважины;
- изучение величины общей минерализации откачиваемых вод (из экспериментальных скважин);
- оценка влияния откачиваемых вод на окружающую среду при их утилизации различными способами;
- выяснение возможности использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения проектируемого газодобывающего предприятия.

В качестве первоначального объекта для получения характеристики гидрогеологических условий и решения поставленных задач использовано Талдинское каменноугольное месторождение, где ведутся опытно-эксплуатационные работы. На его площади развит изрезанный рельеф с отметками 220-390 м, характерный для лесостепной зоны центрального Кузбасса и обуславливающий активный поверхностный и подземный сток. Среднегодовая температура воздуха данной территории изменяется от -0,4 до +0,10С. Количество атмосферных осадков составляет порядка 520 мм в год при среднегодовом испарении 200-300 мм. Доля поверхностного стока достигает 40-45% от суммы осадков, подземного 12-15%. При этом до 50% осадков выпадает в летнее время, хотя большая их часть в данный период испаряется. В связи с таким соотношением наиболее благоприятными периодами для восполнения подземного стока являются осенний и весенний. Проведенные коллективом исполнителей полевые работы позволили установить химический состав подземных и поверхностных вод. По основным компонентам второй из них является гидрокарбонатным кальциево-магниевым при величине общей минерализации 250-550 мг/л.

В геологическом строении Талдинского месторождения выделяются породы верхней зоны четвертичного возраста мощностью до 5-10 м, среди которых составляет от 30 до 40%. Коренные породы представлены угленосными пермскими отложениями ленинской (мощностью до 750 м) и грамотеинской свит (до 500 м). Гидрогеологические условия территории определяются наличием обводненных образований не только четвертичного и пермского возраста, но и спорадически развитыми юрскими отложениями. Породы четвертичного возраста обводнены неравномерно – на водоразделах они нередко безводны, а в долинах удельные дебиты скважин достигают 4 л/сек. Юрские породы достаточно водообильны – в долинах рек удельные дебиты скважин доходят до 4,8 л/с. Фильтрационные свойства пермских угленосных отложений достаточно разнообразны и в их разрезе обнаруживается вертикальная зональность по этим свойствам (табл.).

Верхняя часть, представленная выветрелыми породами с интенсивной региональной трещиноватостью, распространяется до глубины 80-100м. Удельные дебиты скважин в песчаных отложениях достигают здесь (в среднем) 0,7 л/с, в глинистых разностях – 0,1 л/с. С увеличением глубины залегания пород обводненность их падает. Однако на отдельных участках (по вертикали) выделяют зоны повышенной трещиноватости и водоносности. Так, например, в процессе опытных работ в скважине 16140 на глубине порядка 900 м максимальный расход воды при откачке составил 2,9 м<sup>3</sup>/сут, а на глубине 470 и 1290 м соответственно 14 и 20 м<sup>3</sup>/сут. В процессе опытных работ установлена зональность подземных вод также по химическому составу. В верхней части геологического разреза (зона интенсивного водообмена до глубины порядка 150 м) они преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией до 500-600 мг/л. В ниже расположенной зоне замедленного водообмена (глубина порядка до 1500 м) можно выделить две подзоны: 150-600 м и 600-1500 м в которых отмечен рост общей минерализации воды (до 10 г/л), развитие гидрокарбонатно-натриевых (содовых) вод и некоторое повышение температуры воды. В третьей (по вертикали) зоне весьма замедленного водообмена (глубже 1500 м) – развиты преимущественно хлоридные воды с общим содержанием солей более 10 г/л.

На основе полученных материалов К.И. Кузевановым проведено моделирование гидрогеологических условий Талдинского месторождения с учетом результатов которого разработаны рекомендации по рациональной методике угольного метана для промышленного использования, а также по утилизации откачиваемых при этом соленых подземных вод.

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Таблица

Гидрогеологическая зональность Центральнокузбасской структуры

Зоны	Подзоны	Глубина залегания нижней границы, м	Области питания	Области разгрузки	Кф коэффициент фильтрации, м/сут	К коэффициент проницаемости, мD	Минерализация воды, г/л	pH	Водорастворенные газы
Зона интенсивного водообмена		До 160 м на водоразделах	Водоразделы различных порядков	Речные долины различных порядков	До 1,0	До многих сотен мD	0,4-0,8	6,0-8,0	N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> и другие воздушного происхождения
Зона замедленного водообмена	Верхняя	160-600	Окраинные внутрибассейновые и положительные структуры	Долины крупных рек и региональные разломы	0,001-0,05	О первых сотен мD	2-10	7,2-9	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub>
	Нижняя	600-1500							
Зона весьма замедленного водообмена		Глубже 1500	Перемещение флюидов вод под воздействием избыточных давлений	Зоны региональных разломов	Тысячные и десятитысячные доли м/сут	До десятков мD	10-35	До 8,2	CH <sub>4</sub> CO <sub>2</sub>
Зоны региональных разломов		До 10000 и более	Положительные структуры в верхней части и глубокие части геологического разреза внизу	Долины крупных рек	Большая изменчивость значений Кф	Проницаемость определяется степенью раскрытости	Возрастает к глубоким частям разломов	слабощелочные	В верхней части преобладают газы воздушного происхождения. В глубоких частях разломов CH <sub>4</sub> CO <sub>2</sub>



Коллективом кафедры ГИГЭ ТПУ и ИНГГ СО РАН обоснованы также рекомендации по выбору варианта водоснабжения будущего газодобывающего предприятия хозяйственно-питьевыми подземными водами.

## Литература

1. Шварцев С.Л., Хрюкин В.Т., Домрочева Е.В., Рассказов Н.М. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана // Геология и геофизика, 2006, № 7. С.881-891.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МЕЖДУ КОМПРЕССИОННЫМ И ШТАМПОВЫМ МОДУЛЕМ ОБЩЕЙ ДЕФОРМАЦИИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

**Е.В. Антонова**

Научный руководитель доцент Ю.П. Васильев

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

Одной из важных проблем в инженерно-геологических изысканиях является определение региональных коэффициентов для установления взаимосвязи между компрессионным модулем деформации и штамповым.

Для зданий II и III уровня ответственности (согласно п.п. 5.3.6 и 5.3.11 СП 50-101-2004) значение модуля глинистых грунтов допускается определять с помощью компрессионных испытаний, с учетом модулей полученных по штамповым испытаниям. По результатам обработки компрессионные модули деформации получаются заниженными в 2-10 раз по сравнению с результатами штамповых испытаний.

На основании «Пособия по проектированию оснований зданий и сооружений к СНиП 2.02.01-83» в расчете модуля деформации используются корректировочные коэффициенты для глинистых грунтов.

В данной работе мы попытаемся выяснить отношение между штамповыми и компрессионными модулями деформации, по зависимости  $E_{ш} = m \cdot E_{к}$ , где  $m$  – поправочный коэффициент, с учетом генезиса грунта, коэффициента пористости, показателей пластичности и текучести.

*Таблица 1*

*Рассматриваемые грунты*

Крымск	Глина - делювиального генезиса			
№ испытания	$l_p$	$l_L$	$e$	$S_r$
СН1	0,29	-0,17	1	0,9
СН2	0,26	-0,19	1,215	0,95
СН3	0,35	0,09	1,16	1,02
СН5	0,22	-0,05	0,614	0,96
СН6	0,19	0,05	0,698	0,93
СН8	0,26	0	1,008	1
СН9	0,23	0,13	1,169	0,9
СН10	0,29	0,1	1,109	1
Заречье (Туапсе)	Глина, супесь – аллювиально-делювиального генезиса			
№ испытания	$l_p$	$l_L$	$e$	$S_r$
СН4	0,19	-0,47	0,593	0,87
СН5	0,05	0,74	0,666	0,96
СН6	0,11	0,73	0,746	1
40 л. Победы (Краснодар)	Лессовые, делювиально-эоловые суглинки и глины			
СН1	0,17	<0	0,636	0,98
СН2	0,10	0	0,576	0,93
СН3	0,25	<0	0,721	1
1 Мая (Краснодар)	Лессовые, делювиально-эоловые суглинки и глины			
№ испытания	$l_p$	$l_L$	$e$	$S_r$
СН4	0,17	<0	0,627	0,86
СН5	0,16	<0	0,579	0,98
СН6	0,19	<0	0,589	1

Из физической постановки задачи компрессионных испытаний можно записать, что изменение коэффициента пористости образца грунта хорошо описывается экспоненциальной зависимостью:

$$\Delta e_i = e_0 * (1 - e^{-k_1 * p}) \quad (1)$$

Для штамповых испытаний зависимость осадки штампа от среднего давления также описывается экспоненциальной зависимостью:

$$S_i = -2.73 + e^{1+k_3 * p} \quad (2)$$

Из которых определяем коэффициенты  $k_1$  и  $k_3$ .

Из теоретической постановки задачи отношение модулей деформации  $E_{ш}$  и  $E_{к}$  представляется выражением:

$$\frac{E_{шш}}{E_{ком}} = \frac{k \cdot d \cdot (1 - v^2) \cdot (1 - v) \cdot \Delta e}{(1 - v - 2 \cdot v^2) \cdot \Delta S} \quad (3)$$

Из формулы 3 видно, что обработка обоих видов испытаний требует учета коэффициента поперечной деформации  $v$ , который принимается согласно таблицам (СниП .02.02-85).

$$\text{Обозначим величину: } \frac{(1 - v^2) \cdot (1 - v)}{(1 - v - 2 \cdot v^2)} = M \quad (4)$$

Анализ зависимости величины  $M$  от  $v$  показывает, что  $M$  изменяется от 1 до 3 при изменении  $v$  от 0,1 до 0,45 (рис. ).

Исходя из этого отношение модулей деформации при одинаковых действующих давлениях можно представить выражением:

$$\frac{E_{шш}}{E_{к}} = \frac{M \cdot k \cdot d \cdot \Delta e}{\Delta S} \quad (5)$$

Результаты экспериментальных исследований показывают, что отношение  $E_{ш}/E_{к}$  существенно зависит от действующего давления, НДС грунта в штамповых и компрессионных испытаниях.

Зависимость  $E_{ш}/E_{к} = M^*(k_3/k_1)$  – учитывает отношение коэффициентов осадки и объемной сжимаемости  $k_3/k_1$ , величина  $M$  – учитывает влияние коэффициента поперечной деформации  $v$ .

Результаты исследований представлены в таблице 2, с учетом генезиса грунта, коэффициента пористости, показателя текучести.

Таблица 2

№	e	I <sub>L</sub>	κ <sub>3</sub> /κ <sub>1</sub>	E <sub>ш</sub> /E <sub>к</sub> = M*(κ <sub>3</sub> /κ <sub>1</sub> )
Лессовые суглинки Краснодара (dvIII)				
CH4	0,627	<0	4.24	6,2
CH5	0,579	<0	5.1	7,2
CH1	0,636	<0	3.29	4,8
CH2	0,576	0	3.55	4,9
Лессовые глины Краснодара (dvIII)				
CH6	0,589	<0	4.75	5,1
CH3	0,721	<0	5.81	6,3
Глина Заречье (Туапсе) (adIII.10-II)				
CH4	0,593	<0	5.02	5,4
Супесь Заречье (Туапсе) (adIII-II)				
CH5	0,666	0.74	2.10	6,5
CH6	0,746	0.73	2.81	3,7
Глина Крымск (Сев. склон Кавказа) (dIII-II)				
CH1	1,00	<0	12.9	14,5
CH2	1,215	<0	12.2	13,9
CH3	1,16	0.09	15.6	17,8
CH5	0,614	<0	16.7	18,1
CH6	0,698	0.05	11.9	12,9
CH8	1,015	0.04	17.2	19,3
CH9	1,169	0.13	15.9	18,1
CH10	1,109	0.10	9.8	11,1

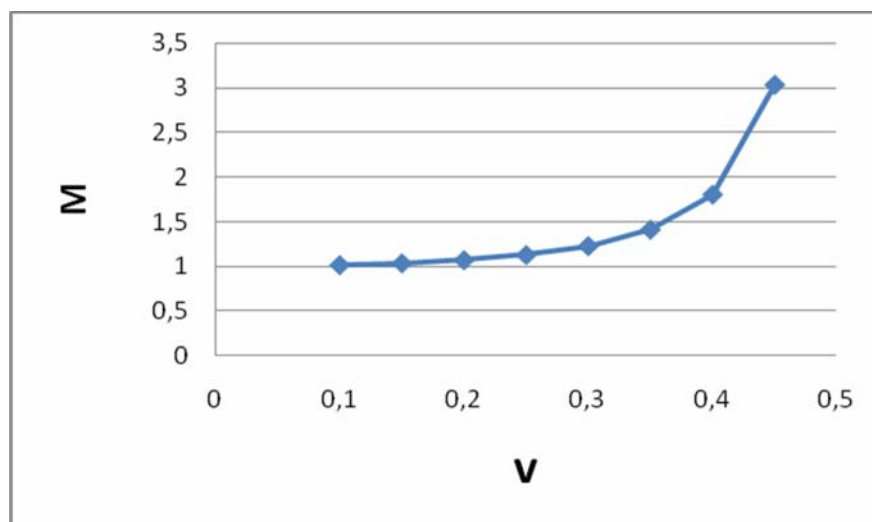


Рис. Зависимость величины  $M$  от коэффициента поперечной деформации  $v$

#### Литература

1. ГОСТ 20276-99 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. – М.: МНТКС, 1999. – 48 с.
2. ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.: МНТКС, 1996. – 70 с.
3. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений. – М.: Стройиздат, 1988. – 51 с.

### ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ БАРЕНЦЕВОГО МОРЯ В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА ТЕРИБЕРКА – ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

А.Б. Бабкина

Научный руководитель доцент В.Г. Зайончек

Санкт-Петербургский государственный университет им. Г.В. Плеханова, г. Санкт-Петербург, Россия

Начало разработки на шельфе Баренцеого моря ряда нефтегазоносных месторождений, в том числе и одного из крупнейших в мире газоконденсатных месторождений – Штокмановского, привело к необходимости рассмотрения вопроса о проектировании в береговой зоне Баренцеого моря комплекса сооружений по переработке и транспортировке нефти и газа. В частности, в рамках первой фазы освоения Штокмановского месторождения, в настоящий момент идут работы по проектированию портово-транспортного технологического комплекса (ПТТК) в районе поселка Териберка. Следует отметить, что береговая часть Баренцеого моря, в отличие от его шельфа [1], с инженерно-геологической точки зрения изучена менее детально. Вся накопленная инженерно-геологическая информация сосредоточена преимущественно на территории редких населенных пунктов. В условиях дальнейшего развития данной территории как крупного газо- и нефте- перерабатывающего района необходимо получение, систематизация и анализ инженерно-геологических данных, типизация и районирование территории по инженерно-геологическим условиям.

В геологическом строении территории выделяются два структурных этажа. Коренные породы архея и четвертичные отложения различного состава и генезиса. Нижний структурный этаж представлен преимущественно гранитами, относимыми к Варзинскому гранитному комплексу  $\gamma L2v$ [2]. Граниты серовато-красно-коричневые крупно и среднекристаллические, массивные, трещиноватые. По петрографическому составу граниты биотитовые крупнозернистые, микроструктура гипидиоморфозернистая-гранитовая, текстура массивная, неравномернозернистая, пятнистая.

Коренной склон террасирован, осложнен озерными котловинами и болотами на различных уровнях. На значительной части территории граниты выходят на поверхность, однако, на значительных по размеру участках перекрыты чехлом четвертичных отложений различного генезиса и состава. Максимальная мощность четвертичных отложений достигает, по геофизическим данным более 40.

Биогенные отложения bIV - распространены в межхолменных понижениях. Большинство крупных болот на территории относится к типу комплексных с преобладанием низинных и переходных, на повышенных участках сосредоточены пятна болот верхового типа. Средняя мощность колеблется от 1 до 3 м, однако на некоторых участках мощность может достигать 7 и более метров.

Коллювиальные отложения cIV имеют достаточно широкое распространение. Встречаются преимущественно прерывистыми полосами на склонах и у их подножий. Коллювий представлен глыбами

гранитов размером 0,2-0,8 м, состоит из продуктов склона, перемещенных вниз гравитационными процессами и при участии процессов замерзания и оттаивания. Мощность отложений составляет 1.5-3 м, на некоторых участках - более 5 м.

Морские отложения mШos-IV (осташковский горизонт) широко распространены в прибрежной части – в долинах губы Завалишина и Корабельная, на пониженных береговых участках, залегают непосредственно на дочетвертичных породах. На литологический состав этих отложений в значительной степени оказали влияние условия их образования: характер береговой линии, глубины моря и солёности. Мощность отложений более 10-20 м.

Элювиально-делювиальные образования edIII-IV приурочены к склонам и подножиям горных массивов и возвышений. Процентный состав щебня, глыб, песка варьирует в зависимости от текстурно-структурных особенностей материнских пород. Залегают чаще на коренных породах с поверхности, участками перекрыты озерными, морскими отложениями, торфами. Мощность до 5-7 м.

Одним из важнейших элементов инженерно-геологических условий территорий являются инженерно-геологические процессы которые в значительной степени определяют выбор строительной площадки с целью благоприятных условий строительства и эксплуатации сооружений. В связи с этим, при инженерно-геологической оценке рассматриваемого участка, большое внимание было уделено выявлению экзогеодинамических процессов, достаточно многообразных в данном районе арктического побережья.

В арктических морях динамика естественного режима береговой зоны характеризуется проявлением суммарного эффекта следующих основных факторов, процессов и явлений: геолого-геоморфологического строения берега и подводного берегового склона; гидролого-гидродинамических процессов, включающих ветровой, волновой и уровенный режимы, действие течений, а также такими специфическими для Арктики факторами, как криолитологическое состояние пород, слагающих берег и прибрежное дно, ледовые явления, динамика прибрежно-морских наносов [4]. Следует отметить, что в отличие от большей части береговых арктических зон России, для рассматриваемой нами территории не характерно развитие многолетне-мерзлых пород, однако большую роль играют процессы сезонного промерзания и оттаивания.

В пределах рассматриваемой нами территории развиты два типа берегов: абразионные и аккумулятивные. Первые представлены крутыми высокими склонами, крутизной 60-90° активно разрушаемыми морем и термо-денудационными процессами. Вторые представляют собой ваттовые берега, сложенные илистыми и мелкопесчаными отложениями. На некоторых участках пляжей характерно наличие вытянутых вдоль береговой линии узких полос хорошоокатанных валунных отложений. Особенностью для данной территории является формирование слабобразного ледового припая, который достигает своей максимальной толщины и ширины в весенние месяцы. Следует отметить, что в весенний период, когда происходит вскрытие, торошение и дрейф льда, обусловленный ветровым и волновым воздействием, а также течениями, возможно непосредственное воздействие на берег и береговые сооружения.

Выветривание характерно для участков развития коренных пород. Преобладает физическое выветривание гранитов, при котором происходит раскрытие петрогенетических и тектонических трещин и развитие новых трещин под влиянием переменного температурного режима. Химическое выветривание выражено слабее. Процесс выветривания обнаруживается в самой верхней части разреза коренных пород, образуя кору выветривания. Породы в зоне выветривания дезинтегрированы до глыбовых, щебенчатых, дресвяных грунтов, реже песков. На возвышенных участках кора выветривания денудирована. Мощность коры выветривания может достигать 7-10 м. В зоне выветривания граниты имеют желтоватый налет гидроокислов железа, в этих зонах породы сильно и очень сильно трещиноватые.

На рассматриваемой территории распространены два типа трещин - тектонический и экзогенный. В целом, массив разделен экзогенными трещинами на крупные и очень крупные изометрические блоки пород преобладающими размерами 0.8x1.2 м; 0.6x1.5 м. Трещины открытые, шириной до 20 см, иногда трещины заполнены продуктами разрушения гранита и почвой. Поверхность их неровная бугристая, часто ожелезненная. Среди экзогенных трещин в особую группу можно выделить трещины искусственного происхождения, что необходимо учитывать при планировке площадок с применением буровзрывных работ. Обычно формируются трещины двух видов: трещины разгрузки вблизи строительных выемок и трещины взрывов.

Тектоническая трещиноватость приурочена к разломам, которые при съемке и геофизических исследованиях выявлены в руслах ручьев и в логах. В скважинах она выражается в зонах дробления, мощностью 0.2-0.5 м, здесь породы разрушены до состояния дресвы и мелкого щебня. Трещиноватость пород в скважинах при бурении в отдельных интервалах может быть оценена как сильная и очень сильная. По величине столбиков керна, по проценту выхода керна и по величине показателя качества породы RQD, которая по данным бурения изменяется от 80-90% в слаботрещиноватых сохранных гранитах, до 30-40% в зоне выветривания и 15-20% в зонах тектонических нарушений. Следует учесть, что при снятии почвенного покрова и при проведении буровзрывных работ возможно резкое усиление образования осыпей, кроме того, расширение существующих трещин и образование новых в массиве гранитов, вызывающее образование неустойчивых массивов или обвалов.

На изученной территории не было выявлено опасных гравитационных смещений в виде обвалов или оползней. Наблюдались отдельные крупные вывалы глыб гранитов на склонах, мелкие осыпи у подошвы склона и курумы. Отмечаются выходы подземных вод из-под курума с незначительным выносом мелкозема.

При проведении инженерно-геологической съемки и маршрутного обследования ряда склонов ручьев выявлены процессы, связанные с их деятельностью: береговая абразия и русловая эрозия, выражающиеся в интенсивном размыве ранее отложившихся терригенных пород. О высокой интенсивности эрозионных процессов в естественных условиях и о преобладании процессов денудации над аккумуляцией свидетельствуют

значительная глубина вреза ручьев (достигающая 50 м), наличие порогов и перекатов в руслах ручьев с перепадами высот от 0.5 до 12 м, V-образная форма, незначительное развитие надпойменных террас. С процессами переработки берегов тесно связано образование оплывин торфа в заболоченных бортах берегов ручьев. По всей поверхности склонов в микрорельефе местности отмечается плоскостной смыв под действием дождевых и талых вод. Обломочный материал сносится с верхней части склона, образуя делювиальные и коллювиальные шлейфы. На пологих склонах образуются ложбины неруслового стока – «дели», глубиной 2-4 м при протяжении в несколько десятков и сотен м.

Как указывалось выше, для данной территории характерно развитие криогенных процессов, наиболее выраженным и опасным среди которых является морозное пучение. На большей части территории в зоне сезонного промерзания распространены средне-, сильно- и чрезмернопучинистые грунты. К наиболее пучинистым грунтам относятся пески мелкие и пылеватые, а также глинистые грунты морского генезиса наиболее распространенные в пониженных прибрежных участках, на территории губы Корабельная и губы Завалишина. Следует также отметить, что в зимний период происходит образование наледей.

Фоновая сейсмичность района по СНиП II-7-81\* [6] - 7 баллов. Изучение сейсмических процессов проводилось геофизическими методами.

Таким образом, для рассматриваемой нами территории характерно развитие ряда экзогеодинамических процессов, большинство из которых (формирование припая и дрейф льда, термоабразия, морозное пучение, формирование наледей и т.д.) обусловлен расположением территории в арктической прибрежной зоне.

Все эти рассмотренные факторы в значительной степени будут определять условия проектирования, строительства и эксплуатации комплекса сооружений поргово-транспортного комплекса в районе поселка Териберка.

#### Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист R-(35)-37 – Мурманск. Пояснительная записка. СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2000
2. Козлов С.А. Инженерная геология Западно-Арктического шельфа России. – СПб.: НИИГА-ВНИИОкеангеология, 2004. – 147 с.
3. Жигарев Л.А., Новиков В.Н., Попов Б.А., Совершаев В.А. Исследование береговой зоны Арктических морей//Вестник Московского государственного университета, серия 5, география. – М., 1984. – № 3. – С. 45-50.
4. Строительные нормы и правила: СНиП II-7-81\* - Строительство в сейсмических районах.

### ОСОБЕННОСТИ РАЙОНИРОВАНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ ОБЬ-НАДЫМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ.

**Е.А. Боброва**

Научный руководитель профессор И.В. Абатурова

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

В связи с освоением нефтяных и газовых месторождений в районах развития многолетнемерзлых пород активно начато строительство участков промышленного освоения месторождений и расширением существующих городов, где будут проживать строители и эксплуатационники.

Освоение территорий криолитозоны приводит к быстрому эффекту «бумеранга», связано с тем, что незначительное воздействие на мерзлую зону даёт быструю отдачу, и приводит к активизации и без того значительного количества экзогенных геологических процессов. В этой связи определяющим при выборе мест и способа проектирования является районирование территории по степени поражённости её экзогенными геологическими процессами. Рассмотрим особенности районирования на примере Обь-Надымского междуречья.

Район исследований располагается в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, Надымский район. Ближайшими населёнными пунктами являются г. Салехард (300 км), пос. Пангоды (80 км), пос. Ныда (140 км).

Особенностью изучаемой территории является недостаточная теплообеспеченность, широкое распространение рыхлых, слаболитифицированных отложений четвертичного возраста, приуроченных к толще многолетнемерзлых пород и избыточное увлажнение, что создает благоприятную обстановку для развития разнообразных экзогенных геологических процессов.

Все экзогенные геологические процессы и явления, в пределах исследуемой территории по механизму и основным причинам формирования можно подразделить на четыре группы. К первой относятся собственно криогенные процессы, обусловленные годовыми и многолетними колебаниями теплообмена на поверхности. Ко второй группе относятся флювиальные, абразионные и воднобалансовые процессы, обусловленные тепловым и механическим воздействием водных масс на оттаивающие и мерзлые породы, колебаниями теплообмена и водного баланса. К третьей группе относятся гравитационные процессы, обусловленные силами гравитации, поверхностным и внутригрунтовым стоком вод, колебаниями теплообмена на поверхности. И, наконец, четвертую группу составляют эоловые процессы, обусловленные деятельностью ветра.

*Собственно криогенные процессы:*

Морозобойное и диагенетическое растрескивание грунтов. Морозобойное растрескивание представляет собой процесс температурной деформации мерзлых пород в изменяющемся градиентном температурном поле. При изменении температуры пород в слое годовых колебаний температур возникают объемно градиентные напряжения, которые могут привести к морозобойному растрескиванию массива пород.

Морозное пучение. Морозное пучение дисперсных пород обусловлено увеличением объема замерзающей влаги и льдонакоплением (вследствие миграции воды) при промерзании. Этот процесс широко распространен как в криолитозоне, так и на территории с глубоким сезонным промерзанием пород.

Термокарст. При протаивании льдистых мерзлых пород и вытаивании подземного льда наблюдаются просадки земной поверхности. Такая осадка сопровождается обычно и оттаиванием льдистых (претерпевших пучение) пород сезонно-мерзлого слоя. Необходимым условием развития термокарста является наличие подземных льдов в виде мономинеральных залежей или текстуробразующего льда в рыхлых отложениях.

*Флювиальные, абразионные и водно-балансовые процессы:*

Заболачивание. Этому процессу способствует слабая расчлененность рельефа, избыточное увлажнение, замедленный поверхностный и грунтовый сток, а также наличие толщ многолетнемерзлых пород, которые являются водоупорным горизонтом.

*Гравитационные процессы:*

Оврагообразование. Образующиеся под воздействием дождевых струек бороздки, увеличиваясь в размерах, становятся руслами временных водотоков и через некоторое время превращаются в промоины треугольного и трапециевидного сечения с глубиной 15-20 см, а в более слабых породах — до 30-50 см.

Осыпи. Скопление обломков горных пород у основания крутых горных склонов в результате выветривания и скатывания обломков вниз по склону

Оползни. Процесс перемещения массивов горных пород под действием силы тяжести в результате изменения физико-механических свойств пород либо напряженного состояния пород. Основными причинами их формирования являются: переувлажнение пород тальми и дождевыми водами; эрозионная деятельность рек; гидрологические условия.

Солифлюкция. Вязкопластического течения рыхлых отложений на склонах, происходящий под действием составляющей собственного веса, направленном по падению склона и вызывающей в грунте пластические деформации

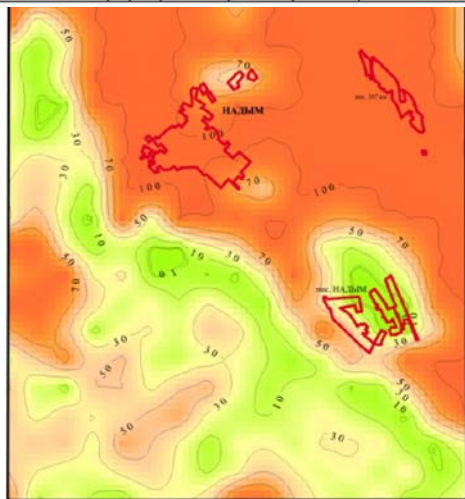
*Эоловые процессы:*

Ветровая эрозия и аккумуляция - процессы выдувания, переноса и отложения частиц оттаявших и морозных пород ветром.

Понятие интенсивности проявления ЭГП является одним из важнейших в инженерной геодинамике. Для целей перспективного строительства и оценки риска активизации опасных экзогенных процессов, была произведена количественная оценка развития экзогенных геологических процессов, которая базируется на расчетах коэффициентов пораженности исследуемой территории различными процессами. Степень пораженности территории экзогенными геологическими процессами характеризует, процент территории пораженный экзогенным процессом и выражается площадным или линейным коэффициентом.

Коэффициент пораженности является не только количественным показателем интенсивности проявления процесса, но в интегральной форме учитывает взаимодействие всех факторов, степень их влияния на данный процесс. Кроме того, коэффициент пораженности определяет потенциальную возможность (предрасположенность) проявления тех или иных экзогенных геологических процессов на данной территории, что дает возможность использования этого показателя в качестве прогнозного. Предварительная оценка территории произведена с целью её районирования, а именно выделения участков наиболее пригодных (непригодных) для хозяйственного освоения.

коэффициент пораженности, %	<1	1-10	10-30	30-50	50-70	>70
категории пораженности	I	II	III	IV	V	VI



*Рис. Районирование территории по интенсивности проявления экзогенных геологических процессов.*

*а) Карта интенсивности проявления экзогенных геологических процессов на территории Обь-Надымского междуречья.*

-городская территория

*б) Шкала градации коэффициента пораженности от 0 до 100%. Категориям пораженности соответствует определенная характеристика пораженности: I категория – весьма слабая пораженность; II категория – слабая пораженность III категория – средняя пораженность; IV категория – сильная пораженность; V категория – очень сильная пораженность; VI категория – весьма сильная пораженность территории.*

Используя расчетный коэффициент пораженности для оценки степени риска условий строительства, построена карта районирования территории по интенсивности проявления экзогенных геологических процессов (рис.) К сожалению, эта карта является условной, так как часть инженерно-геологических критериев нами не учтены в виду их отсутствия. Анализ данной карты позволил установить, что в пределах исследуемой территории преобладают участки условно благоприятные для строительства. На их долю приходится 60-70 % от всей территории. В основном они приурочены к долине реки Надым, и несут угрозу для зданий и сооружений города.

#### ВЫВОДЫ:

Таким образом, анализ видов и типов экзогенных геологических процессов, их распределение и количественные методы оценки показали, что условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений в г. Надым относятся к категории неблагоприятных.

Активизация и развитие опасных экзогенных геологических процессов существенно осложняют условия жизни населения. Требуется провести ряд мероприятий по минимизации негативных последствий техноприродных процессов и по устранению возможных причин деформаций зданий и сооружений, в процессе проектирования и инженерно-геологических изысканий.

#### Литература

1. Экзогенные геологические опасности. Под ред. В.М. Кутепова, А.И. Шeko.-М.: Издательская фирма «КРУК», 2002 г.
2. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л., «Недра», 1977 г.
3. Ершов Э.Д., Л.Н. Хрусталеv и др. Инженерная геокриология: Справочное пособие. Под ред. Э.Д. Ершова- М.: Недра, 1991г
4. Грязнов О.Н., Абатурова И.В., Петрова И.Г., Носкова И.А., Мерзлотно-геоэкологические проблемы северных городов// Сергиевские чтения. Вып. 6.: М.: ГЕОС, 2004.
5. Абатурова И. В., Грязнов О. Н., Стороженко Л.А., Емельянова И.А., Ст. Современные природные и техногенные экзогенные геологические процессы Обь-Надымского междуречья. Журнал: геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. Выпуск 2, 2009 г.

### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ Г. ТОМСКА

**Т.А. Боклаг, М.С. Кондратьев**

Научный руководитель магистрант В.Д. Покровский

*Лицей при Томском политехническом университете, г. Томск, Россия*

Томск – старинный студенческий, культурный и промышленный город, имеющий сложную инфраструктуру. Современная застройка концентрируется в новых микрорайонах, а также представлена отдельными зданиями в старых кварталах. Промышленные предприятия рассредоточены в пределах селитебной застройки. Историческая центральная часть города застроена старинными двух- и трехэтажными кирпичными домами, соседствующими с кварталами деревянных строений. Деревянная застройка Томска признается специалистами как уникальный в мировом масштабе культурный и исторический феномен и сохранение этого культурного наследия является одной из важнейших задач градостроительной политики.

В то же время, для Томска, как и многих других городов мира, характерны опасные геологические процессы, одним из которых является техногенное подтопление, создающее угрозу для зданий и сооружений, в том числе и для архитектурных памятников.

Процессы подтопления изучались и ранее, еще в 80-х годах были проведены специализированные работы, которые позволили закартировать факторы подтопления и составить карты на бумажных носителях, позволяющие оценить подтопляемость на городской территории [1]. Позже, в рамках выполнения работ по программе У.М.Н.И.К. эти материалы были актуализированы с помощью ГИС-технологий и представлены в электронном виде [2,3]. Задачей данной работы являлся анализ результатов этих исследований и попытка выяснить соответствие актуализированных материалов современному состоянию развития подтопления на территории архитектурных памятников города [4].

Для выяснения современного состояния геологической среды мы проводили анкетирование населения. Для этого был разработан комплекс вопросов, которые позволили оценить, существует ли проблема подтопления на участке проживания опрашиваемого населения и, если да, то какой носит характер, сезонный или постоянный, насколько глубоко залегают вода и не выходит ли на дневную поверхность, наличие насекомых как одно из следствий увеличения влажности в подвальных помещениях и проч.

Мы обследовали низкую 1-ую надпойменную террасу реки Томи (Московский тракт, ул. Татарская, Набережная р.Томи и др.) как территорию подверженную не только техногенному, но и естественному подтоплению, частный водораздел рек Томь и Ушайка (ул. Кузнецова, пр. Кирова) как участок с широким развитием техногенной верховодки, ул. Шишкова, Обруб, Розы Люксембург, Карла Маркса, пер. Совпартшкольный, расположенные в пределах территорий потенциального развития подтопления. Некоторые результаты этих работ приведены ниже.

Рельеф территории города, имеющий общую западно-северо-западную экспозицию, осложнен долинами малых рек и рядом достаточно крупных ручьев. Особое положение занимает р.Ушайка, которая прорезает территорию города с востока на запад и делит ее на северную и южную части. Отметки рельефа

водоразделов составляют от 120-135 м абсолютной высоты в южной части до 160-170 м - в северной. Минимальные отметки рельефа по урезу воды в р. Томи составляют 68-70 м. Плавно сопрягающиеся с водоразделом и между собой полого наклоненные террасовые уступы часто оканчиваются различной крутизны склонами с уклонами от 5-10 до 50-60 градусов и относительными превышениями до 50-60 м.

Климат района континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. Территория относится к умеренно увлажненным. Суммарное годовое количество атмосферных осадков (около 500 мм) превышает величину испарения, что создает благоприятные условия для питания подземных вод, в том числе и на территории городской застройки.

Гидрогеологические условия территории города определяются особенностями геологического строения. В разрезе выделяются два структурных этажа, разделенных водоупорными глинами. Нижний этаж представлен плотными трещиноватыми породами палеозоя, а верхний - рыхлыми песчано-глинистыми отложениями мезокайнозойского возраста. В плотных породах фундамента залегают трещинные, преимущественно напорные воды, которые частично используются для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения. В породах верхнего гидрогеологического этажа подземные воды образуют ряд водоносных горизонтов, гидравлически связанных между собой и создающих единую водоносную зону (зона насыщения). В породах, залегающих выше зоны насыщения, на прослоях глинистых грунтов, имеющих низкие фильтрационные свойства, формируются горизонты верховодки.

Сферой влияния жизнедеятельности города затрагиваются все водоносные горизонты, однако, наибольшее воздействие испытывают верховодные горизонты. На фрагменте гидрогеологической карты показаны территории развития верховодки

На участках, где слои супесчаных и песчаных разностей подстилаются хорошо выдержанными по площади глинистыми породами, верховодка образует сливные массивы. Однако, нередки случаи, когда глинистые водоупоры замещаются хорошо проницаемыми грунтами-супесями и песками. Тогда потоки теряют сплошность и, в связи с достаточно высокой дренированностью подстилающих слоев, породы оказываются переувлажненными на участках с благоприятными строением разреза и условиями питания [5].

Повышение уровней подземных вод, вызванное освоением новых районов и реконструкцией старых, наиболее четко проявляются на участках, склонных к формированию процессов подтопления. К таким участкам относятся территории, где приповерхностная толща пород сложена грунтами с высокими фильтрационными свойствами (пески, супеси, галечники, слои насыпного грунта, лессовидные суглинки), ниже которых залегают слои слабопроницаемых и водоупорных грунтов (глины, суглинки от легких до тяжелых, иловатые разности пород).

Непосредственной причиной подтопления в этих случаях часто является ухудшение условий дренирования территории, вызванное барражным эффектом при строительстве сооружений на свайных основаниях.

На обширных территориях северной части города до начала строительства грунты в верхней части разреза были практически безводными, лишь на отдельных участках наблюдалась локальная верховодка сезонного типа. После освоения территории верховодка приобрела региональный характер. Жилые кварталы создают здесь площадную систему, ухудшающую общий водный баланс территории. В настоящее время верховодка, развитая на деградированном лессовом горизонте, имеет уже черты, характерные для грунтового потока, и процесс ее развития будет усиливаться в дальнейшем.

В южной части города развиты геологические разрезы, благоприятствующие подъему уровней подземных вод. При изысканиях под строительство верховодка была отмечена здесь лишь на отдельных участках, большая часть водораздельной территории была практически сухой. Нарушение поверхностного стока при строительстве, наличие котлованов, заполненных рыхлыми насыпными грунтами, и, особенно, аварийные утечки из водопроводно-канализационных сетей привели к формированию сплошного верховодного горизонта, а строительство жилых домов на свайных основаниях вызвало подпор разгружающегося потока. В результате подвальные помещения отдельных зданий оказались затопленными. Подобные процессы возможны и при дальнейшем освоении этого района.

С помощью средств ГИС-технологий (рис.) по результатам ранее проведенных работ было определено, что потенциально подтопленных за счет грунтовых вод оказалось 6 памятников и 4 памятника за счет верховодки, что составляет 8,5% от общего их числа.

Анкетирование и опрос показали, что за последние 30 лет состояние геологической среды изменилось в сторону прогрессирующего развития процессов подтопления на территории города Томска. Одной из причин является увеличение плотности застройки. Так, например, только на одной ул. Татарская из опроса местного населения было выявлено 6 подтопленных памятников архитектуры. Район Московского тракта и улицы Татарской характеризуется низкими гипсометрическими отметками, близкими к реке Томи, и неглубоким залеганием водоносных горизонтов, которые подпитываются, как из реки Томи, так и за счет разгрузки со стороны коренного склона долины (в Университетское озеро). Жители, проживающие в домах, расположенных в непосредственной близости от деревянных сооружений, являющихся памятниками архитектуры, жалуются на постоянную сырость, воду в подпольях, невозможность выкопать погреб. В подтопленных домах вода находится примерно на 1,6 – 2 м ниже уровня земли.

В настоящее время работа ведется в постоянном режиме, а её результаты оперативно передаются в отдел архитектуры администрации города Томска, где учитываются при организации реставрационных мероприятий



Литература

1. 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.
2. Отчет по гранту У.М.Н.И.К. «Разработка информационно-поисковой системы для оценки характера и степени техногенного подтопления архитектурных памятников города Томска с использованием средств ГИС-технологий»
3. Покровский В.Д. Исследование условий техногенного подтопления архитектурных памятников города Томска с использованием средств геоинформационных технологий // Сборник исследовательских работ XII Всероссийских юношеских чтений имени В.И.Вернадского, г.Москва, 2005 г. – С. 37-43.
4. Памятники истории и культуры г. Томска и Томской области, стоящие на государственной охране // Справочное издание. – Томск, Центр по охране и использованию памятников истории и культуры, 1998
5. Сулакшина Г.А., Рождественская Л.А., Покровский Д.С. Инженерно-геологические условия территории г.Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением, г. Томск - 1981

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧНОСТИ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СУХОГО ДОКА В БУХТЕ ВРАНГЕЛЬ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

**Д.А. Ван-Хо-Бин**

Научный руководитель профессор А.В. Зиньков

*Дальневосточный государственный технический университет (ДВПИ им. В.В.Куйбышева), г. Владивосток, Россия*

Цель данной работы заключалась в исследовании физико-механических свойств грунтов и выявлении грунтов с наименее благоприятными характеристиками для строительства сухого дока в б. Врангеля.



**Рис.1. Типовой литологический разрез технологической скважины (на примере скважины №2)**

Общезвестно, что наиболее неблагоприятными породами являются те, которые обладают повышенной пластичностью, поэтому основными задачами данного исследования служили мероприятия по сбору и систематизации данных о физико-механических и прочностных характеристиках грунтов, слагающих территорию, на которой осуществлялось строительство сухого дока, а так же последующий анализ результатов исследований. В период с 2003-2005г. на площадке был построен сухой док для изготовления железобетонных оснований гравитационного типа для платформ Пильтун-Астохского и Лунского месторождений. Общая площадь участка составляет около 27 га. Котлован дока занимает примерно 7,5 га, размеры в плане 300x160м, глубина 14м. От моря док был отделён земляной перемычкой грунтов естественного залегания.

Площадка исследования расположена на юго-восточном побережье бухты Врангеля, в прибрежной части долины реки Глинка, примыкая к ее левому борту. В геоморфологическом отношении площадка расположена на низкой аккумулятивной аллювиально-морской террасе, плавню сочленяющейся с дном бухты и подножиями склонов сопочного обрамления бухты. В настоящее время территория площадки осложнена техногенным воздействием. Геологические исследования данной территории впервые наиболее детально были проведены в 1959-60 годах, когда она была покрыта геолого-

гидрогеологической съемкой масштаба 1:50000. В пределах участка выполнялись инженерно-геологические изыскания следующими организациями:

- ФУГРО «ПРОЕКТОМ» в 2002г. методами статического зондирования (20 точек), динамического зондирования (5 скважин), были проведены испытания грунтов конусным микропенетрометром;

- ВНИИГ в 2003г. осуществлялись исследования режимов подтопления котлована, оценивалась фильтрационная прочность и устойчивость его откосов.

На основании анализа этих данных ООО «НПО «Гидротекс» в 2008 г. были пробурены 4 контрольные скважины глубиной 20,0-25,0м. Были отобраны пробы грунта с ненарушенной (40 проб) и нарушенной (21 проба) структурами. В процессе производства данных работ в составе рабочей группы принимал непосредственное участие автор настоящего сообщения. В результате были получены данные по особенностям литологического строения исследуемого участка.

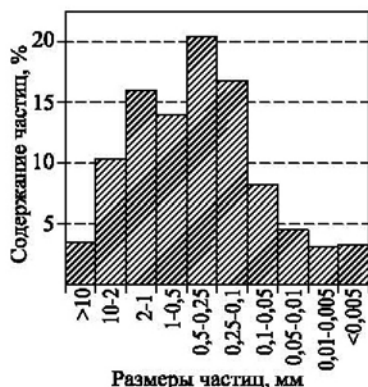


Рис.2. Гранулометрический состав песчаных грунтов

В типовой литологический разрез (рис. 1) входят техногенные ( $tQ_{IV}$ ), аллювиально-морские ( $amQ_{IV}$ ), лагунно-аллювиальные ( $laQ_{III-VI}$ ), аллювиальные ( $aQ_{III}$ ), делювиально-пролювиальные ( $dpQ_{II-III}$ ) отложения и элювиальные образования ( $eQ_{I-II}$ ) образования, залегающие на коренных породах мелового возраста.

Морские, аллювиально-морские отложения ( $m, amQ_{IV}$ ) слагают верхнюю часть прибрежной террасы и залегают непосредственно под техногенными грунтами. Они представлены толщей переслаивающихся песков разной крупности - от пылеватых до крупных и гравелистых, с линзами и прослоями илов и гравийно-галечниковых грунтов. Мощность толщи достигает 7,0-12,0м.

Лагунно-аллювиальные отложения ( $laQ_{III-IV}$ ) залегают ниже толщи морских отложений. Их строение слоистое. Для них характерно частое переслаивание тонких прослоев связных и песчаных разностей грунтов, с редкими линзами и прослоями гравийно-галечниковых образований.

Аллювиальные отложения ( $aQ_{III}$ ) развиты под толщей лагунно-аллювиальных грунтов. Представлены гравийно-галечниковыми грунтами с песчаным, супесчано-суглинистым заполнителем, с линзами и прослоями песков, супесей, суглинков и глин.

Делювиально-пролювиальные отложения ( $dpQ_{II-III}$ ) сплошным чехлом покрывают поверхности склонов и подстилают толщи морских, лагунных и аллювиальных отложений.

Элювиальные образования на коренных породах ( $eQ_{I-II}$ ) представляют собой продукт коры выветривания гранитоидов с глубоким преобразованием исходных материнских пород до состояния супесчано-песчаного и дресвяно-щебенистого материала.

Сухой док является сооружением, представляющим из себя котлован, стенки которого должны отвечать требованиям по устойчивости и водонепроницаемости, поэтому грунты, не соответствующие этим требованиям необходимо изымать или производить их крепление. Решение по применению тех или иных грунтов и материалов принимается на стадии проектирования. В связи с этим крайне важно было провести анализ свойств существующих грунтов и оценить возможность их использования при производстве данного сооружения.

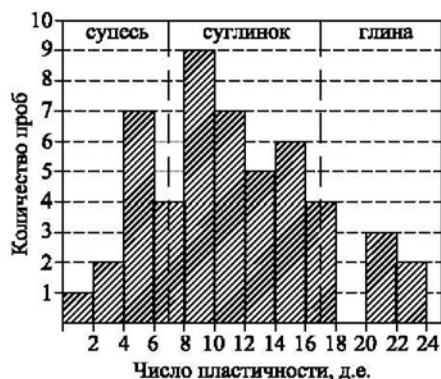


Рис.3. Градация глинистых грунтов по числу пластичности

Для большей наглядности при выявлении преобладания на площадке тех или иных грунтов были построены гистограммы, отображающие количественные соотношения проб различных типов грунтов и образований одного типа с различными физико-механическими характеристиками.

Был проведен фракционный анализ состава песчаных грунтов (рис. 2) до глубин 25 м. Установлено, что песчаные грунты преимущественно сложены частицами размером от 0,25 до 2 мм, что соответствует пескам мелкой и средней крупности. При этом мелкие и пылеватые пески залегают в основном на глубинах до 10-12 м, а гравелистые образования, крупные и средней крупности пески распространены на глубинах до 35м.

Проведено исследование пластических свойств глинистых грунтов до глубин 10 м (рис. 3). Выявлено, что на данных глубинах преимущественно распространены глинистые грунты со значением числа пластичности, попадающим в интервал 7-17 д.е., что соответствует суглинкам.

Из следующей гистограммы, изображенной на рисунке 4, и составленной для того же массива проб с градацией по показателю текучести, следует, что данные грунты представлены в основном тугопластичными и полутвердыми глинистыми грунтами с показателем текучести 0-0,5 д.е. Данные грунты обладают плотностью 1,90-2,05 г/см<sup>3</sup>, и коэффициентом пористости 0,75-0,88 д.е.

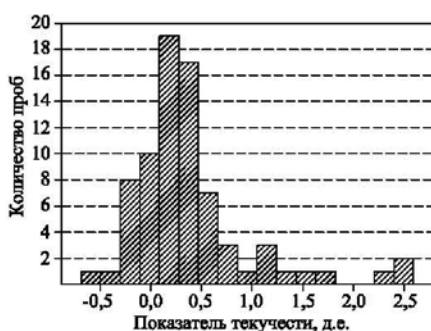


Рис.4. Характеристика текучести суглинистых грунтов

**Выводы:** Установлено полимодальное распределение частиц грунта площадки в пределах которой проводилось строительство сухого дока. В целом для глубин 0-10 м установлено распространение глинистых грунтов со значением числа пластичности, соответствующим интервалу 7-17, что характеризует данные грунты как суглинки.

Исследованные грунты в основном представлены тугопластичными и полутвердыми глинистыми грунтами с включениями галек и гравия. Данный вид грунтов в целом является пригодным к использованию при строительстве сухого дока, при условии выполнения некоторых мер по креплению стенок дока.

## ОСОБЕННОСТИ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р.ТОМИ

Н.Н. Дербенева

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с широким развитием инженерной деятельности человека, появилась необходимость изучения и освоения новых территорий, поэтому в настоящее время становится все более актуальной проблема изучения болот. В пределах исследуемой территории болотным процессом охвачены значительные площади. Болота здесь распространены на всех геоморфологических элементах, и их доля в ландшафтной структуре района весьма велика. В настоящее время болота привлекают внимание не только как источник торфа, так же не достаточно выявлена взаимосвязь между болотными ландшафтами и составом торфяной залежи. В данный момент болотный ландшафт изучен весьма слабо. Возникает проблема отсутствия достоверной информации о видовой насыщенности, типологическом разнообразии растительности и ее роли в сохранении биологического разнообразия района.

На основании выше сказанного основной задачей было выявление особенностей распространения залежи определенного типа, описание характера растительности, а так же и определение предполагаемого строения торфяной залежи. Объектами исследования данной работы стали болотные массивы расположенные на территории Томского района Томской области. При выполнении работы были использованы фоновые материалы и материалы предоставленные СибНИИТорфа и кафедрой ГИГЭ ТПУ, были детально изучены материалы содержащие описание болотных ландшафтов месторождений «Чангарское», «Рыжиково», «Темное», «Ольгино», «Усть-Кандинское», «Таган» и «Песчаное» и др.. В процессе выполнения работы была выполнена систематизация и анализ полученного выявления закономерностей взаимосвязи ландшафтов и состава залежи.

На изучаемой территории располагаются 4 основных типа болотных ландшафтов: 1 – высокотравные (тростниково-крупноосоковые) пойменные болота; 3 – низкотравные осоково-моховые топяные болота; 2 – лесные болота или согры; 4 – выпуклые (сосново)-кустарничково-сфагновые болота. Каждый тип ландшафта приурочен к определенному геоморфологическому элементу: на водоразделах располагаются олиготрофные и мезотрофные болота; на террасах и в поймах встречаются все типы болотных массивов: олиготрофные, мезотрофные и евтрофные. Каждый ландшафтный тип болот имеет свои особенности [3].

Низкотравные осоково-моховые топяные болота. Данные топи представляют собой открытые, реже более или менее залесенные, преимущественно мезотрофные болота или их отдельные участки (микрорландшафты). В целом низкотравные осоково-моховые топи характеризуются растительностью с доминированием низкорослых осок и осокоподобных трав с хорошо выраженным моховым покровом или без него. Кустарниковые березки (0,5 – 1,5 м высотой), реже деревья (2 – 6 м высотой) могут также играть заметную роль в топях с высоким уровнем стояния болотных вод, вследствие развития микрорельефа в виде мягких моховых кочек. Видовой состав растительных сообществ в топях может сильно различаться в зависимости от колебания уровня болотных вод, степени их прочности и химического состава. Топяные участки болот с кислыми условиями среды и особо низким содержанием в воде минеральных веществ отличаются развитием сплошного ковра сфагновых мхов. Топи с менее кислым субстратом характеризуются участием в моховом покрове как сфагновых так и гипновых мхов. Участки болот с нейтральными условиями среды характеризуются преобладанием осок, кальцефильных трав и гипновых мхов. Разреженный древесный ярус в топях, если присутствует представлен низкорослыми деревьями березы пушистой и сосны [3].

Ландшафты и состав залежей пойменных торфяных массивов можно рассмотреть на примере торфяного месторождения «Усть-Кандинское», которое расположено в долине р. Ум, протекающей по месторождению, между населенными пунктами Кандинка и Барабинка. Месторождение расположено на I террасе (пойменное), занимает площадь древней излучины и имеет форму правильного полукруга, ооконтуренного круто обрывающейся II надпойменной террасой р. Томи высотой от 5–7 до 10–12 м. Площадь ТМР – 928 га, максимальная мощность торфа – 6,0 м, средняя – 3,4 м [2]. В кустарниковом покрове береза приземистая. В травяном ярусе преобладают осок с примесью вахты, сабельника. Моховой покров сложен менее требовательными к минеральному питанию растениями. Ближе к притеррасной части массива имеется

небольшой участок, где отложения выходят из-под влияния грунтовых вод и верхний пласт толщиной 1 м сложен верховыми сфагновыми и переходными осоковыми торфами. Для этих фитоценозов характерно отсутствие древесного яруса и незначительное количество кустарничков. В травяном ярусе осоки составляют основной фон, в котором вкраплена пушица. Залежь низинная, топяного подтипа, сложена осоково-гипновым и гипновым торфами. Придонные слои толщиной 0,5–1,0 м сложены, в основном, травяными (папоротниковыми и вахтово-папоротниковым) в меньшей мере травяно-гипновым и древесными торфами. Из растительности древесный ярус представлен сосной высотой до 4–6 м [4].

Типичным представителем данного ландшафта является также Таганское болото. Месторождение «Таган» расположено на левобережной террасе р. Томи от г. Томск на ю-з в 1,5 км от с. Баталино. «Таган» расположено на I надпойменной террасе р. Таган. Конфигурация участка приближается к овалу вытянутому с юга на север [2]. Здесь развиваются фитоценозы с разреженным древостоем из березы высотой 4 – 6 м, иногда с примесью сосны и ели и с пышным подлеском из ивы, рябины и крушины. В мелкопочковатом микрорельефе кочки образованы осоками. Междукочечные понижения обильно заросли корневищными осоками и разнотравьем: вахтой, тростником, хвощом, раковыми шейками, щитовником. Вследствие затенения гипновые и сфагновые низинные мхи заметно угнетены [4]. Участок низинного типа с повышенной зольностью. Выделяется несколько участков с разными видами залежей – осоковой низинной – 48%. Осоково-гипновой-31%, гипновой – 7%, лесо-топяной – 4%, многослойной топяно-лесной – 4%, лесотопяной – 3%, лесной-3% [2].

Выпуклые (сосново)-кустарничково-сфагновые болота. Данный тип ландшафта представлен торфяными болотами верхового типа. Характеризуется выпуклой формой поверхности и уровня болотных вод, развитием разнообразных комплексов с грядами, доминированием сфагновых мхов, пушицы и кустарничков растительном покрове; развитым низкорослым древесным ярусом из сосны, реже без него. Выпуклые (сосново)-кустарничковые-сфагновые болота всегда покрыты сплошным более или менее плотным ковром сфагновых мхов, главным образом фускум, ангустифолиум и магелланикум. В наиболее сухих условиях заметную роль могут также играть кустистые лишайники [3]. Типичными представителями данного типа ландшафта являются месторождения «Темное» и «Клюквенное», которые представляют собой две части одного болотного массива с общей нулевой границей, расположенного в 1,5 км на северо-восток от с. Орловка. Месторождение «Темное» расположено на II надпойменной террасе и состоит из трех участков. Его территория на северо-западе подразделяется на участки с верховым и низинным типами залежи. Площадь участка с верховым типом залежи – 191 га, средняя мощность торфа – 2,72 м (без очеса), максимальная – 7 м (с очесом). Из микроландшафтов олиготрофной залежи наблюдается травяно-моховая и моховая группа. Участок в основном состоит из фускум-фитоценоза (87,5%). Участок на юге месторождения представлен евтрофным типом растительности. Встречаются почти все группы с характерной для них растительностью. осоковой (28,2 %), топяно-лесной (25,6 %), древесно-осоковой (20,5 %), лесо-топяной многослойной, лесо-топяной (по 10,3 %) и лесной (5,1 %) фитоценозы. Наиболее распространенные виды торфа – осоковый низинный (55 %), древесно-осоковый низинный (32,9 %), древесный низинный (6,0 %) и осоковый переходный (1,7 %) [1]. Ландшафт низинной залежи представлен: деревья: чахлые березки, в центральной части – сосна, диаметр ствола до 20 см. Травы: осоки, вейник. Мхи: сфагнум по краям болота. В верховой залежи из древесных представителей – сосна, деревья диаметром 15–20 см расположены по 5–6 штук на 25 м<sup>2</sup>, из кустарничков – вересковые, багульник. Из трав встречается пушица, осока, клюква [4].

Еще одним представителем выпуклого (сосново)-кустарничково-сфагновые болота является ТМР «Рыжиково», которое находится на склоне водораздельной равнины рек Оби и Большой Юксы, в 16 км на северо-восток от с. Ольго-Сапеженка, при заимке Гужихина. Месторождение состоит из одного участка представленного олиготрофным типом растительности. На болотном массиве встречаются все группы олиготрофных растений их типы фитоценоза. Большая часть залежи (46% залежи) представлена древесно-травяной группой – сосново-пушицевым фитоценозом. Она покрывает поверхность торфяника сплошным ковром, образуя местами подобие кочек. В меньшей степени развита древесно-моховая группа – сосново-сфагновые фитоценозы (12% залежи) [2]. Так же в меньшей степени распространена травяная группа – пушицевые фитоценозы. Значительно реже встречается травяно-моховая и моховая группа с характерными для них микроландшафтами. Древесный ярус состоит из сосны высотой 4 – 8 м заметно угнетен и сильно разрежен. Изредка встречаются кустарнички вересковых: болотный мирт, подбел. В моховом ковре преобладает сфагнум, ангустифолиум, в меньшем количестве встречается магелланикум [4].

Высокотравяные пойменные болота связаны с мелководьями, где уровень воды изменяется в разные сезоны года и в разные годы вследствие затопления полыми или тальми снеговыми водами. Обычно развиваются на гидроморфных минеральных почвах органоминеральных отложениях пойм. Марши, которые в течение вегетационного сезона успевают освобождаться от воды или нерегулярно подвергаются затоплению полыми водами, могут накапливать торф, мощность которого редко превышает 40 – 50 см. Растительность маршей характеризуется высокотравными крупноосоковыми и тростниковыми сообществами, развивающимися в застойных условиях высокого увлажнения. При уменьшении обводненности в кочкарноосоковых маршах могут поселяться кусты ив [3].

Лесные болота (согры). Отличительной особенностью лесных болот является развитие хорошо выраженного древостоя высотой от 8 – 10 до 15(18) м с общим проективным покрытием крон более 30%. Они откладывают древесный или богатый древесными остатками торф [3]. На изучаемой территории данный тип болотного ландшафта наблюдается на ТМР «Чагинское». Месторождение «Чагинское» («Песчаное») расположено на II террасе р. Томи (по в левобережной пойме р. Кисловки), в 3 км на северо-восток от с. Кисловка. Площадь массива – 55 га, максимальная мощность залежи – 1,5 м, средняя – 0,83 м. Залежь верхового

типа, сфагновая (сфагнум – 90 %, осока – 10 %). Переходная и низинная группа, представлены сфагновым и древесно-тростниковым видами [2].

В результате проделанной работы было выявлено, что каждый тип залежи располагается на определенной геоморфологической территории, и их геоморфологическое положение определяет такие характеристики как тип ландшафта, по которому косвенно определяется тип, вид торфа, зольность, обводненность залежи, на основании чего можно прогнозировать свойства торфа. В зависимости от места расположения болота на территории меняется и ландшафт, который в свою очередь определяет видовой состав залежи. На изучаемой территории значительно доминирует низинный тип болот, с лесным и низкотравным осоково-моховым топяным типом ландшафта. Болота верхового типа имеют выпуклый (сосново)-кустарничково-сфагновый и высокотравный пойменный тип болотного ландшафта. В основном они расположены на водораздельных равнинах и в поймах рек. Основной растительностью таких болот являются сфагновые мхи, в результате чего в составе торфов залежи большую часть занимают моховые остатки сфагнов.

#### Литература

1. Геологический отчет о детальной разведке торфяного месторождения «Темное» Томского района / Сиб. ГРЭ ПГО «Новосибирскгеология». Отв. исп. Морозова Н.М.– Новосибирск. 1986г. – 184 с.
2. Крамаренко В.В. Формирование состава и физико-механических свойств торфов Томской области : Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук : Спец. 25.00.08 / В. В. Крамаренко ; Томский политехнический университет ; науч. рук. С. Л. Шварцев. – Томск : Б.и., 2004. – 22 с. : ил. – Защита сост. 29.12.2004 г. – Библиогр.: с. 22(10 назв.).
3. Лапшина Е.Д. Болота юго-востока Западной Сибири (ботаническое разнообразие, история развития и динамика накопления углерода в голоцене). Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук.
4. Тюремнов, Сергей Николаевич. Торфяные месторождения / С. Н. Тюремнов ; под ред. А. С. Оленина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1976. – 488 с. : ил. – Библиогр.: с. 478 – 485.

### ОЦЕНКА ПУЧИНИСТОСТИ ГРУНТОВ УЧАСТКА В ПРЕДЕЛАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ БЕРКАКИТ-ТОММОТ-ЯКУТСК

**В.О. Девятерикова**

Научный руководитель старший преподаватель Н.Н. Бракоренко

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

В настоящее время на территории России широко распространены пучинистые грунты. К ним относятся глины, суглинки, супеси, пески пылеватые и мелкие. При определенной влажности эти грунты, замерзая в зимний период, увеличиваются в объеме, что приводит к подъему слоёв грунта в пределах глубины его промерзания [2].

Пучение грунтов – это явление сложное и порой приводит к непредсказуемым последствиям в строительстве. Пренебрежение этим явлением приводит к тому, что здания (особенно легкие) поднимаются вместе с фундаментами при замерзании грунтов и опускаются во время их таяния. Неравномерность этих процессов часто приводит здание в аварийное состояние и даже вызывает полное его разрушение.

Цель работы заключается в оценке пучинистости грунтов в пределах территории железнодорожной линии Беркакит-Томмот-Якутск. Фактическим материалом послужили данные инженерно геологических изысканий, полученные лично автором в результате учебной производственной практики на предприятии ОАО «Нерюнгростройизыскания» (Якутия).

Геологический разрез (рис.1) исследуемого участка, до глубины 7-8 метров сложен: насыпным грунтом вскрытой мощностью от 0.3 до 2.0м, образованным в процессе строительства железной дороги, представлен глыбово-щебенистым грунтом с песчаным и супесчаным заполнителем. Грунт имеет повсеместное распространение по трассе железной дороги, который в свою очередь подстилается заторфованным грунтом, представлен торфами среднеразложившимися и песками пылеватыми слабо - и среднетаторфованными с прослоями льда мощностью до 10см,. С глубины 5-6 метров залегает супесь пылеватая с растительными остатками, темно-коричневого и серовато-коричневого цвета, с единичными включениями дресвы песчаников до 1-6%.

Расчётная глубина сезонного оттаивания-промерзания грунтов по материалам Чульманской и Тындинской мерзлотных станций составляет:

- на пологих водораздельных поверхностях, сложенных элювиальными и элювиально-делювиальными крупнообломочными грунтами, малой степени водонасыщения, покрытых сосново-лиственничным лесом - 2-3,5 м, местами до 6 м,

- на средних участках склонов средней крутизны - 2,0-3,0 м,

- на крутых обвально-осыпных склонах - 5,0-6,0 м,

- на нижних придолинных выположенных участках склонов, покрытых елово-лиственничным лесом, кустарничково-голубико-осоковой растительностью и мхом - 2-3 м,

Согласно ВСН 29-85 [1] принадлежность пылеватого-глинистого грунта к той или иной группе по степени пучинистости оценивается параметром  $R_f$ , определяемым по формуле:

$$R_f = 0,012(W - 0,1) + \frac{W(W - W_{cr})^2}{W_L \cdot W_p \sqrt{M_0}}$$

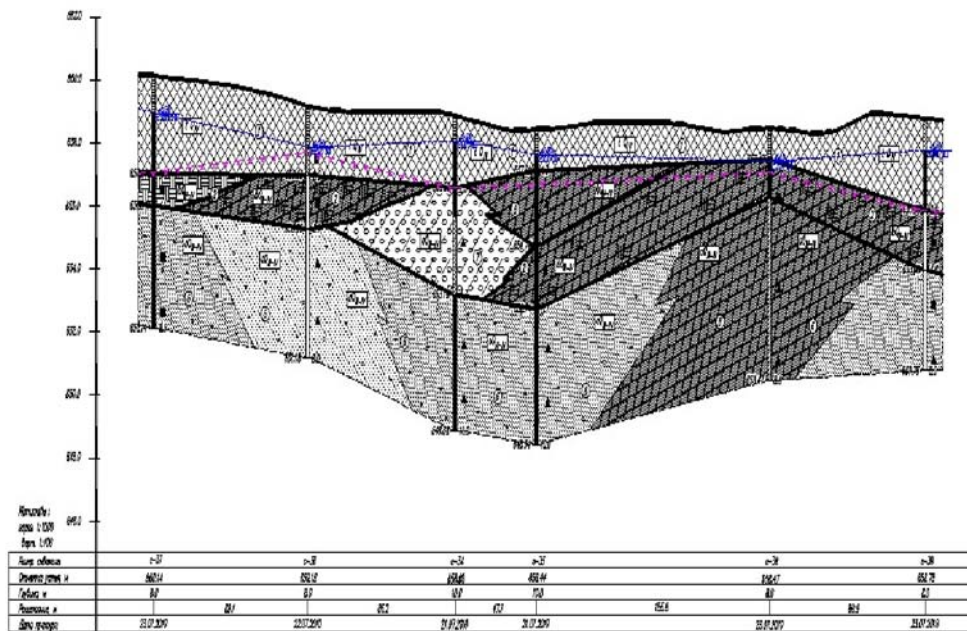
где  $W$  - расчетная предзимняя влажность в слое сезонного промерзания грунта, доли единиц;  $W_p, W_L$  - средневзвешенные значения (в пределах слоя сезонного промерзания грунта) влажностей, соответствующих границам раскатывания и текучести, доли единиц;  $W_{cr}$  - критическая влажность, доля единиц, определяемая по графику при средневзвешенных значениях числа пластичности и границы текучести;  $M_0$  - безразмерный коэффициент, численно равный при открытой, оголенной от снега поверхности промерзающего грунта абсолютному значению средней зимней температуры воздуха, определяемой в соответствии с главой СНиП по строительной климатологии и геофизике.

Пучинистые свойства крупнообломочных грунтов и песков, содержащих пылевато-глинистые фракции, а также супесей при  $I_p < 0,02$  определяется через показатель дисперсности  $D$ . Эти грунты относятся к непучинистым при  $D < 1$ , к пучинистым – при  $D > 1$ . Для слабопучинистых грунтов показатель  $D$  изменяется от 1 до 5 ( $1 < D < 5$ ). Значение  $D$  определяется по формуле:

$$D = \frac{k}{d_0^2 \cdot e_k}$$

где  $k$  - коэффициент, равный  $1,85 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$ ;  $e$  - коэффициент пористости;  $d_0$  - средний диаметр частиц грунта, см.

Инженерно-геологический разрез по линии с-37 - с-36 - с-34 - с-35 - с-38 - с-39



Условные обозначения



Рис.1 Инженерно-геологический разрез

Расчеты параметра  $R_f$  и  $D$  показали, что в разрезе на глубину промерзания (в среднем 3 метра) распространены непучинистые и слабопучинистые грунты (табл.)

Таблица.1

**Оценка степени пучинистости грунтов**

Наименование грунта	№ скважины	Глубина, м	$R_f$ для заполнителя	Показатель дисперсности $D$	Степень пучинистости
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем 34%	28	5,2	0,002173		слабопучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем 25%	29	3,4	0,001057		непучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем 30%	30	4,9	0,001586		слабопучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем 32%	31	3,9	0,001580		слабопучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с песчаным заполнителем 15%	32	4,3		0,0035	непучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с песчаным заполнителем 30%	33	3,7		0,0031	непучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с песчаным заполнителем 15-20%	34	2,3		0,003	непучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с песчаным заполнителем 24%	35	2,3	0,002173	0,003	непучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем 24%	36	1,3	0,001589		слабопучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с песчаным заполнителем 20-25%	37	2,2		0,004	непучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с песчаным заполнителем 15-20%	38	3,1		0,0035	непучинистые
Насыпной грунт, представленный щебенистым и галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем 10-15%	39	1	0,00055650		слабопучинистые

Кроме того, нами проведено типологическое генетико-морфологическое районирование [3] изучаемой территории по степени пучинистости.

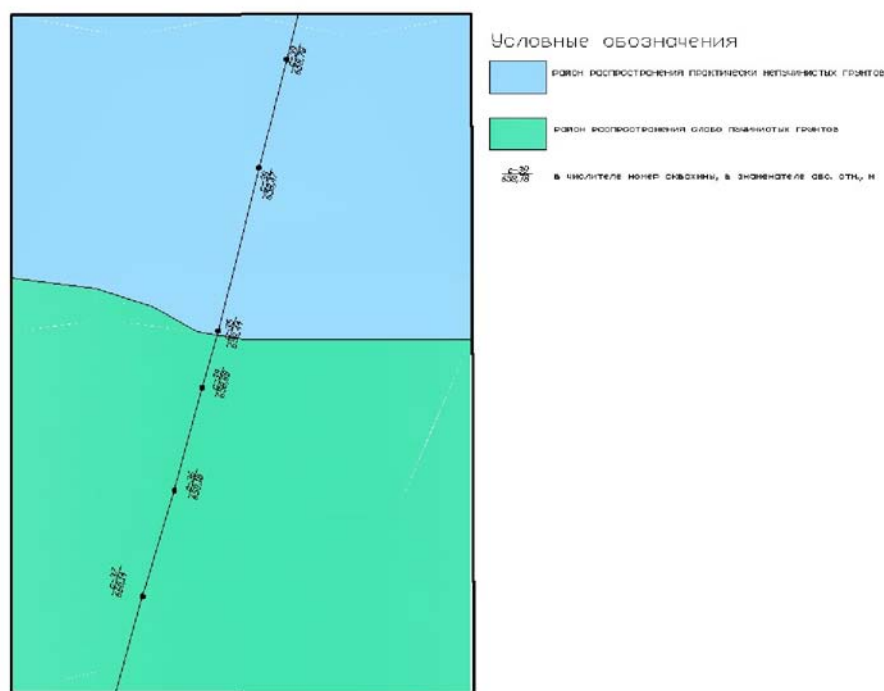


Рис.2 Фрагмент карты – схемы районирования территории по степени пучинистости грунтов

#### Литература

1. ВСН 29-85 Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах.
2. Практикум по мерзлотоведению: учебное пособие / Т. Я. Емельянова, В. В. Крамаренко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). Томск: Изд-во ТПУ, 2010. 116 с.: ил. Библиогр.: с. 107.
3. Инженерно-геологические карты: учебное пособие / В. Т. Трофимов, Н. С. Красилова; М.: КДУ, 2007. – 384 с.

### ТИПИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО – ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРЕЖЕВСКОГО УЧАСТКА ПО ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

**А.А. Дребушевская**

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова

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

В процессе разработки нефтяного месторождения происходит изменение массивов грунтов, экологические проблемы, загрязнение, под действием динамических нагрузок, приводящее нередко к активному проявлению негативных геологических процессов. Таких как разупрочнение, разжижение грунтов [1].

В современной инженерной геологии динамическая устойчивость массивов грунтов является слабо изученной областью [2].

Практика современного проектирования требует решения многих вопросов, связанных с поведением оснований под действием динамических нагрузок. В связи с увеличением интенсивности техногенного вибрационного воздействия на основания зданий и сооружений, строительством в сейсмичных районах, проектированием фундаментов, работающих в условиях динамического нагружения, актуальность рассматриваемой в данной работе проблемы в последнее время значительно возросла [3].

В настоящее время одним из путей решения данной проблемы является инженерно–геологическая типизация территории. В свете современных представлений, инженерно–геологическая типизация должна базироваться на исследовании изменчивости в пространстве основных факторов инженерно – геологических условий с обязательной их количественной оценкой [5].

Следует отметить, что проблеме поведения грунтов при динамических нагрузках оказывали большое внимание российские ученые Е. А. Вознесенский, В. Т. Трофимов, В. Г. Коваленко, О. В. Зеркаль, В. А. Калачев, Е. Н. Самарин, В. Л. Шипков, Н. М. Герсеванов (1937), Н. Н. Маслов (1935), В. А. Флорин (1951), П. Л. Иванов, О. А. Савинов и др. Также динамикой грунтов занимались такие зарубежные ученые, как Й. Вейд, М. Новаку, В. Финн, К. Ишимото, Казагранде, Р. Шеннон, О. Кампанелла и др.

Инженерно–геологическому типологическому районированию посвящены работы В.Т. Трофимова, Г.А. Голодковской (1981, 1989), Г. А. Сулакшиной (1974, 1984), Е. С. Цоцур (1974), Т. Я. Емельяновой (1984) и др [4].



Цель работы – типизация грунтовых толщ Стрежевского участка по динамической устойчивости массивов грунтов; составление карты типизации грунтовых толщ исследуемого района по динамической устойчивости.

В административном отношении Стрежевской участок входит в состав Александровского района Томской области, расположен в северо-западной его части.

Участок в геоморфологическом отношении приурочен к выложенной поверхности поймы и первой надпойменной террасы р. Оби. Рельеф поверхности Стрежевского участка сравнительно равнинный с превышениями на северо-восток.

По имеющимся материалам на территории Стрежевского участка можно выделить следующие стратиграфо-генетические комплексы: современные болотные отложения bIV, современные аллювиальные отложения поймы aIV, верхнечетвертичные аллювиальные отложения первой надпойменной террасы a1IV.

Наиболее отчетливо изменение и состояние верхней части геологического разреза можно показать на карте грунтовых толщ. Районирование территории по характеру грунтовых толщ относится к одной из категорий генетико-морфологического инженерно-геологического районирования [6]. По своему содержанию оно является аналитическим, так как при его выполнении учитываются не все компоненты инженерно-геологической обстановки, а лишь особенности состава, строения, состояния и свойств грунтовых толщ, уровень залегания грунтовых вод.

Автором составлена карта инженерно-геологического типологического районирования Стрежевского участка Александровского района Томской области масштаба 1:50000. На карте обозначены буквенными и цифровыми индексами регион, выделенный по структурно – тектоническому признаку, и обозначается индексом А – Западная Сибирь. Область выделена по крупной геоморфологической структуре и обозначается на карте индексом а – аккумулятивная равнина. Районы выделены по условиям развития первых от поверхности стратиграфо-генетических комплексов, включают: с-I – район распространения современных болотных отложений; с-II – район распространения современных аллювиальных отложений поймы; с-III – район распространения верхнечетвертичных аллювиальных отложений первой надпойменной террасы. Участки были выделены по типам грунтовых толщ по динамической устойчивости (рис.).

Категория динамической устойчивости определенного типа геологической среды устанавливалась в зависимости от следующих основных факторов: строение грунтовой толщи, глубина залегания подземных вод, гранулометрический состав грунта, природная влажность грунта (консистенция) (таблица 1) [3].

Таблица 1

**Ведущие факторы типа геосреды по динамической устойчивости**

Факторы определяющие категорию динамической устойчивости типа геосреды	Степени динамической устойчивости типа геологической среды		
	Высокая (3 балла)	Средняя (2 балла)	Низкая (1 балл)
Строение грунтовой толщи (10 м)	Однослойное строение грунтовой толщи	Двухслойное строение грунтовой толщи	Трехслойное строение грунтовой толщи
Глубина залегания подземных вод, м	>10	5-10	<5
Грансостав глинистых грунтов (содержание глинистых частиц), %	<10	10-20	>20
Природная влажность грунтов (консистенция), W	Мягкопластичные, твердые	Текучепластичные, пластичные	Текучие

Таблица 2

**Категория устойчивости по набору ведущих факторов**

Цвет на карте	Категория динамической устойчивости	Сумма баллов
Зеленый	Устойчивые (1)	10-11
Желтый	Менее устойчивые (2)	7-9
Красный	Неустойчивые (3)	5-6

Первый тип (1) с высокой степенью устойчивости геосреды к динамическим воздействиям характеризуется развитием в разрезе однослойного строения пород (супесь или суглинок) мощностью 10 м, с глубиной залегания грунтовых вод более 10 м, с содержанием глинистых частиц < 10%, мягкопластичные. Динамическое воздействие выдерживается геосредой без дополнительных мероприятий. Данный тип геосреды распространен в северной, западной, центральной и юго-восточной частях карты.

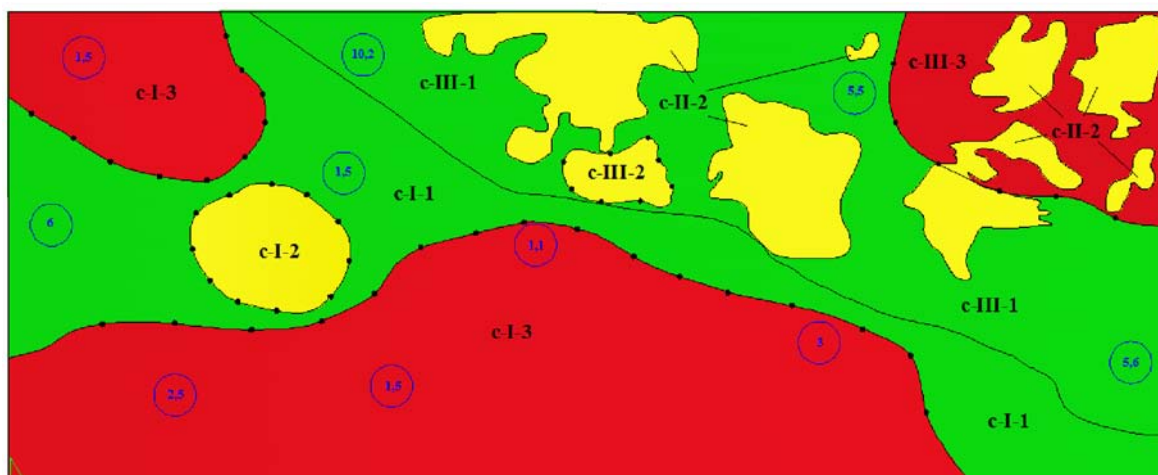


Рис. Карта инженерно – геологического типологического районирования Стрежевского участка по динамической устойчивости массивов грунтов

Условные обозначения:

Границы



Инженерно - геологических районов



Типов геологической среды с различной динамической устойчивостью

Второй тип (2) геосреды со средней степенью динамической устойчивости характеризуется наличием: слоистого разреза, близким залеганием грунтовых вод (5-10 м), с содержанием глинистых частиц 10-20%, текучепластичные. Второй тип геосреды распространен фрагментами в центральной, западной и северо-восточной частях карты.

Третий тип (3) строения геосреды с низкой степенью устойчивости к динамическому воздействию характеризуется наличием сложно построенного разреза, близким залеганием грунтовых вод (менее 5 м), с содержанием глинистых частиц > 20%, текучие. Третий тип геосреды распространен в северо-западной части, северо-восточной и южной частях карты.

#### Литература

1. Бородавкин П.П. Механика грунтов: учеб для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 349 с.
2. Вознесенский Е.А. Поведение грунтов при динамических нагрузках. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1991 – 288 с.
3. Коваленко В.Г. Оценка динамической устойчивости массивов дисперсных грунтов в целях обустройства нефтегазовых месторождений в Среднем Приобье. С-Пб.: «Наука». 2006. - 266 с.
4. Строкова Л.А. Инженерно-геологическое районирование территории Томского Приобья по степени устойчивости геологической среды к техногенной нагрузке: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Томский политехнический университет. – Томск, 1997. – 199 с.
5. Сулакшина Г.А., Емельянова Т.Я., Цоцур Е.С. Типизация инженерно-геологических условий в связи с разработкой схемы мелиорации основных сельскохозяйственных районов Томской области / Методы и средства разведки месторождений полезных ископаемых: межвузовский научно-технический сборник / Томский политехнический институт. – Томск, 1977.
6. Трофимов В.Т., Красилова Н.С. Инженерно – геологические карты: учеб. пособие / В.Т. Трофимов, Н.С. Красилова. – М.: КДУ, 2007. – 384 с.

### ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СЕВЕРСКОЙ АЭС

В.Ю. Жабин

Научный руководитель доцент О.Ф. Зятева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Северская атомная электростанция относится к сооружениям особой категории ответственности и требует профессионального и наиболее детального изучения характеристик слагающих её основание грунтов при инженерно-геологических изысканиях.

Целью данной работы является характеристика состава, особенностей строения, физических и механических свойств грунтов, которые будут использованы для дальнейшего изучения геологической среды территории предполагаемого строительства Северской АЭС.

Фактологической основой для данной работы явились фондовые материалы кафедры по проведенным изысканиям под строительство Северной АЭС и результаты комплексных исследований состава и свойств по опорным разрезам.

Физико-механические свойства грунтов являются важнейшим предметом инженерно-геологических исследований и прогнозов. Они необходимы для расчетов прочности (устойчивости) и деформируемости массивов грунтов при механическом воздействии, в том числе слагающих основания инженерных сооружений, и проявляются при взаимодействии с внешними нагрузками (с внешними полями механических напряжений).

Инженерно-геологическое исследование геологического разреза территории производилось до глубины 50 м., т.е. для толщи, в пределах которой будет происходить развитие современных геологических процессов и взаимодействии с сооружением. Эту толщу слагают различные стратиграфо-генетические комплексы пород четвертичной системы. Приведем характеристику всех выделенных в разрезе стратиграфо-генетических комплексов от молодых к более древним.

*Комплекс современных озерно-болотных отложений (bIV).* Отложения представлены торфами различных типов, распространены небольшими участками на поверхности речных террас и в ложбинах стока. Отложения характеризуются разнообразием показателей свойств, зависящих от их состава и степени разложения. Торфяные грунты сильносжимаемые, чаще малозольные, по влажности – влажные и избыточно влажные. Удельное сцепление торфов варьирует от 14,9 до 23кПа. Величина угла внутреннего трения составляет 18-33 град. Прочностные характеристики торфа низинных залежей изменяются от 7,1 до 44 кПа.

*Аллювиальные отложения поймы (aIV).* Отложения представлены песчаными и глинистыми грунтами. С поверхности до 1,5-2 м часто залегают супеси или суглинки, зачастую в виде прослоев и линз. Суглинки по коэффициенту относительной просадочности относятся к непросадочным. Показатели физико-механических свойств грунтов имеют большой разброс значений по площади и по глубине. Мощность пойменных отложений достигает 25 метров.

*Среднечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы ( $a^2Q_{III}$ ).* Отложения представлены песками, суглинками и супесями. По коэффициенту неоднородности пески преимущественно неоднородные. Глинистые грунты по консистенции имеют пестрый состав, встречаются все разновидности от твердых до текучих. Прочностные характеристики: удельное сцепление составляет 16-29 кПа, угол внутреннего трения - 22°, модуль деформации изменяется от 3,2 до 9,7 МПа. По коэффициенту относительной просадочности грунты относятся к непросадочным. По коэффициенту уплотнения суглинки отнесены к среднесжимаемым разновидностям.

*Средне-верхнечетвертичные отложения пайдугинской свиты (laII-IIIpd) или отложения древних ложбин стока.* Представлены песками, супесями, суглинками и глинами, которые постоянно переслаиваются по площади и по глубине. Мощность отложений достигает 20 метров. Песчаные породы представлены частицами различной крупности от мелких до крупных, большая часть относится к несортированным разновидностям. Глинистые грунты имеют невысокие значения показателей влажности, значения плотности варьируют в широких пределах. По коэффициенту относительной просадочности грунты непросадочные. По коэффициенту уплотнения они отнесены к средне- и слабосжимаемым разновидностям.

*Озерно-аллювиальные среднечетвертичные породы сузгунской толщи (al  $Q_{IIsz}$ ).* Отложения представлены глинистыми и песчаными грунтами, с преобладанием суглинков. Величина показателя набухания и влажности по разрезу сильно изменяется. Сцепление изменяется от 10 до 50 кПа. Значения прочностных и деформационных характеристик колеблются в широких пределах (таблица). По компрессионным показателям породы средне- и слабосжимаемые.

*Стратиграфо-генетический комплекс озерно-аллювиальных отложений федосовской свиты (la  $Q_{I-III}fd$ ).* Отложения комплекса распространены повсеместно. Средняя мощность отложений свиты составляет 19 м. Литологически они представлены в основном суглинками. Встречаются редкие прослой глины и супесей по консистенции от твердых до текучих. Показатели плотности грунтов, влажности, коэффициента пористости и коэффициента водонасыщения имеют большой разброс значений. Удельное сцепление изменяется от 13 до 68кПа; угол внутреннего трения от 17 до 21°. Значения модуля деформации в интервале нагрузок 0,1-0,3МПа составляет 3,3-4,2 МПа. По коэффициенту относительной просадочности - грунты непросадочные.

*Эоплейстоцен-нижнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения смирновской свиты (laE-IIsmr).* Отложения представлены суглинками и глинами. Значения показателей физико-механических свойств меняются в широких интервалах. В разрезе присутствуют все разновидности по показателю текучести, преобладают ненабухающие и слабонабухающие разновидности. Грунты слабосжимаемые, при дополнительной нагрузке могут давать просадку.

*Стратиграфо-генетический комплекс озерных отложений кочковской свиты (I  $Q_E kc$ ).* Литологически комплекс представлен переслаиванием песчаных и глинистых грунтов с преобладанием песчаных разновидностей. Общая мощность отложений изменяется от 6,4 до 23 м. Плотность частиц грунта, плотность влажного грунта, коэффициент пористости и коэффициент водонасыщения сильно варьируют. Породы непросадочные, относительная деформация набухания изменяется от 0,5 до 2,4 %.

*Стратиграфо-генетический комплекс аллювиальных нерасчлененных неогеновых отложений (N).* Отложения комплекса распространены повсеместно и залегают на отложениях палеогена. Литологически они представлены глинистыми и песчаными грунтами с преобладанием песчаных грунтов. Пески преимущественно водонасыщенные различной крупности (от пылеватых до средних). Вскрытая мощность достигает 22 м и более.

*Комплекс аллювиальных среднечетвертичных пород тобольской свиты (a  $Q_{IIb}$ ).* Отложения представлены преимущественно песками средней крупности и гравелистыми, неоднородными по составу.

Мощность свиты 5-10 м. По немногочисленным определениям состава и свойств глинистых пород следует отметить повышенную влажность, невысокую пластичность, повышенную плотность и небольшие показатели прочности. Подошва тобольской свиты залегает на глубине 32-36,3 м.

*Завершает геологический разрез комплекс аллювиально-озерных палеогеновых отложений лагернотомской свиты (al P<sub>3IV</sub>). Представлены песками мелкозернистыми, реже тонкозернистыми с растительной крошкой, с прослоями глин мощностью до 5-6 м, лигнита и тонкими прослоями суглинков. Все грунты имеют повышенную плотность, более высокие значения угла внутреннего трения и невысокие по величине сцепления. Все разновидности грунтов преимущественно сильносжимаемые.*

На основании изучения и обобщения полученных данных по составу, физическим, прочностным и деформационным свойствам отложений различных стратиграфо-генетических комплексов была составлена сводная таблица физико-механических свойств.

Таким образом, в результате проделанной работы можно сделать следующие выводы: все рассмотренные грунты являются высокопористыми, преобладающими в разрезе являются грунты характеризующиеся неоднородностью гранулометрического состава и плохой сортированностью, что может способствовать развитию процессов суффозии на участках с большими уклонами. Прочностные и деформационные показатели свойств грунтов закономерно изменяются в широких пределах, как по площади, так и по глубине. Из специфических грунтов на данной территории выделяются торфа, характеризующиеся высокой сжимаемостью, влагоемкостью, низкой прочностью и несущей способностью. Следует отметить, что лучшими физико-механическими свойствами, по сравнению с вышележающими породами характеризуются глинистые грунты лагернотомской свиты.

Анализ полученных данных физико-механических свойств и учет общей инженерно-геологической обстановки позволяют дать прогноз тех изменений в составе и свойствах, которые могут происходить при строительстве и эксплуатации сооружения Северной АЭС. Результаты полученных данных по составу, физико-механическим свойствам и особенностям геологического строения используются автором для более детального изучения и сравнительной характеристики грунтовых толщ исследуемой территории путем проведения классификации геологической среды

Опираясь на принципы регионального грунтоведения, и взяв за основу один из подходов выделения участков грунтовых толщ (типизации геологической среды), на основании инженерно-геологической ситуации исследуемой территории было выделено три мегамассива (типа геологической среды), имеющих различную мощность отложений: первый мегамассив слагает верхнюю часть разреза и имеет мощность от 0 до 4 метров; второй мегамассив ограничивается глубиной залегания четвертичных отложений и имеет мощность от 4 до 33 метров; третий мегамассив включает в себя грунты, подстилающие отложения четвертичного возраста, он имеет мощность от 33 до 50 метров.

В пределах трёх мегамассивов выделяются грунтовые мезомассивы (подтипы геологической среды), к ним относятся: пойма Томи, Шишкобойки, Черной речки и Мостовки; вторая надпойменная терраса Томи; придолинный склон Томи; водоразделы; нетеррасированные склоны крутизной <15°; нетеррасированные склоны крутизной >15°.

Наименьшей таксономической единицей полученной в результате типизации геологической среды являются грунтовые микромассивы (виды геологической среды), выделенные в пределах геоморфологических элементов по особенностям строения и физико-механических свойств. Всего на данной территории было выделено 11 видов грунтовых толщ, которые делятся по генетическим и морфологическим признакам. По каждому микромассиву составлены и вынесены литологические колонки. На основании проделанной работы в дальнейшем будет проводиться типологическое районирование рассматриваемой территории.

#### Литература

1. Альшанский А.М., Альшанская Н.Г. и др. ГЭИК с гидрогеологическим и инженерно-геологическим доизучением листа 0-45-XXXI масштаба 1:200000. Отчет южного отряда. Кн.1. ОФ. ОАО «Томскгеомониторинг». Томск, 1997. –274 с.
2. Егоров Б.А., Скогорев А.И. и др. Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов по территории г. Томска с целью обоснования проведения картографирования масштаба 1:25000. Отчет, ОФ. ОАО «Томскгеомониторинг». Томск, 2001. –274с.
3. Ряченко Т.Г. Региональное грунтоведение (Восточная Сибирь). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010.–287 с.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ СДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗОВСКОГО  
ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****А.А. Зевахин**

Научный руководитель доцент И.В. Абатурова

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

На протяжении всей истории развития горного дела вопрос о сдвигении горных пород является актуальным и обращает на себя внимание многих исследователей. Такой интерес к данной проблеме обусловлен тем, что в зону вредного влияния горных разработок нередко попадают как сооружения горных предприятий, так и окружающие промышленные, жилые и общественные здания и сооружения, транспортные коммуникации, линии электропередачи и природные объекты, нарушение целостности которых может не только вызвать возникновение аварийных ситуаций на них, но и привести к многочисленным человеческим жертвам. Наряду с негативным воздействием на обрабатываемые объекты, процесс сдвигения нередко создает опасность для производства самих горных работ. Таким образом, при разработке месторождений полезных ископаемых, безопасность горных работ и их экономическая эффективность во многом зависят от успешного решения проблемы управления процессом сдвигения.

Особенно остро проблема развития процессов сдвигения стоит на уральских подземных рудниках, где экономически освоенные и застроенные территории подработаны как старыми, 18-19 веков, так и современными горными выработками. В результате образовано огромное количество пустот, которые создают угрозу обрушения больших масс пород в выработках, и как следствие появлению разрушительных для зданий и сооружений деформаций.

Наиболее опасными процессами являются процессы сдвигения подработанной земной поверхности, в том числе и на застроенных территориях, приводящие к образованию провалов. Провалы образуются над горными выработками, в которых сохраняются пустоты. К таким выработкам прежде всего относятся подготовительные и очистные, пройденные на малой глубине, а также выработки, выходящие на земную поверхность: стволы, шурфы, скважины большого диаметра и даже заброшенные колодцы и овощные ямы при ненадлежащей их ликвидации. Такие выработки должны полностью засыпаться негорючими и неразлагающимися материалами.

В зависимости от глубины разработки, размеров выработанного пространства, геологического строения, физико-механических свойств пород, их обводненности, наличия крепи в выработках и других факторов, скорость развития процессов, приводящих к появлению провалов, колеблется в широких пределах. Большинство же провалов образуется в течение первых 5-10 лет после окончания горных разработок, но иногда они появляются спустя несколько десятков и даже сотен лет по мере нарушения устойчивости незаложенных горных выработок, разрушения их крепи, нарушения перекрытий шурфов и шахтных стволов и т. д.

Негативное влияние на устойчивость горных выработок оказывает их затопление, что приводит к разупрочнению пород, вмещающих выработки, и снижению их устойчивости, а также к разжижению закладочного материала в выработках, приводя его в подвижное состояние. В результате материал закладки под собственным весом перемещается по выработкам из верхних горизонтов в нижние. Ранее засыпанные шахтные стволы, шурфы и другие выработки, выходящие на земную поверхность, которые представляют наибольшую опасность внезапного образования провалов, вновь оказываются незаложенными.

Так на Березовском золоторудном месторождении, разработка которого ведется с 1747 г., только за послереволюционный период, по дайкам и жилам пройдено огромное количество различных выработок, образовано свыше 4,3 млн. м<sup>3</sup> пустот, из которых числятся погашенными около 2,3 млн м<sup>3</sup>. Ситуация осложнена образовавшейся в результате работы шахтного водоотлива депрессионной воронки площадью порядка 68 км<sup>2</sup> и глубиной более 100 метров, которая полностью охватывает всю жилую и промышленную застройку г. Березовского. Поэтому мокрая консервация горных выработок может привести к развитию негативных процессов, связанных с подтоплением городской застройки и активизацией инженерно-геологических процессов.

Исследованиями установлено, что на Березовском золоторудном месторождении, характеризующемся крепкими устойчивыми вмещающими породами, представленными хлоритовыми и хлорит-карбонатowymi сланцами, сдвигению подвержены в основном только верхняя их часть, где они метаморфизованы. Зона выветрелых метаморфизованных пород распространяется на глубину 50-60м от земной поверхности. [2]

При ведении очистных работ на этой глубине на земной поверхности проявляются оседания в виде провалов, трещин и плавных сдвижений. Они происходят в результате обрушения пород вмещающих горную выработку. Однако при ведении горных работ в крепких вмещающих породах наблюдаются задержки процесса обрушения пород и образованные выработками пустоты в массиве горных пород долгое время остаются не заполненными.

Степень задержки обрушенных пород зависит от многих горно-геологических факторов, таких как: физико-механические свойства пород, мощность и углы падения рудных тел, размеры выработок, система и глубина разработки и др. Наличие в горном массиве незаполненных выработанных пространств отрицательно влияет на технологию ведения горных работ, нарушает систему вентиляции действующих выработок, создает угрозу внезапного обрушения пород, вызывающего мощную ударную воздушную волну в выработках.

Поэтому на руднике принимают меры по принудительной ликвидации пустот. Такими мерами являются: полная засыпка ликвидируемых горных выработок, выходящих на земную поверхность (шахтные стволы, шурфы и др.); разбуривание и взрывание потолочин и других целиков, вызывая перепуск ранее

обрушенных пород из выработок вышележащих горизонтов и провалов; закладка выработанного пространства отсортированной породой или доставленной извне шахты.

Наиболее показательным примером развития процессов сдвижения на Березовском месторождении, является территория церкви Успения, где заложена наблюдательная станция и произведена закладка грунтовых и стенных реперов по периметру здания. Необходимость закладки станции и проведение на ней наблюдений вызвана тем, что в период с 1965 по 1970 гг. территория была подработана горными выработками, пройденными по дайке «Цветная» на горизонтах 60, 80, 100 и 130 м (рис.). Падение дайки юго-восточное, переменное от круглого до пологого. Мощность ее колеблется от 7 до 12 м. Породы дайки и вмещающих пород до глубины 50 м от земной поверхности выветрены, причем до глубины 25 м сильно. Работы по извлечению полезного ископаемого велись горизонтальными слоями с закладкой выработанного пространства. Закладочным материалом служили отсортированные и оставленные в выработанном пространстве породы дайки. Руда же транспортировалась на откаточные штреки горизонтов по рудоспускам самотеком. Ходки в очистное пространство и рудоспуски пройдены под углом наклона  $60^\circ$  и закреплены деревянной срубовой крепью.

При этой системе разработки откаточные штреки горизонтов, ходки и рудоспуски, а также верхние слои очистных выработок высотой 5-6 м остаются незаложенными. Эти пустоты являются источником сдвижения горных пород, в том числе и земной поверхности, в последующий достаточно продолжительный период времени. В первую очередь наиболее вероятно проявления сдвижений пород над пустотами выработок горизонта 60 м, а именно в орте № 62, где очистные работы остановлены на глубине всего 25 м.

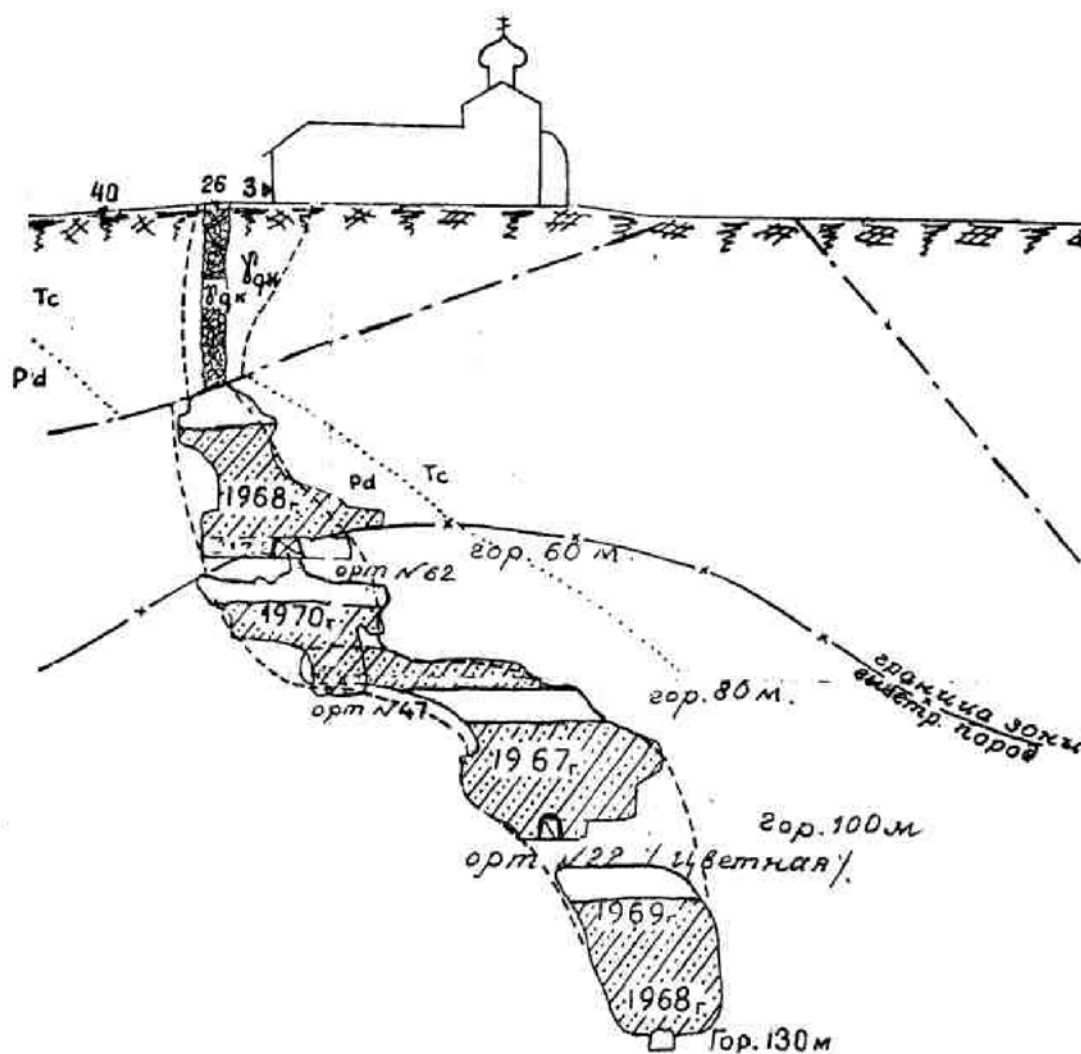


Рис. Разрез вкост простираия дайки «Цветная»

Проблему негативного влияния Березовского рудника и ликвидации его деятельности, можно решить созданием программы мониторинга геологической среды, включающей наблюдения за изменением всех компонентов геологической среды. Кроме того, целью мониторинга помимо наблюдений и прогноза должны быть оценка состояния геологической среды и управление ею, в целях обеспечения оптимальных условий для человека, в пределах рассматриваемой территории.

## Литература

1. Королев В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник / Под редакцией В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.
2. Четверкин И.А., Вишняк А.И., Мониторинг геологической среды Березовского золоторудного месторождения в 2002-2003гг, 2005ф.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ С РАЗВИТИЕМ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ****Е.А. Иванова****Научный руководитель профессор Н.А. Бондаренко  
Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**

Значительная часть территории Западного Предкавказья имеет сложные инженерно-геологические условия. Большую площадь занимают многообразные по своим свойствам лёссовые просадочные грунты эолового, делювиального и пролювиального происхождения. Активное строительство инженерно-технических сооружений в различных по геологическому характеру условиях определяет все возрастающую роль инженерно-геологических исследований, направленных на решение существующих проблем в изучении и понимании деформационных процессов и условий строительства на участках с развитием лёссовых грунтов. Именно к таким территориям относится и западная часть Краснодарского края, на примере которой и рассматриваются лёссовые грунты как основание инженерного сооружения.

Лёссовидные суглинки, распространенные в западной части Краснодарского края, как правило, характеризуются не полным водонасыщением (невысокая природная влажность 0,19 д.е., коэффициент водонасыщения 0,62 д.е., то есть менее 0,8 д.е.), сравнительно высоким коэффициентом пористости (0,844), низкой плотностью скелета грунта ( $1,46 \text{ г/см}^3$ , то есть менее  $1,5 \text{ г/см}^3$ ). Характерными внешними признаками этих грунтов являются видимая невооруженным глазом пористость (макроструктура) обусловленная наличием тонких, более или менее вертикальных канальцев; быстрая размокаемость в воде; отсутствие мелкой слоистости; светлая окраска в сухом состоянии; наличие ходов мелких животных - кротовин, заполненных черноземом и идущих на значительную глубину. Эти признаки и обуславливают просадочные деформации.

Условиями возникновения просадочных деформаций в лёссовых грунтах являются:

высокая пористость (более 45 %) и в особенности специфический ее характер (обилие макропустот), свойственный лёссовым грунтам с относительно глубоким залеганием уровня грунтовых вод, обусловленных ограниченным количеством осадков в условиях засушливого климата;

наличие некоторого значения уплотняющего направления, под действием которого деформация увлажняемого массива лёссового грунта приобретает просадочный характер;

проникновение в грунт в течение определенного периода времени слабоминерализованной воды в количестве, обеспечивающем создание в промачиваемом массиве достаточно увлажненной зоны с влажностью, отвечающей данному виду грунта и его напряженному состоянию;

своеобразный гранулометрический состав, характеризующийся преобладанием пылеватых (обычно более 50 %) и незначительным содержанием глинистых фракций (до 20%);

сравнительно большая, особенно в вертикальном направлении, водопроницаемость, обеспечивающая достаточно быстрое проникновение влаги вглубь толщи; наличие водорастворимых солей (хлоридов, сульфатов и карбонатов), покрывающих трубчатые пустоты лёссовых грунтов, а также насыщение кальцием поглощающего комплекса грунта, обуславливающим коагуляцию мелких частиц в агрегаты, способствующие повышению фильтрационных свойств лёссовых грунтов.

Следствием просадочных деформаций являются: уплотнение грунта за счет сближения частиц грунтового скелета, выражающегося в уменьшении пористости и соответственном увеличении средней плотности, приводящей к последовательному проявлению вертикальных трещин и опусканию промачиваемых участков; приобретение грунтом более устойчивой структуры по сравнению с естественным его состоянием; обеднение просевшей части массива водорастворимыми солями [2].

Просадочные деформации в увлажняемых лёссовых грунтах могут возникать как в условиях природного напряженного состояния, так и под действием внешней нагрузки от веса здания и сооружения.

Просадки грунтов от собственного веса наблюдаются повсеместно при мощности просадочных грунтов, превышающей 12 м. По просадкам от собственного веса на территории Азово-Кубанского прогиба могут быть выделены три типа грунтов:

I - просадочные грунты мощностью до 6,0 м, не дающие при замачивании дополнительных просадок от собственного веса;

II - просадочные грунты мощностью от 6,0 до 12,0 м с возможными просадками от собственного веса, происходящими обычно при мощности грунтов  $\geq 10,0$  м или при меньшей мощности, если начальное просадочное давление на глубинах от 6,0 м составляет не более  $1,0-1,2 \text{ кг/см}^2$ ;

III - просадочные грунты мощностью более 12,0 м, дающие при замачивании просадки от собственного веса. [4]

Резких территориальных границ между районами распространения этих типов просадочности нет. Наряду с зонами преимущественного развития грунтов того или иного типа, имеются районы, в которых наблюдаются их сочетания.

При инженерно-геологической оценке территории с развитием лёссовых грунтов и проектного строительства инженерных сооружений имеют место следующие критерии:

при физико-географической характеристике необходимо учитывать климатическую принадлежность территории исследований и характер атмосферных осадков, а также особенности рельефа с выявлением зон естественных просадочных элементов в рельефе.

характер проявления и скорость развития просадочных деформаций оказывают большое влияние на деформации различных конструкций зданий и сооружений. Случайное увлажнение основания может вызвать серьезные аварии здания и сооружения и привести их к состоянию полной непригодности для дальнейшей эксплуатации. Увлажнение основания, в большинстве случаев носящее случайный и местный характер (утечка воды из различных трубопроводов), вызывает неравномерные просадки фундаментов, которые могут вызывать деформации зданий и сооружений в виде отдельных трещин в стенах, отклонений стен от вертикали и перекосов оконных проемов.

устойчивость и эксплуатационная пригодность зданий и сооружений на просадочных грунтах достигается комплексом мероприятий, применяемых в зависимости от типа грунтовых условий, возможной величины просадки, ее неравномерности, вероятности замачивания и чувствительности конструкций к неравномерным осадкам основания. Устранение просадочных свойств грунтов основания может осуществляться уплотнением грунтов тяжелыми трамбовками, устройством грунтовой подушки из местных глинистых грунтов, глубинным уплотнением грунтовыми сваями, предварительным замачиванием грунтов основания и другими проверенными способами.

#### Литература

1. Ананьев В.П. Минералогический состав и свойства лёссовых пород: Ростов-на-Дону, Изд. Рост. ун-та, 1964.
2. Горькова И.М., Реутова Н.С., Душкина Н.А., Рябичева К.Н. Комплексная оценка инженерно-геологических свойств глинистых и лёссовых пород. М.: Наука, 1969.
3. Денисов Н.Я. Строительные свойства глинистых пород и их использование ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
4. Лысенко М.П. Лёссовые породы Европейской части СССР. Лен.: Изд. ЛОЛГУ, 1967.
5. Трофимов В.Т. Инженерная геология массивов лёссовых пород: Учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 398 с.

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЯКОВЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Е.Н. Ковалева

Научный руководитель профессор Р.Э. Дашко

*Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет), г. Санкт-Петербург, Россия*

Яковлевское месторождение относится к числу уникальных не только по содержанию железа в рудах (65% и более), но и по сложности горно-геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий. В настоящее время рудное тело месторождения обрабатывается подземным способом на глубине более 600 м под неосушенными водоносными горизонтами с напорами 370 м и выше. В подземных выработках с помощью горизонтальных скважин производится дренаж только рудного тела.

Обеспечение безопасности ведения горных работ в таких условиях требует необходимости изучения факторов, определяющих устойчивость руд и вмещающих их пород в подземных выработках при различной степени их осушения, в том числе исследования возможности образования локальных прорывов подземных вод из вышележащего напорного водоносного горизонта. К одному из основных факторов относится анализ состава и физико-механических свойств богатых железных руд (БЖР), как одного из наиболее слабого звена в разрезе толщи, в которой пройдены выработки.

БЖР – продукт химического выветривания железистых кварцитов в допалеозойское время. Одним из важных инженерно-геологических критериев БЖР следует рассматривать их гранулометрический состав. По результатам исследований СПГИ (ТУ) в рыхлых и полурыхлых маргито-железослюдковых рудах типа «синьки» отмечается высокое суммарное содержание фракций  $d < 0,1$  мм, варьирующее в пределах от 45 до 80%. По мере снижения содержания фракций  $d < 0,1$  мм повышается коэффициент неоднородности гранулометрического состава руд до 11-17,3, т.е. возрастает вероятность развития суффозионных процессов в неосушенных рудах при действии гидродинамического давления. БЖР типа «синьки» при содержании пылевой фракции до 80% характеризуются как алеврит в остальных случаях как пески и пески глинистые. «Краски» (маргит-гидрогематитовые руды) отнесены к пескам разнородным пылеватым, повышение содержания тонкодисперсной фракции до 7% переводит их в глинистые пески, а коэффициент неоднородности достигает 39.

Естественная влажность осушенных БЖР, изменяющаяся в широких пределах от 4,1% до 10,8%, свидетельствует о различной степени гидрофильности БЖР и соответственно об их остаточной водонасыщенности, что говорит о низкой водоотдаче руд и соответственно о возможности БЖР переходить в неустойчивое состояние при неполном их осушении. Необходимо подчеркнуть, что в результате упругого разуплотнения руд в приповерхностной зоне наблюдается повышение их пористости выше 50%. Следует также отметить, что в осушенных рудах, как правило, величина пористости выше, чем неосушенных либо вторично увлажненных. [1]



Структурные связи БЖР имеют различную природу: остаточные цементационные, молекулярные и магнитные. В зависимости от природы структурных связей изменяется прочность и деформационная способность БЖР, а также их водоустойчивость. Исследование возможности перехода водонасыщенных БЖР в неустойчивое состояние показало, что в условиях отсутствия цементационных связей «синьки» переходят в состояние пльвунов при градиентах менее 1,0, что имеет принципиальное значение для оценки влияния остаточных напоров на фильтрационную устойчивость различных типов БЖР при осушении рудного тела. Наиболее опасно действие остаточных напоров для руд типа «синьки», которые по результатам исследований СПГГИ(ТУ) легко переходят в неустойчивое состояние при вторичном насыщении. Повышенная связность «красок», предопределяет и более высокую степень их фильтрационной устойчивости. [1]

При количественной оценке прочности БЖР со слабыми структурными связями необходимо сохранение их естественного сложения для повышения достоверности получаемых параметров. С этой целью в СПГГИ(ТУ) были проведены экспериментальные исследования для определения сопротивления сдвигу осушенных БЖР на образцах, непосредственно отобранных в экспериментальном штреке.

Исследование сопротивления сдвигу таких руд дало возможность установить следующие закономерности их деформационного поведения и изменения параметров сопротивления сдвигам. В образцах осушенных БЖР ненарушенного сложения с различным типом структурных связей величина угла внутреннего трения  $\phi$  была постоянной и составляла  $23^\circ$ , в то время как величина сцепления варьировала в зависимости от наличия остаточных структурных связей, положения слоистости, а также величины плотности скелета руды. В то же время величина остаточной влажности БЖР не влияла на их сопротивление сдвигу (таблица). [1]

При полном водонасыщении величина угла внутреннего трения БЖР снижается до  $8^\circ$  (таблица). Величина сцепления водонасыщенных БЖР зависит от структурных связей цементационного характера, и соизмерима с сцеплением осушенных образцов. Разрушение водонасыщенных БЖР происходит по типу практически пластического деформирования с мало выраженным пиком максимальной прочности. Вторичное увлажнение образцов сопровождалось в процессе их испытания на сдвиг развитием провальных деформаций при действии нормального давления и значительным доуплотнением рыхлых руд. Вторично увлажненные руды имеют угол внутреннего трения не более  $8^\circ$  и величину сцепления на порядок ниже, чем для водонасыщенных образцы (см. таблицу).

Следует подчеркнуть, что прочность и устойчивость БЖР определяется также развитием микробной деятельности в рудной толще. Как известно, образование химических кор выветривания сопровождается активной микробной деятельностью. Кроме того, в процессе отработки месторождения постоянно привносятся микробиота, поэтому в исследуемых образцах руд обнаруживаются различные формы микроорганизмов (бактерии, микромицеты, актиномицеты). Микроорганизмы создают на частицах руд биопленки, состоящих из живых и мертвых клеток микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, в результате чего снижается сцепление и угол внутреннего трения. Одновременное снижение сцепления и угла внутреннего трения до минимальных значений может привести БЖР в состояние пльвунов. [3]

Таблица

Значение параметров сопротивления сдвигу БЖР [1]

Сцепление с, МПа	Угол внутреннего трения $\phi$ , град	Место отбора образцов	Бактериальная масса, БМ мкг/г	Примечание
0,16-0,53	8	Транспортный орг	71,0-123,1	Образцы естественной влажности (W=12,5-13,6%)-
0,25-0,8	23	Экспериментальная выработка	33,2-35,0	Осушенные образцы (W=4,1-10,8%)
<0,22	< 8	Экспериментальная выработка	90-110,2	Вторично увлажненные образцы (W=11,9-13,3%)

В период 2008 – 2010 гг. из-за простаивания рудника и снижения подачи воздуха в горные выработки формирование застойного аэродинамического режима с повышением влажности и температуры отмечался рост численности и активности деятельности микроорганизмов. Число видов микромицетов повысилось до 28 вместо 20 ранее выявленных. Почти все зафиксированные виды микромицетов известны как активные биодеструкторы различных строительных материалов. Кроме того, в 2010 г впервые зафиксировано присутствие в горных выработках плодовых тел базидиальных грибов из рода *Pleurotus*. Большинство выявленных видов относится к несовершенным грибам и развиваются на дереве, используемом для забутовки при креплении горных выработок.

Вторичное увлажнение БЖР в процессе перетекания подземных вод из нижнекаменноугольного водоносного горизонта в рудное тело, создает условия для перевода руд («синек») в состояние пльвунов, что должно рассматриваться как недопустимое явление, поскольку возрастает риск развития прорывов подземных вод из вышележащего напорного горизонта.

Возможность локальных прорывов оценивалась по величине предельного напора с использованием зависимости [2]:

$$H_{np} = \frac{m}{\gamma_s} \left( \gamma + \frac{2c}{b - tg\varphi \cdot m\xi} \right),$$

где  $m$ -мощность целика, разделяющего одиночную выработку от напорного горизонта,  $m=53$  м;  $\gamma$  и  $\gamma_p$  – величины плотности воды и пород (руд) целика соответственно;  $c$  и  $\varphi$  - сцепление и угол внутреннего трения пород целика;  $\xi$  – коэффициент бокового давления в толще пород (руд),  $\xi=0,67$ ;  $b$  – ширина одиночной выработки,  $b=13,0$  м.

Расчеты были выполнены для трех случаев: 1) толща целика находится в осушенном состоянии,  $c=0,22$  МПа и  $\varphi=23^\circ$ . В этом случае прорыв подземных вод из залегающего над рудным телом водоносного горизонта исключается, поскольку  $H_{np}=475$  м, а действующий составляет  $H \approx 370$  м; 2) толща целика водонасыщена:  $c=0,15$  МПа и  $\varphi=8^\circ$ . Предельный напор составляет 385 м, что близко по величине действующему напору, следовательно, гарантировать отсутствие прорыва вод не представляется возможным; 3) толща целика, состоящая из БЖР, вторично увлажнена:  $c=0,025$  МПа и  $\varphi=8^\circ$ . В третьем случае устойчивость целика не обеспечивается при напоре  $H=370$  м, так как  $H_{np}=216$  м, что в 1,8 раза меньше реального напора.[2].

Следовательно, вторичное увлажнение БЖР при мощности потолочины 53 м и ширине пролета одиночной выработки, равной 13,0 м, будет создавать условия для локального прорыва подземных вод из неосушенного водоносного горизонта, залегающего непосредственно над рудным телом, при неблагоприятном разрезе толщи (преобладающем развитии БЖР и их вторичном увлажнении). Обеспечение устойчивости подземных выработок в ходе ведения очистных работ возможно при условии полного осушения руд, либо снижении ширины одиночной выработки до 5 м.

#### Литература

1. Дашко Р.Э. Инженерно-геологическая характеристика и оценка богатых железных руд Яковлевского рудника // Современные проблемы горной промышленности. Записки горного института. - СПб, 2006. - Т. 168. - С. 97 – 104.
2. Дашко Р.Э., Волкова А.В. Исследование возможности прорывов подземных вод из нижнекаменноугольного водоносного горизонта в горные выработки Яковлевского рудника // Современные проблемы горной промышленности. Записки горного института. - СПб, 2006. - Т. 168. - С. 142-149.
3. Дашко Р.Э., Волкова А.В., Власов Д.Ю. Микробная деятельность в подземных выработках и ее влияние на свойства богатых железных руд и конструкционных материалов // Современные проблемы горной промышленности. Записки горного института. - СПб, 2006. - Т. 168. - С. 165-174.

### ПЕРИОДИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ АНАБАРО-ХАТАНГСКОЙ СЕДЛОВИНЫ

**А.В. Козлов**

Научный руководитель доцент Д.А. Новиков

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Административно Анабаро-Хатангский район расположен в северо-восточной части Красноярского края и северо-западной части республики Саха-Якутия. К началу пятидесятих годов был накоплен значительный фактический материал, который подтвердил высокие перспективы Анабаро-Хатангского района на обнаружение промышленных залежей углеводородов. В последнее время район привлекает к себе интерес крупных нефтегазовых компаний и органов государственной власти, как потенциальный регион для прироста углеводородного сырья.

Детальные палеогидрогеологические реконструкции для данного района никогда не проводились. При оценке перспектив нефтегазоносности района эти исследования помогают выяснить гидрогеологические условия формирования, сохранения и разрушения залежей нефти и газа в геологической истории [1].

Основой для периодизации гидрогеологической истории Анабаро-Хатангской седловины (рис.) послужили материалы по стратиграфии, литологии и палеогеографическим реконструкциям, полученные в рамках исследований Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН по теме «Геолого-геофизическое обоснование перспектив нефтегазоносности восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и Анабаро-Хатангской седловины, рекомендации по недропользованию».

Гидрогеологическую историю Анабаро-Хатангской седловины можно разделить на 12 гидрогеологических циклов: архейско-нижнерифейский; рифейско-верхневендский; верхневендско-ландоверийский; силурийский; девонско-карбонный; пермско-нижнеоленинский; верхнеоленинский; средне-триасовый; карнийско-нижнерэтский; верхнерэтский; юрско-эоплейстоценовый; четвертичный.

Архейско-нижнерифейский цикл характеризуется формированием отложений фундамента и началом формирования плитного комплекса, доминированием инфильтрационных процессов. В конце раннего рифея произошла крупная трансгрессия, охватившая всю территорию исследования, ознаменовавшая начало нового рифейско-верхневендского гидрогеологического цикла.

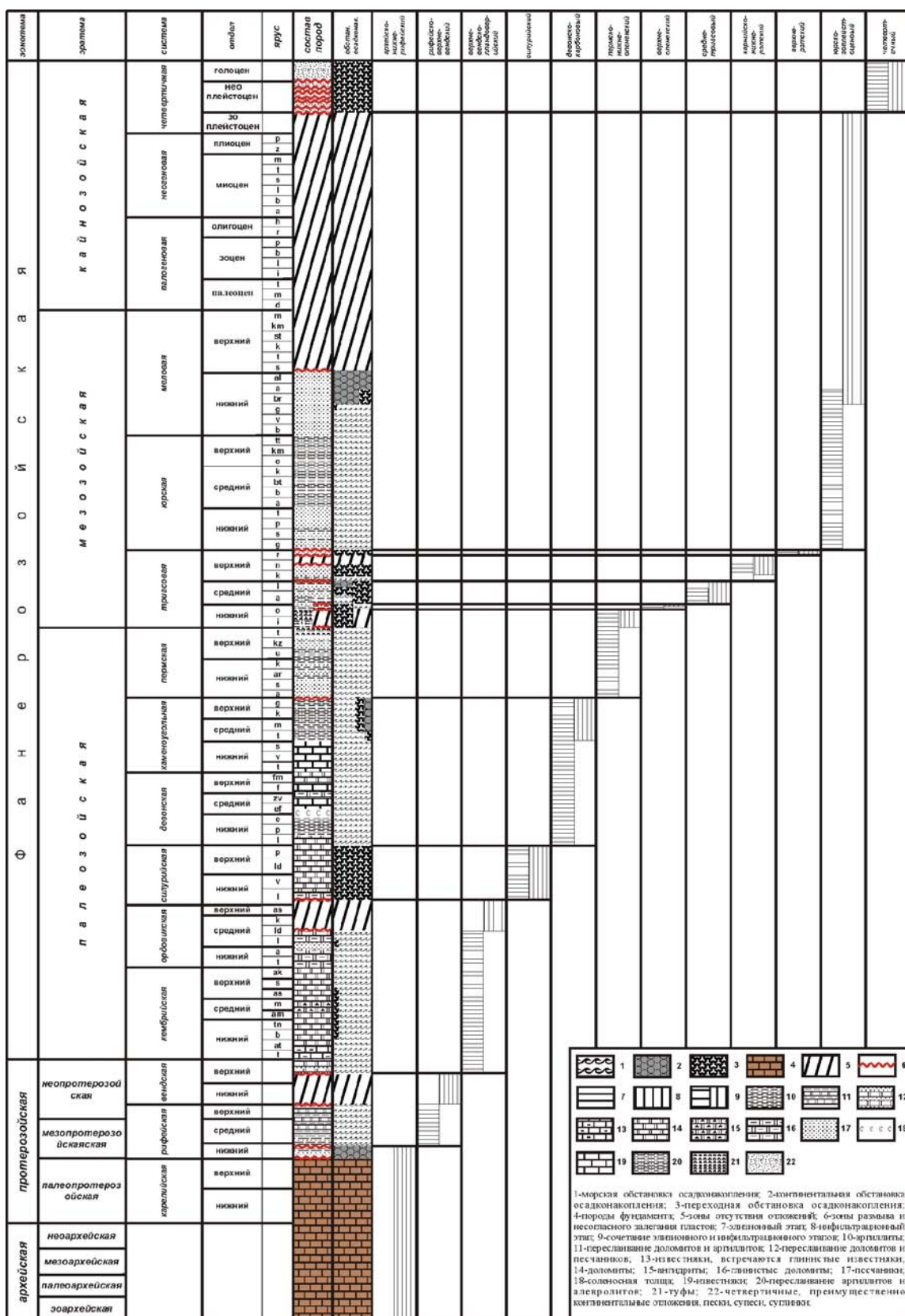


Рис. График периодизации гидрогеологической истории Анабаро-Хатангской седловины

Шел процесс терригенно-карбонатной седиментации и захоронения морских вод вместе с осадками – элизионный этап. С начала венда до середины верхнего венда отложения отсутствуют, что говорит о инфильтрационном этапе. Для верхневендско-лландоверийского цикла характерен длительный элизионный этап с преимущественно карбонатной седиментацией, закончившийся перерывом в осадконакоплении в период со среднего лландейла до раннего лландовера. В силуре данный район представлял собой крупную, периодически осушаемую, карбонатную платформу. На этом основании был выделен силурийский цикл с одновременным протеканием элизионных и инфильтрационных процессов. Девонско-карбонный период отличается спокойным терригенно-карбонатным осадконакоплением на большей части Анабаро-Хатангской седловины. При этом на границе раннего и среднего девона в регионе существовал солеродный бассейн. Распространение солей отмечается на Нордвикской и Кожевниковской структурах. Начиная со среднего карбона, с юго-востока началась проградация Средне-Сибирской суши, что привело к проявлению здесь процессов инфильтрации.

В пермско-нижнеоленинском цикле выделяется пермский элизионный этап проходивший в условиях морского терригенного осадконакопления, затем в течение раннего и среднего триаса территорию Анабаро-Хатангской седловины можно разделить на два различно развивавшихся района – Южно-Таймырский на северо-западе Хатангского залива и Средне-Сибирский на юго-востоке. В период с индского века до середины оленекского Южно-Таймырский район находился преимущественно в прибрежно-морских условиях терригенного осадконакопления с некоторой долей вулканической активности, в то время как в Средне-Сибирском преобладали процессы денудации. В середине оленекского века заканчивается пермско-нижнеоленинский цикл и начинается верхнеоленинский, когда на юго-востоке территории протекает терригенное осадконакопление с перерывом на границе оленекского и анизийского веков. В среднем триасе Южно-Таймырский район испытывал постепенный переход от морских условий к континентальным, в то время как Средне-Сибирский находился в переходных условиях осадконакопления. В верхнем триасе можно выделить два гидрогеологических цикла: карнийско-нижнерэтский – характеризующийся регрессией, которая в итоге привела к перерыву в осадконакоплении в период с середины нория до середины рэта и преобладанием инфильтрационных процессов; верхнерэтский – с одновременным протеканием элизионных и инфильтрационных процессов в прибрежно-морских условиях, закончившийся перерывом в осадконакоплении.

На протяжении всей юры и раннего неокома на территории Анабаро-Хатангской седловины проходило спокойное терригенное морское осадконакопление. В позднем готериве началась очередная крупная регрессия, которая привела к континентальным условиям осадконакопления практически на всей территории исследования в период с баррема по ранний сеноман. До неоплейстоцена Анабаро-Хатангская седловина представляла собой денудационное плато – инфильтрационный этап. Начиная с неоплейстоцена район подвергался воздействию многочисленных оледенений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-05-00442) и гранта Лаврентьевского конкурса молодежных проектов СО РАН.*

#### Литература

1. Казанский Ю.П. Седиментология. – Новосибирск: Наука, 1976. – 271 с.
2. Карцев А.А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. – М.: Недра, 1972. – 280 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОМСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

**И.В. Максимов**

Научный руководитель главный геолог Н.А. Леонова  
**Омский Трест инженерно-строительных изысканий г. Омск, Россия**

Строительство объектов метрополитена является сложным, дорогим и ответственным мероприятием. Однако в больших городах, таких как: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Красноярск и др., развитая сеть метрополитена довольно успешно помогает решить транспортную проблему города.

Не смотря на то, что вопрос о строительстве метрополитена в г. Омске поднимался аж с 60-80х годов прошлого века, к строительству приступили лишь в 1996 году [4]. В 2016 году (год 300-летия города) планируется открытие первого пускового участка, соединяющего левый и правый берег города. На протяжении всего строительства, неоднократно происходили различного рода аварии, связанные, в том числе и со сложными инженерно-геологическими условиями территории строительства.

Так, 27 июня 2005 года на участке от ПК157+98 до ПК158+12 строительства Омского метрополитена (1-й пусковой участок 1-й линии левобережной части) в процессе проходки участка левого перегонного тоннеля закрытым способом, проходческим комплексом КТ-5,6-Б2, диаметром 5,6 м были отмечены деформации земной поверхности, связанные с образованием пустот и подземным обрушением пород в своде и стенках тоннеля [2].

Рассматриваемый участок, геоморфологически приурочен ко второй надпойменной террасе р. Иртыш, инженерно-геологический разрез, на изученную глубину (25 м) сложен четырьмя стратиграфо-генетическими комплексами:

современные техногенные насыпные грунты ( $tQ_{IV}$ ), представленные песками с включением строительного мусора до 10%, мощностью до 1 м;

верхнечетвертичные элювиально-делювиальные отложения ( $edQ_{III}$ ), представленные твердыми и полутвердыми суглинками, мощностью до 5 м;

верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р. Иртыш ( $a^2Q_{III}$ ), представленные водонасыщенными песками и суглинками от мягкопластичной до текучепластичной консистенций, мощностью до 6,5 м;

миоценовые озерно-аллювиальные отложения таволжанской свиты ( $aN_{IIV}$ ), представленные полутвердыми глинами и суглинками от полутвердой до мягкопластичной консистенции, мощностью более 15 м.

Проходческие работы, на моменте аварии, велись на глубине 6,5...12,1 м, на границе между водонасыщенными, совершенно неустойчивыми [1, 3] аллювиальными отложениями и грунтами более твердых консистенций таволжанской свиты, что в совокупности с нарушением целостности массива и привело к потере устойчивости грунтов и проявления процесса механической суффозии.

На дневной поверхности результатом проявления процесса суффозии стала провальная воронка. Ее размеры на 5 июля 2005 года, по результатам топогеодезической съемки составляли следующие значения: длина – 27 м, ширина – от 8,5 до 9 м, глубина – 2,5 м [2]. Воронка имела овальную форму, большей стороной направленной по направлению движения горнопроходческого комплекса. В грунтах нарушенного массива хорошо прослеживались трещины отрыва ориентированные параллельно бортам воронки, шириной от 1 до 3 см, которые после прошедших ливневых дождей увеличили свои размеры до 10 – 15 см [2].

По мере продвижения горнопроходческого комплекса, с течением времени, размеры воронки увеличились в длину до ПК158+44, в глубину до 5 – 6 м. Возникла опасность нарушения устойчивости грунтов основания школы, расположенной в 20 м.

9 июля 2005 года было принято решение засыпать провальную воронку песком, но уже к 11 числу того же месяца грунт полностью «ушел» в тоннель [2].

В тоннеле визуально зафиксированы деформации обделки (кольца № 285 – 305 (разжатые железобетонные блоки)). Было принято решение на участке деформации колец установить распорные крепления свода и стен тоннеля, с шагом в 1 м [2]. Дальнейшая проходка тоннеля без применения специальных методов закрепления грунтов стала невозможной.

С целью создания водопонижения и осушения массива, было принято решение осуществить бурение ряда гидрогеологических скважин (14 шт.) для производства откачек. Скважины расположили в два ряда вдоль оси тоннеля, на территории частично охватывающей провальную воронку и зону предстоящей проходки. В период с 11 июля по 5 августа из скважин осуществлялась откачка воды.

Из-за неправильного выбора технологической схемы выполнения данных работ водопиток в тоннеле не снизился, так как общий дебит системы водопонижительных скважин не превышал 20 – 30 м<sup>3</sup>/сут и, соответственно, не дал ожидаемого эффекта. Внегабаритные переборы (выпуски) в забое тоннеля и оплывание грунта продолжались [2].

К 5 августу провальная воронка была вновь засыпана грунтом и утрамбована при помощи самоходного катка. В качестве специального метода повышения устойчивости грунтов массива, на данном участке, был выбран метод инъекционного закрепления [3]:

химическое закрепление грунтов (силикатизация и цементация) – на участке левого и правого перегонных тоннелей (от ПК157+98 до ПК159+24) для закрепления грунтов, подверженных суффозионным процессам и плывунным явлениям, и предотвращения обрушения грунтов в своде тоннеля на участке образования провальной воронки;

струйная цементация (от ПК158+21 до ПК158+44) для закрепления грунтов в сводовой части левого перегонного тоннеля, на участке проявления деформации обделки.

Технологическая схема закрепления грунтов предусматривала сооружение линейных инъекционных завес на участке, подверженном суффозионным и плывунным явлениям, на расстоянии 1 м от обделки тоннеля, и закрепление грунтов в сводовой части тоннеля с помощью наклонных скважин, пробуренных под углом 30° к дневной поверхности. Линейная инъекционная завеса заглублялась в полутвердые глины таволжанской свиты (относительный водоупор) на 2 м, с целью ограждения от проникновения грунтовых вод в зону проявления деформаций и массив грунтов, предназначенный для дальнейшей разработки [2].

С 24 августа проходка левого перегонного тоннеля возобновилась уже по толще техногенно измененных грунтов. В процессе проходки было отмечено понижение уровня грунтовых вод с прогнозируемых абсолютных отметок 83,5 – 84,5 м до 78,5 – 80,5 м, за счет отжатия грунтовых вод из массива в результате заполнения порового пространства нагнетаемыми реагентами. Так же отмечено уменьшение водопитока в забое, степени влажности песков, повышение прочности и устойчивости глинистых и песчаных грунтов (появилась способность сохранять вертикальный откос в забое) [2].

Проходка левого перегонного тоннеля, на рассмотренной линии была завершена 29 сентября 2005 года без особых осложнений.

Таким образом, использование специальных мероприятий по повышению устойчивости грунтов массива (силикатизация и цементация) дали ожидаемые результаты и исключили возможность возникновения повторных аварий на данном участке.

Так же стоит отметить, что проявление опасных инженерно-геологических процессов, как в подобном случае, может стать причиной увеличения не только сроков производства работ, но и их стоимости.

## Литература

1. ВСН 190-78. Инструкция по инженерно-геологическим изысканиям для проектирования и строительства метрополитенов, горных железнодорожных и автодорожных тоннелей.
2. Отчет по инженерно-геологическим работам по сопровождению строительства объектов метрополитена 25051, 2006 г. Первый пусковой участок 1-й линии Омского метрополитена от станции «Красный путь» до станции «Автовокзал» с электродепо (левобережный участок).
3. СП 32-105-2004 Метрополитены.
4. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Омское\\_метро](http://ru.wikipedia.org/wiki/Омское_метро).

### ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ ПОД ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОНДОЛЬНО-КРЕСЕЛЬНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ

С.В. Малаев

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

Как известно, без научно обоснованного инженерно-геологического прогнозирования сложно решать вопросы, не только охраны, но и рационального использования геологической среды в любых по сложности районах, но особенно остро эта проблема встает при освоении горных территорий. Безусловно, надежное функционирование гондольно-кресельной канатной дороги в условиях естественного и антропогенного изменения геологического пространства определяется прогнозом возможных изменений геологической среды (в первую очередь устойчивости грунтов на склонах предполагаемого строительства трассы) и работы по исследованию проявлений различных инженерно-геологических процессов всегда будут актуальными.

Цель настоящих исследований на основе полученных материалов инженерно-геологических изысканий по трассе гондольно-кресельной канатной дороги (полевых и лабораторных данных по современному состоянию грунтовых массивов) создание модели возможных изменений геологической среды вдоль западного склона массива горы Фишт. В рамках настоящего исследования для достижения поставленной цели решалась задача расчета коэффициентов устойчивости склонов в грунтовых массивах под фундаментами опор гондольно-кресельной канатной дороги, с учетом прогнозного изменения уровня грунтовых вод.

Выполненные авторские геотехнические исследования свелись к модельным исследованиям грунтов оснований зданий и сооружений гондольно-кресельной канатной дороги и позволили предложить математическую модель естественного строения и состояния грунтовых массивов на склонах урочища Чугурсана по линии проектируемой трассы гондольно-кресельной канатной дороги и создать прикладные модели деформационных и прочностных свойств грунтов (массивов пород) с учетом возможного развития гравитационных склоновых процессов.

Основным результатом является то, что при проектировании оснований должна учитываться возможность изменения гидрогеологических условий площадки в процессе строительства и эксплуатации сооружения, а именно:

- наличие или возможность образования верховодки;
- естественные сезонные и многолетние колебания уровня подземных вод;
- возможное техногенное изменение уровня подземных вод.

Если при прогнозируемом уровне подземных вод возможны недопустимое ухудшение физико-механических свойств грунтов основания, развитие неблагоприятных физико-геологических процессов, нарушение условий нормальной эксплуатации заглубленных помещений и т.п., в проекте должны предусматриваться соответствующие защитные мероприятия, в частности:

- гидроизоляция подземных конструкций;
- мероприятия, ограничивающие подъем уровня подземных вод, исключаящие утечки из водонесущих коммуникаций и т.п. (дренаж, противодиффузионные завесы, устройство специальных каналов для коммуникаций и т.д.);
- мероприятия, препятствующие механической или химической суффозии грунтов (дренаж, шпунт, закрепление грунтов);
- устройство стационарной сети наблюдательных скважин для контроля развития процесса подтопления, своевременного устранения утечек из водонесущих коммуникаций и т.д.

Выбор одного или комплекса указанных мероприятий должен производиться на основе технико-экономического анализа с учетом прогнозируемого уровня подземных вод, конструктивных и технологических особенностей, ответственности и расчетного срока эксплуатации проектируемого сооружения, надежности и стоимости водозащитных мероприятий и т.п.

## Литература

1. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства. М.: Стройиздат, 1977. - 320 с.
2. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М.: Высшая Школа, 1982. - 511 с.

3. Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями /ДальНИИС. – М.: Стройиздат, 1989. – 24с.

## ТИКСОТРОПНЫЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ГОРОДА ХАНТЫ-МАНСИЙСКА

А.И. Поздеева

Научный руководитель доцент И.В. Абатурова

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Практика современного проектирования требует решения многих вопросов, связанных с поведением оснований под действием динамических нагрузок. В связи с увеличением интенсивности технического вибрационного воздействия на основания зданий и сооружений, проектированием фундаментов, работающих в условиях динамического нагружения, актуальность проблемы очевидна.

Город Ханты-Мансийск, расположенный на стыке двух крупных рек Иртыша и Оби, характеризуется широким развитием грунтов, обладающих свойствами тиксотропности.

Под тиксотропией Е.А. Вознесенский понимал физико-химическое явление, присущее коагуляционным дисперсным системам и выражающееся в полном или частичном разрушении структурных связей грунта под действием динамической нагрузки и последующем самопроизвольном их восстановлением, протекающее при неизменных температуре и влажности [2].

Степень тиксотропности грунтов зависит от двух групп факторов: 1) «внутренних» - характеризующих состав и состояние самого грунта и 2) «внешних» - характеризующих динамическое воздействие.

Рассмотрим влияние «внутренних» факторов.

**Дисперсность.** С ростом дисперсности грунтов уменьшается их разупрочнение при вибрации, поэтому с увеличением содержания глинистых частиц уменьшается вероятность разжижения грунта при землетрясении. Чем выше дисперсность и концентрация частиц твердой фазы, тем больше скорость тиксотропного упрочнения и его абсолютная величина.

**Органическое вещество.** Чаще встречаются данные, указывающие на снижение величины относительного упрочнения и его продолжительности, а также на тенденцию к снижению степени разупрочнения с увеличением содержания органического вещества в грунте.

**Влажность.** При достаточно сильном вибровоздействии тиксотропные изменения могут протекать в глинистых грунтах и при влажности меньше предела пластичности.

**Плотность.** С увеличением плотности глин и снижении их влажности тепловое движение частиц резко ограничивается, что затрудняет их переориентацию и образование дальних коагуляционных контактов.

**Минеральный состав** особенно влияет на сжимаемость при повышенной влажности и малой плотности сложения грунтов.

**Консистенция.** При текучей консистенции образование коагуляционных связей происходит по углам и ребрам грунтовых частиц как наименее гидратированным участкам.

Влияние внешних факторов определяется ускорением колебаний, что характеризует степень его разрушения только при постоянной частоте. В этом случае рост ускорения (вследствие увеличения амплитуды) сопровождается закономерным снижением прочности.

Высказывалось предположение, что максимальное разупрочнение грунта происходит при близком совпадении частот вынужденных колебаний с частотами собственных колебаний гидратированных частиц твердой фазы, так как в основе механизма обратимого тиксотропного разупрочнения дисперсных систем при вибрации лежит явление резонанса.

Показано, что с частотой около 30 Гц вызывает наиболее резкое разрушение структуры тяжелого суглинка в первые 5 мин вибрации, а в последующее время его прочность практически не меняется.

Влияние нормальной статической пригрузки, действующей одновременно с вибрацией, на тиксотропные изменения в грунтах определяется в первую очередь ее инерционностью. Это следует учитывать при постановке эксперимента, моделирующего реальные воздействия.

А.И. Августиник объяснял тиксотропию разрушением и формированием кристаллоподобных ориентированных сростков воды вокруг глинистых частиц и их обменных катионов, полагая, что при одновременном взаимодействии разных частиц с одними и теми же кристаллоподобными сростками молекул разделяющего их слоя воды происходит упрочнение системы.

Сущность тиксотропии заключается в том, что связи, которые были разрушены при механическом воздействии, восстанавливаются в результате случайных удачных соударений частиц, находящихся в броуновском движении.

Тиксотропные изменения в глинистых породах протекают по-разному в зависимости от их дисперсности (глинистости), минерального состава тонкодисперсной (глинистой) части, физического состояния – влажности, плотности и консистенции, минерализации и состава поровых вод, а также интенсивности механических воздействий.

Наиболее склонными к тиксотропным явлениям оказываются частицы, поверхность которых обладает неравномерной стабилизацией: наряду с хорошо стабилизированными на поверхности таких частиц имеются нестабилизированные участки. Состояние системы, сложенной такими частицами, определяется балансом двух противоположно направленных процессов – коагуляции и пептизации.

Пептизация – расщепление агрегатов, возникших при коагуляции дисперсных систем, на первичные частицы под действием жидкой среды (например, воды) или специальных веществ (пептизаторов). Пептизация – один из способов получения коллоидных растворов, применяется в технике при получении высокодисперсных суспензией глин и других веществ.

Коагуляция – объединение мелких частиц дисперсных систем в более крупные под влиянием сил сцепления. Ведет к выпадению из коллоидного раствора хлопьевидного осадка или к загустению. Коагуляция – естественный, самопроизвольный процесс расслаивания коллоидного раствора на твердую фазу и диспергатор. Таким образом дисперсная система стремится достигнуть состояния минимальной энергии. Скорость зависит от напряжения на границе раздела фаз, радиуса частиц, коэффициента диффузии, температуры и растворимости макрофазы.

Тиксотропными также являются пылеватые пески, супеси и часть легких суглинков. В отличие от тиксотропных глин, пылеватые пески и суглинки обладают меньшей вязкостью.

Вопросы динамической неустойчивости важны при решении практических задач. Разупрочнение грунтов происходит при действии нагрузок разного характера: землетрясения, взрывах, вибробурении, вибропогружении свай, движении транспорта, при работе различных машин (турбоагрегатов, центрифуг, дробилок, прессов, формовочных машин линейного производства и т.д.).

Динамическая нагрузка вызывает в грунте разные по знаку напряжения, благодаря чему в местах контакта частиц и их агрегатов попеременно возникают сжимающие и растягивающие напряжения; когда они превышают прочность структурных связей, начинается разрушение структуры грунта. Свободная вода и часть рыхлосвязанной и иммобилизованной воды, переходящей в свободное состояние при разрушении грунта, играет роль смазки.

В настоящее время для характеристики тиксотропных свойств грунтов используются следующие показатели [1]:

- коэффициент тиксотропного разупрочнения, который представляет собой отношение прочности грунта до динамического воздействия  $S_{u0}$  к ее минимальному значению, достигаемому в процессе этого воздействия  $S_{u\ min}$ :

$$K_p = S_{u0} / S_{u\ min};$$

- коэффициент тиксотропного восстановления, который выражается отношением прочности грунта через заданный промежуток времени после прекращения динамического воздействия к исходной прочности грунта:

$$K_b = S_{ut} / S_{0\ min},$$

где  $S_{u0}$  и  $S_{0\ min}$ ;  $S_{u\ min}$ ;  $S_{ut}$  – соответственно прочность грунта до вибрации, в момент ее окончания (наиболее разрушенная структура); через время  $t$  после прекращения воздействия.

Основная характеристика прочности грунтов —  $\tau$  сопротивление сдвигу. Показатели сопротивления сдвигу — сцепление  $C$  и угол внутреннего трения  $\phi$  — используют для расчета устойчивости оснований сооружений, откосов котлованов, выемок, оползневых склонов. Для высокодисперсных обводненных глинистых грунтов внутреннее трение вследствие тонкости глинистых частиц и действия водноколлоидных пленок очень мало и сопротивление сдвигу зависит практически от сцепления. Сопротивление сдвигу существенно зависит от состава и состояния глинистых грунтов. С увеличением дисперсности сопротивление сдвигу повышается, так как силы сцепления возрастают.

Проанализировав полученные результаты грунтов в ходе лабораторных исследований, можно сделать следующие выводы, что тиксотропные грунты распространены повсеместно в пределах города Ханты-Мансийска. Их выделяют основываясь на следующих показателях:

- коэффициент водонасыщения,  $S_r$  (0,7 – 1,0) д.ед.;
- содержанием пылеватой фракции – не менее 30 %;
- содержание глинистых частиц не менее 1,5-2 %.

Учитывая общность истории геологического развития, осадконакопления Западной Сибири можно сделать вывод, что тиксотропия характерна для большинства грунтов Западной Сибири.

К настоящему времени динамика грунтов оформилась в междисциплинарное научное направление, в структуре которого есть отчетливая логическая связь между задачами инженеров-геологов, геотехников и инженеров-строителей: для надежных расчетов колебаний сооружений на грунтовых основаниях и, следовательно, правильного выбора типа опирания и конструкции фундамента нужно выбрать адекватную модель основания, экспериментально определить его динамические (упругие, фильтрующие) характеристики и оценить степень динамической неустойчивости грунтов. Изменение их свойств в результате динамического нагружения (деградация прочности, повышение деформируемости, снижение жесткости) может не только повлиять на выбор расчетной модели и конструкции фундамента, но и вообще исключить возможность возведения сооружения в данном месте.

#### Литература

1. Анисимова Н.Г., Бурова В.Н., Викторов А.С., Демин А.М., Егоров Ю.К., Зверев В.П., Зоронина Е.Ф., и др. Природные опасности России. Экзогенные геологические опасности, 1998.
2. Вознесенский Е.А., Калачева В.Я., Трофимов В.Т., Коваленко В.Г. Квазитиксотропные изменения в глинистых грунтах. – М.: МГУ, 1990.



**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МИКРОРАЙОНА ЧЕРЕМОШНИКИ**  
**В.Д. Покровский**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

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

Микрорайон Черемошники занимает территорию правобережной высокой поймы (первой надпойменной террасы) р. Томи. Плоская, гипсометрически низко расположенная, осложненная многочисленными старичными озерами поверхность террасы, ранее, в естественных условиях, заболоченная и периодически затопляемая паводковыми водами, в настоящее время застроена. При освоении территории изменены ее ранее существовавшие рельеф, геологические, гидрогеологические условия и водный баланс. В результате широкого развития процессов подтопления создалась чрезвычайно неблагоприятная обстановка для эксплуатации не только отдельных зданий и сооружений, но и территории в целом [1].

В геоморфологическом отношении территория микрорайона приурочена к высокой пойме р. Томи, тыловой частью примыкающей на востоке к окраинной части эрозионного склона Томь-Яйского водораздела. Формирование рельефа обусловлено эрозионно-аккумулятивными процессами рек, ограничивающих территорию с севера (р. Киргизка), юга (р. Ушайка) и запада (р. Томь). Поверхность поймы относительно ровная, абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 70 и до 82 м.

Геологический разрез исследованного участка (сверху вниз) представлен техногенными насыпными грунтами, имеющими повсеместное распространение с поверхности до различной глубины, под которыми залегают покровные отложения, представленные суглинками, супесями, песками пылеватыми и мелкозернистыми от маловлажных до водонасыщенных, гравелистыми песками и гравийно-галечниковыми грунтами. Ниже в южной части территории залегают глинистые коры выветривания, а в северной части – песчано-глинистые (преимущественно глинистые) отложения палеогенового возраста.

В соответствии с особенностями залегания водовмещающих горных пород и общими условиями питания и разгрузки подземных вод в пределах рассматриваемой территории выделяются водоносные комплексы четвертичных отложений, палеогеновых отложений и палеозойских образований.

Водоносный комплекс четвертичных отложений представлен горизонтами верховодки и водоносным горизонтом гравийно-галечниковых и песчаных аллювиальных отложений низких террас.

Верховодка имеет очень широкое, практически повсеместное, распространение, на низких террасах р.Томи наблюдается вдоль их закран севернее устья р.Ушайки, занимает обширные площади от района ул. Дальне-Ключевской и далее на север переходит в заболоченные территории, переувлажнение которых сформировано стоком р.Киргизки. Широкому распространению верховодки способствуют: плоский рельеф поверхности террас, в тыловых частях часто имеющий обратные уклоны, наличие многочисленных местных западин, зарегулированность поверхностного стока, а также планировочные работы, в процессе которых сформированы горизонты насыпных грунтов, имеющих рыхлое сложение.

Нами была сделана информационно-поисковая система позволяющая оценить подтопленность в любой точки города Томска [2]. В дальнейшем планируем создать гидродинамическую модель для прогнозирования изменения подтопляемости территории с изменением объемов инфильтрационного питания. Первоочередным объектом был выбран мкр.Черемошники, как наиболее подверженный процессам подтопления. Для создания модели необходимо схематизировать область фильтрации, что предусматривает необходимость задания «условий однозначности решения», включающих:

геометрические параметры области фильтрации (мощность водоносного горизонта, положение водоупоров, расстояния и пр.);

расчетные фильтрационные параметры (коэффициенты фильтрации, пьезопроводности и уровнепроводности);

граничные условия ;

начальные условия (положения уровней и напоры в начальный момент времени)

Граничными условиями области фильтрации являются граница I рода – русло р.Томи, II рода – тыловая часть террасы, боковые границы – непроницаемые границы II рода по линиям тока.

Геологическая модель имеет трёхслойное строение водовмещающей толщи: покровные суглинки, супеси, гравийно-галечные отложения. Основание разреза представлено водоупорным слоем подстилающих суглинков

Граничные условия и геологическая модель были заданы в ПК ArcGis, затем для дальнейшего моделирования были импортированы в ПК GMS (Groundwater Modeling System), где и будет проходить дальнейшее наполнение модели информацией [3].

Для диагностирования, отладки и корректировки модели мы используем картографические материалы по проведенным ранее исследованиям, начиная с 1932 г. (карта гидроизгоипс по материалам М.И.Кучина) и заканчивая геофизическими исследованиями (микросейсмика и электроразведка) проведенными в 2008 году.

Проведенное моделирование половодья и исследование влияния подъема уровня реки на глубину залегания подземных вод показало незначительность влияния реки Томь во время половодья на водоносные горизонты.

## Литература

1. Сулакшина Г.А., Рождественская Л.А., Покровский Д.С. и др. Инженерно-геологические условия территории г.Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением. – Томск, 1981 – 238 с.
2. Покровский В.Д. Оценка характера и степени техногенного подтопления архитектурных памятников города Томска. Материалы Всероссийской петрографической конференции «Петрология магматических и метаморфических комплексов». Выпуск 6. – г.Томск, 2007 г. – С.210-212
3. Кузеванов К.И. Моделирование геофильтрации средствами программного комплекса GMS (Groundwater Modeling System). – Томск: изд-во ТПУ, 2006 – 90 с.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОКА РЕК САЛАИРСКОГО КРЯЖА****М.М. Семенова, О.И. Азаренко, К.П. Валитова**

Научные руководители профессор Е.М. Дутова, инженер А.Н. Никитенков.

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

Рассматриваемая в данной работе проблема очень актуальна, как в современном обществе, так и для отдельного региона. Вырубка лесов ведет к уменьшению речного стока крупных и исчезновению мелких рек. Определяется это тем, что лесная растительность оказывает влияние на физические свойства почв, уменьшению инфильтрации атмосферных осадков. Данные наблюдений свидетельствуют о том, что водопроницаемость почв в лесу в десятки раз больше, чем в поле.

В целом лес оказывает положительное действие на структуру водного баланса и режим рек. Благодаря высокой инфильтрационной способности лесных почв, леса регулируют речной сток, увеличивая его подземную составляющую и уменьшая поверхностный сток. Обладая, как правило, более высоким, по сравнению с незалесенными участками, испарением, лесные массивы препятствуют заболачиванию земель. Леса оказывают прямое влияние на величину испарения, поверхностного и грунтового стока, в целом на водный баланс, на гидрологический режим рек.

В связи с этим главной целью нашей работы является характеристика численных изменений речного стока и гидрологического режима рек в зависимости от залесенности Салаирского кряжа, обобщение гидрологических данных по территории исследований, полученных в течение нескольких десятков лет.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: сбор и обработка первичных данных; изучение гидрологических ежегодников за различные годы; поиск материалов по данной проблеме в Интернете; изучение гидрогеологии региона.

Исходными данными послужили материалы РОСГИДРОМЕТа (таблица).

*Таблица.**Характеристика гидрометрических постов*

Номер поста	Название реки	Название поста наблюдений	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Среднегодовой объем стока, км <sup>3</sup>	Среднегодовой слой стока, мм	Продолжительность наблюдений, лет
90927	Бачат	Бачатский	475	0,079	166	45
90962	Чумыш	Заринск	15900	3,553	223,4	52,9
91166	Тогул	Тогул	1200	0,392	326,5	44,8
95506	Чумыш	Ельтсовка	4340	1,396	321,6	31
95508	Кара-Чумыш	Кара-Чумыш	771	0,126	162,9	24
95509	Томь-Чумыш	Томское	432	0,179	414,9	34
95511	Аламбай	Казанцево	1440	0,381	264,5	35,8
95512	Малый Мунгай	Кашкала	101	0,028	275,7	38,9
95513	Каменка	Залесово	628	0,117	185,8	30
95518	Бердь	Маслянино	2480	0,581	234,2	42,5
95519	Бердь	Старый Искитим	6270	1,139	181,7	32,1
95520	Елбань	Елбань	290	0,054	186,7	24,9
95522	Шипуниха	Ургун	473	0,041	87,5	19,8
95529	Тарсьма	Окунево	1800	0,104	57,9	17,1
95685	Яр	Подгорное	1185	0,056	47,6	3,3

При выполнении работы нами исследовался сток 14 рек. Характерные изменения в величинах речного стока можно увидеть на примере р. Чумыш, для которой происходит закономерное снижение величин среднегодовых расходов: 4,1 м<sup>3</sup>/с до 3,2 м<sup>3</sup>/с за 52,9 лет. Значения площади водосбора составляют от 101 км<sup>2</sup> до 15900 км<sup>2</sup>, эти данные зависят от размеров реки. Река Чумыш является самой большой из исследуемых рек,

поэтому ее среднегодовой сток имеет наибольшее значение 3,553 км<sup>3</sup>, а самая маленькая – р. Малый Мунгай, среднегодовой сток которой 0,028 км<sup>3</sup>. Также самой длительно исследуемой рекой является р. Чумыш – 52,9 лет. (см. рисунок)

#### Закключение

В среднем снижение среднегодового стока составляет около 10%, что может быть связано с общепланетарными климатическими изменениями, а также с вырубкой лесов. Чтобы разграничить, необходимо произвести более подробное изучение залесенности местности.



Рис. Среднегодовые расходы р. Чумыш, м<sup>3</sup>/с

#### Литература

1. Гидрологические ежегодники 1937-1990гг.
2. Гидрогеология СССР. Сводный том в пяти выпусках. Вып.3. Ресурсы подземных вод СССР и перспективы их использования. М., «Недра», 1977, 279 с. (ВСЕГИНГЕО).

## ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

М.Ю. Славинская

Научный руководитель доцент Т.В. Любимова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

Как известно, Краснодарский край является значимой структурной единицей юга России. Здесь хорошо развит промышленный и сельскохозяйственный сектор экономики, располагается густая сеть железнодорожных и шоссейных дорог, а в последние годы все активнее эксплуатируется трубопроводный транспорт. Наибольшую техногенную нагрузку испытывает Черноморское побережье края. Этот 400 км участок является одним из крупнейших курортных районов страны и одновременно здесь сосредоточены крупные автомагистрали, морские порты, железнодорожные узлы и магистральные трубопроводы. Учитывая, что эта территория характеризуется расчлененным горным рельефом, повышенной сейсмичностью и осадочными толщами, обладающими выдержанной специфической ритмичностью строения, то ее инженерно-геологическое изучение является весьма актуальной задачей для обеспечения безопасности функционирования различных инженерных сооружений.

В ходе данной работы проводилось исследование инженерно-геологических условий в районе Большого Геленджика с целью типизации территории по общим инженерно-геологическим признакам. В предметную область вошло изучение компонентов инженерно-геологических условий.

В результате анализа накопленных материалов по фондовым и литературным источникам и изучения региональных и зональных геологических компонентов инженерно-геологических условий была проведена типизация инженерно-геологических условий Черноморского побережья на отрезке Геленджик – Джубга. Было произведено обоснование типа инженерно-геологического районирования и разработана легенда для инженерно-геологического районирования типизированных участков.

Проведенное инженерно-геологического районирование Краснодарского края в пределах курорта Большой Геленджик является результатом общего типологического генетико-морфологического инженерно-геологического районирования, с выделением на карте территориальных единиц на уровне типологических регионов, областей районов и участков [1].

Выделение инженерно-геологических регионов проводилось по геотектоническим структурам.

Инженерно-геологические области выделены по геоморфологическим условиям и рельефу.

Инженерно-геологические районы определялись по формационной принадлежности для дочетвертичных пород и генетическому признаку для пород четвертичного возраста.

Основным классификационным признаком при выделении участков послужил литологический состав и специфические свойства рельефообразующих пород, изменчивость их свойств в зависимости от микрорельефа, субстрата подстилающих пород и факторов доминирующих процессов.

В отличие от других подходов к инженерно-геологическому районированию данной территории, предлагаемый вариант не учитывает степень обводненности грунтов. Это связано с тем, что на изучаемой территории не существует единого водоносного горизонта, а степень обводненности пород флишевой формации обусловлена их трещиноватостью. Учет уровня залегания грунтовых вод может быть эффективен при районировании крупных речных долин, либо платформенных участков.

В связи с этим, инженерно-геологические участки выделены по стратиграфо-генетическому комплексу отложений (грунтовым условиям).

Апробация предлагаемой методики была проведена на трех типовых участках: Геленджик, Джанхот, Бетта. Выбор этих участков сделан исходя из их принадлежности к разным тектоническим блокам. Эти блоки сложены различными свитами, отличающимися друг от друга литологическим набором внутри флишевых циклитов, что обуславливает специфические геоморфологические и гидрогеологические условия, а, следовательно, и инженерно-геологические условия. Такой подход, в основе которого лежит учет стратиграфо-литологических особенностей позволяет более эффективно определять разнообразие инженерно-геологических условий.

В ходе выполнения работы были получены следующие основные результаты:

1. В отношении инженерно-геологического изучения на территории Северо-Западного Кавказа в последние годы не проводилось каких-либо широкомасштабных или комплексных исследований. Все работы велись различными инженерно-геологическими организациями под конкретные инженерно-строительные объекты. Следовательно, накопленная информация характеризуется разномасштабностью исследований, которые не согласованы между собой.

2. Среди региональных компонентов инженерно-геологических условий наибольшую важность представляют стратифицированные тела и геотектонические структуры. Роль зональных компонентов определяется составом и состоянием горных пород, и наибольшее влияние оказывает на развитие экзогенных процессов.

3. Установлено, что наиболее оптимальным для крупномасштабного изучения инженерно-геологического строения территории горно-складчатых сооружений следует признать генетикоморфологический тип районирования, который позволяет наиболее полно рассмотреть пестроту инженерно-геологических условий.

4. Основным классификационным признаком при выделении участков может служить литологический состав пород флишевой формации, т.к. именно по этим породам формируются перекрывающие их другие генетические типы отложений. А от их литологического состава зависят также основные характеристики, влияющие на инженерно-геологические условия территории, а именно – на степень трещиноватости и характер их обводненности. Это позволило предложить новый подход к инженерно-геологическому районированию горно-складчатых территорий.

5. Самым сложным из выбранных типологических участков является площадь пос. Джанхот, где литологическое разнообразие пород флишевой формации представлено максимально. А самым простым по инженерно-геологическому строению является территория г. Геленджика в районе Толстого Мыса. Типологический участок района пос. Бетта по своему инженерно-геологическому строению ближе к условиям типологического участка пос. Джанхот.

6. Полученные данные по трем выделенным типовым массивам могут соответственно быть экстраполированы на другие территории такого же инженерно-геологического типа, а именно: Новороссийский, Туапсинский и Анапский участки.

#### Литература

1. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. Теоретические основы региональной инженерной геологии. – М.: ГЕОС, 2007. С.192-206.

### ИЗУЧЕНИЕ АТЛЫМ-НОВОМИХАЙЛОВСКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

**А.В. Сотникова, И.Н. Безуглая-Анненкова**

Научный руководитель доцент И.Н. Безуглая-Анненкова

**ООО Научно-исследовательская фирма «РосНедра», г. Тюмень, Россия**

Шаимский нефтегазоносный район является старейшим нефтедобывающим районом Западной Сибири. За 40-й период открыто и введено в эксплуатацию 19 нефтяных месторождений.

Шаимский нефтегазоносный район расположен в западной части Западно-Сибирской плиты и входит в состав Приуральской нефтегазоносной области. В геологическом строении его принимают участие мощные толщи мезозойско-кайнозойских осадочных образований, относимые к платформенному чехлу, которые с

перерывами и угловыми несогласиями ложатся на интенсивно метаморфизованные и дислоцированные породы палеозойского, а местами и на участки более древней консолидации фундамента.

Следует отметить, что большую роль в геологическом строении верхней части кайнозойских отложений сыграли неотектонические движения в неоген-четвертичное время и последующие эрозивно-денудационные процессы [1].

В пределах всей мегаструктуры Западно-Сибирской геосинеклизы как надпорядковый подземный водный резервуар выделяется Западно-Сибирский мегабассейн (ЗСМБ), состоящий из трех самостоятельных сложных наложенных друг на друга гидрогеологических бассейнов: палеозойского, мезозойского и кайнозойского (В.М. Матусевич, 1984). Последний Ю.К. Смоленцевым был назван «кайнозойско-меловая система бассейнов стока».

В гидрогеологическом отношении исследуемый район расположен в северо-западной части Западно-Сибирского мегабассейна (ЗСМБ), примыкающей к Уральскому горно-складчатому обрамлению. Весь его разрез делится на шесть самостоятельных гидрогеологических комплексов: олигоцен-четвертичный, сенон-туронский, апт-альб-сеноманский, неокомский, юрский, триас-палеозойский (по Матусевичу В.М., Ушатинскому И.Н., 1998) [2].

В целях поддержания пластового давления (ППД) на нефтяных месторождениях Шаимского нефтегазосного района используются пресные подземные воды атлым-новомихайловского ( $P_3$  ат+пм) водоносного горизонта.

Атлым-новомихайловский водоносный горизонт имеет повсеместное распространение на всей территории изучаемого района.

Литологически водоносный горизонт представлен сложно-построенной фациально-изменчивой песчано-глинистой толщей, что обуславливает его сравнительно невысокие фильтрационные свойства. При общей пестроте литологического состава в разрезе установлено преобладание песчаных разностей в подошве и более высокая водообильность. Водосодержащими отложениями атлым-новомихайловского водоносного горизонта чаще всего являются разнородные пески с преобладанием мелкозернистого состава с включениями маломощных линз и пропластков тонкозернистых песков, алевроитов.

Водосодержащие отложения водоносного горизонта повсеместно, как и на большей части Западно-Сибирского мегабассейна, подстилаются глинами тавдинской свиты ( $P_2$  tv), которые совместно с более древними глинистыми осадками палеогеновой системы, представляют региональный водоупор.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта изменяется в интервале от 30 м (Северо-Даниловское месторождение) до 61 метра (Сыморьяхское месторождение) (рис. 1). Незначительная (менее 5 м) глубина залегания кровли водоносного горизонта отмечается там, где песчаные отложения четвертичного и неогенового возрастов образуют с ним единый водоносный горизонт, а также в местах развития глинистого диапиризма, где его осадки выходят практически на дневную поверхность.

Средняя глубина залегания кровли атлым-новомихайловского водоносного горизонта на изучаемых авторами месторождениях составляет около 53 метров.

Подземные воды атлым-новомихайловского горизонта в районе работ обладают как безнапорным характером в местах выхода песчаных отложений олигоцен-четвертичных отложений ( $P_3$  ат+пм – Q) на дневную поверхность, так и напорным.

Особое место в ряду достоинств водоносного атлым-новомихайловского горизонта (большие мощности водосодержащих песков до 80 м, хорошие фильтрационные свойства пород  $K_{fm} = 200-600$  м<sup>2</sup>/сут, сравнительная защищенность от поверхностного загрязнения) занимает его хорошая восполняемость. Прежде всего это объясняется его связью с подземными водами неоген-четвертичного водоносного горизонта.

Статические уровни подземных вод в большинстве случаев повторяют форму рельефа местности и находятся на глубине около 18 метров (рис.).

На изучаемой территории, водообильность песчаных отложений атлым-новомихайловской свиты достаточно высокая. Дебит водозаборных скважин нефтяных месторождений, при проведении опытных откачек в среднем составляет 6,47 л/с (см. рис. 1) [1-4].

По химическому составу воды в основном гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 0,2 г/л (см. рис. 1). По содержанию большинства компонентов пресные подземные воды атлым-новомихайловского водоносного горизонта соответствуют ОСТу 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству». Характерен естественный повышенный фон концентрации железа. Из загрязняющих компонентов встречаются фенолы (0,004-0,008 мг/л) и изредка аммиак (2,5-3,0 мг/л). Нефтепродукты отмечаются эпизодически в единичных пробах в количествах, редко превышающих ПДК (0,1-0,3 мг/л). Это свидетельствует об их искусственной природе, т.е. привносе извне [2].

Авторами на изучаемых месторождениях проводится оценка совместимости пластовых и закачиваемых вод. Изучение совместимости пластовых вод продуктивных пластов и закачиваемых вод атлым-новомихайловского водоносного горизонта нефтяных месторождений проводится аналитическим методом.

Опыт разработки нефтяных месторождений показывает, что отложение солей в нефтяных коллекторах и на нефтепромысловом оборудовании имеет место вследствие изменения термодинамических условий пластовых флюидов, находящихся в состоянии насыщения по отношению к карбонатам коллектора, нестабильности закачиваемых вод в пластовых условиях, смешения химически несовместимых вод.

Прогноз возможности выпадения осадка карбоната кальция основывается на учете процессов, способствующих образованию твердого осадка из водных растворов – смешение несовместимых вод, движущихся вместе с нефтью, разложение бикарбоната кальция в результате изменения физико-химических

условий, уменьшение растворимости карбоната кальция в воде при снижении парциального давления и при уменьшении минерализации попутно добываемых вод и др.

В результате проведенных работ авторами был сделан вывод, что при смешении пластовых вод продуктивных пластов и закачиваемых вод атлым-новомихайловского водоносного горизонта в любых пропорциях смеси выпадение осадка карбоната и сульфата кальция не происходит [3].

В связи с вышесказанным, можно сделать вывод, о том, что пресные подземные воды атлым-новомихайловского водоносного горизонта являются наиболее перспективными в целях использования в системе поддержания пластового давления на территории Шаимского нефтегазоносного района.

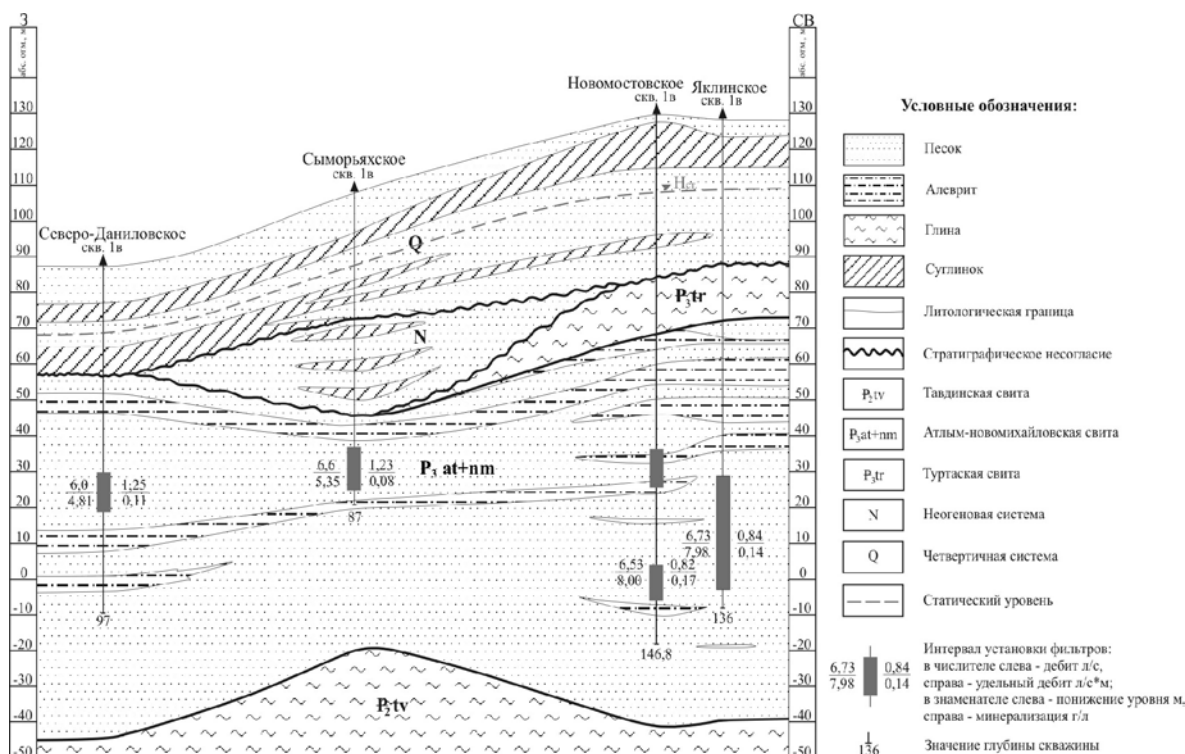


Рис. Схематический гидрогеологический разрез по нефтяным месторождениям Шаимского нефтегазоносного района

#### Литература

1. Безуглая-Анненкова И.Н., Безуглый А.В., Семенова Т.В. Подсчет эксплуатационных запасов подземных вод куртамышского водоносного горизонта для целей ППД на площади Северо-Даниловского месторождения нефти. – Тюмень: РосНедра, 2002. – 115 с.
2. Безуглая-Анненкова И.Н., Безуглый А.В., Семенова Т.В. Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод куртамышского водоносного горизонта для целей ППД на площади Сыморьяхского месторождения нефти. – Тюмень: РосНедра, 2006. – 147 с.
3. Безуглая-Анненкова И.Н., Ташбулатов А.А., Лохман А.В. Подсчет запасов пресных подземных вод для использования в системе ППД Новомостовского месторождения. – Тюмень: РосНедра, 2010. – 182 с.
4. Безуглая-Анненкова И.Н., Ташбулатов А.А., Гусихина М.В. Подсчет запасов пресных подземных вод для целей ППД на территории Яхлинского месторождения Яхлинского лицензионного участка. – Тюмень: РосНедра, 2010. – 188 с.

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ХАНОЯ (ВЬЕТНАМ)

Хонг Тхинь Фи

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Большая часть территории Ханоя находится на равнине Бакбо, имеющей наклон с северо-запада на юго-восток (по течению Красной реки). Средняя высота на севере от 8 до 12 м, в центре 5 – 7 м, и самая низкая высота 3 – 4 м [5]. Невысокие горы охватывают ¼ территории города. Во внутренних районах расположены только невысокие холмы и бугры.

Река Красная является самой большой рекой, протекающей по Ханюю и его пригородам на расстоянии 163 км. Кроме р. Красной на территории города протекают и другие речки: Дай, Дуонг, Кало, Толик, Кимгьгу, Ньюе. В Ханое также расположено много небольших озёр: Западное Озеро (500 га) [3], Тханьчи, Баймау, Хоанкьем, Чукбак, Тхуле и т.д.

Ханой расположен в области с субэкваториальным муссонным климатом. В году здесь здесь два сезона – летний дождливый период муссонов, с мая по ноябрь, и зимний сухой период – с ноября по март. Зимний сезон характеризуется прохладной и сухой погодой со средней температурой 18,6°C. В январе и феврале встречается самая низкая температура года (5-7°C). Летний сезон отличается жаркой и дождливой погодой со средней температурой 29,5°C (иногда поднимается до 36-40°C в июне и июле). Дождевые осадки в дождливом сезоне занимают 80-90% общих годовых осадков. В последние годы, средние годовые осадки составляют 1660 мм.

В разрезе четвертичных отложений выделяют пять свит, различающихся по возрасту и генезису (снизу вверх) [2].

Раннеплейстоценовые аллювиальные отложения (свита Лэчи - *allc*), представленные гальками, гравием, с включениями линз песков, супесей или суглинков. Мощность 25 - 30 м.

Средне-позднеплейстоценовые аллювиальные и аллювиально-пролювиальные (свита Ханой - *a,apII-III<sup>1</sup>hm*) отложения, которые сложены гальками, гравием и песками, местами суглинками и супесями, развитыми в верхней части разреза. Мощность 10 - 34 м.

Позднеплейстоценовые аллювиальные, озерные и озерно-болотные отложения (свита Виньфук - *a,l,lbIII<sup>2</sup>vp<sub>1,2,3</sub>*), имеющие определенные закономерности перехода от песков в нижней части разреза к суглинкам и глинам в верхней; местами прослеживаются суглинки с органическими остатками. Мощность 10 - 45 м.

Ранне-среднеголоценовые озерно-болотные, морские и болотные отложения (свита Хайхыннг - *lb,m,bIV<sup>1-2</sup>hh<sub>1,2,3</sub>*); относятся к специфическим слабым водонасыщенным грунтам, представлены суглинками и глинами с органическими остатками в основании разреза, постепенно сменяющимися морскими глинами синего цвета. Мощность 0,5 – 15,0 м.

Позднеголоценовые аллювиальные и аллювиально-озерно-болотные отложения (свита Тхайбинь - *a,albIV<sup>3</sup>tb<sub>1,2</sub>*); имеют широкое распространение и характеризуются постепенным переходом от песков к супесям и суглинкам, местами с включениями органических остатков. Мощность 20 - 35 м.

Большая часть территории г. Ханой расположена в рифтовой зоне реки Красной. В этой зоне имеются активные разломы; перемещения отдельных крупных тектонических блоков составляют до 8 мм в год. Только в XX веке зафиксировано 144 землетрясения, в том числе два сильных землетрясения около 7 - 8 баллов [1].

По возрасту, генезису, составу и состоянию породы территории Ханоя могут быть разделены на 26 слоев [2], сверху донизу следующим образом:

техногенные отложения, tH – насыпные и намывные грунты - пески, суглинки и супеси с примесью отходов.

*aIV<sup>3</sup>tb<sub>2</sub>* – серовато-коричневый, темно-серый, текучий суглинок;

*aIV<sup>3</sup>tb<sub>2</sub>* – коричневый, розовато-коричневый, мягкопластичный суглинок перемежающийся с супесями;

*aIV<sup>3</sup>tb<sub>2</sub>* – серовато-коричневый, слабоуплотненный, мелкий песок;

*albIV<sup>3</sup>tb<sub>1</sub>* – желтовато-коричневая, мягкопластичная-тугопластичная глина;

*albIV<sup>3</sup>tb<sub>1</sub>* – желтовато-коричневый, коричневый, мягкопластичный-тугопластичный суглинок;

*albIV<sup>3</sup>tb<sub>1</sub>* – серовато-коричневый, текучепластичный-текучий суглинок с органическими остатками;

*albIV<sup>3</sup>tb<sub>1</sub>* – серовато-коричневый, мягкопластичный суглинок перемежающийся с супесями или песками;

*albIV<sup>3</sup>tb<sub>1</sub>* – зеленовато-серый, среднеуплотненный, мелкий песок;

*albIV<sup>3</sup>tb<sub>1</sub>* – серовато-коричневый, мягкопластичный суглинок перемежающийся с супесями или песками;

*bIV<sup>1-2</sup>hh<sub>3</sub>* – темно-серый, текучепластичный-текучий суглинок с органическими остатками;

*mIV<sup>1-2</sup>hh<sub>2</sub>* – зеленовато-серая, мягкопластичная-тугопластичная глина;

*lbIV<sup>1-2</sup>hh<sub>1</sub>* – темно-серый, текучий суглинок с органическими остатками, торф;

*lbIII<sup>2</sup>vp<sub>3</sub>* – зеленовато-серая, светло-серая полутвердая - тугопластичная глина;

*lbIII<sup>2</sup>vp<sub>3</sub>* – коричневый, жёлтый, красный, тугопластичный суглинок;

*a,III<sup>2</sup>vp<sub>1,2</sub>* – темно-серый, текучий-текучепластичный суглинок с органическими остатками;

*a,III<sup>2</sup>vp<sub>1,2</sub>* – желтовато-серый, мягкопластичный суглинок с супесями или песками;

*aIII<sup>2</sup>vp<sub>1</sub>* – желтовато-коричневый, желтовато-коричневый, среднеуплотненный, мелкий песок;

*aIII<sup>2</sup>vp<sub>1</sub>* – желтовато-серый, светло-серый, сильноуплотненный, средней крупности песок;

*a, apII-III<sup>1</sup>hm* – серовато-коричневый, мягкопластичный суглинок с органическими остатками;

*a, apII-III<sup>1</sup>hm* – серая, пластичная супесь с гравием;

*a, apII-III<sup>1</sup>hm* – серые, желтовато-серые галечно-гравийные отложения;

*allc* – серая, коричневая, пластичная супесь с гравием и галькой;

*allc* – коричнево-серые, желтовато-серые галечно-гравийные отложения;

*N<sub>2</sub>vb* – коричневый, серый, красновато-коричневый, тугопластичный - полутвердый суглинок;

*N<sub>2</sub>vb* – сильновыветрелый песчаник.

В пределах Ханоя зафиксировано наличие двух поэтажно расположенных водоносных горизонтов [1].

Повсеместное распространение в городе имеет плейстоценовый слабонапорный водоносный горизонт (qr), водовмещающими породами которого являются крупнообломочные образования (галька и гравий), а также

пески свит Ханой и Виньфук, которые рассматриваются и как важный несущий горизонт для свайных фундаментов в городе.

В верхней части разреза современных аллювиальных отложений, представленных водонасыщенными песками, местами с гравием, прослеживается голоценовый водоносный горизонт (qh). На некоторых участках города грунтовые воды загрязнены хозяйственно-бытовыми стоками.

Важное значение для развития ряда экзогенных процессов (затопление территорий, повышение уровня грунтовых вод, эрозия русел и берегов р. Красной, оползневые деформации береговой зоны реки, пльвуны, суффозия, неравномерные осадки сооружений, осадки земной поверхности при водопонижении и др.) имеет не только специфика инженерно-геологических и гидрогеологических условий территории, но также климатических и гидрологических факторов. Кроме того, необходимо учитывать инженерную деятельность в пределах территории города.

#### **Выводы**

Город Ханой находится на территории со сложными инженерно-геологическими условиями, характеризующимися наличием мощной толщи слабых водонасыщенных песчано-глинистых грунтов, развитием широкого спектра опасных экзогенных процессов, а также высокой сейсмичностью; все это важно учитывать при градостроительном планировании на территории Большого Ханоя.

#### **Литература**

1. Нгуен Дык Мань. Инженерно-геологическое обеспечение освоения подземного пространства города Ханоя (Вьетнам – Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Санкт - Петербург, 2010 г. – 20 с.
2. Нгуен Ху Фьонг и др. // Проект "Сбор данных, проверка документов и дополнительные исследования для составления карты районирования слабых грунтов Ханоя"- кодекс ТС-ДТ/06-02-3 – Ханой (Вьетнам), 2002 г. – 234 с.
3. Ханой [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://vi.wikipedia.org/wiki/Ханой>. – 10.03.2011.

### **МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СКОПЛЕНИЯМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПРИУСТЬЕВОЙ ЧАСТИ ДОЛИНЫ Р.ТУАПСЕ**

**А.С. Чепрасова**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

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

На территории г.Туапсе с 1928 года функционирует морской нефтеперевалочный терминал, которым на сегодняшний день управляет предприятие ООО «РН-Туапсенепфтепродукт». За период эксплуатации терминала, в результате утечек нефтепродуктов на территории предприятия в правобережной части долины р.Туапсе сформировалась линза нефтепродуктов, залегающая на поверхности грунтовых вод. В целях ликвидации нефтяного загрязнения разработана и эксплуатируется защитная дренажная система (ЗДС).

Правобережная территория предприятия расположена в приустьевой части долины реки. Русло р.Туапсе прорезает коренные отложения, которые залегают на абсолютных отметках минус 45-40 м. В приустьевой части долины в разрезе аллювиальных отложений выделяются два водоносных горизонта приуроченных к верхнему и нижнему горизонтам галечников первой надпойменной террасы. Водоносные горизонты разделены толщей водоупорных озерно-лиманных глин переменной мощности от 15 - 25 м в центральной и правобережной частях долины до 50 м в её левобережной части. В целом отложения, выполняющие долину р.Туапсе можно схематизировать как пласт-полосу трехслойного строения шириной от 700 м в устьевой части до 500 м в верховьях. В толще аллювиальных отложений верхняя и нижняя части разреза сложены галечниками, разделенными горизонтом водоупорных озерно-лиманных глин. В районе автострады (ул. Сочинская), пересекающей долину реки Туапсе в 500 м от восточной оконечности правобережной части нефтебазы, происходит выклинивание глин и долина реки приобретает однослойное строение, представленное единой гравийно-галечниковой толщей.

Первый от поверхности водоносный горизонт, на изучаемой территории сложен гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным, песчано-глинистым или глинистым заполнителем и развит до глубин 10-23 м. С поверхности гравийно-галечниковые отложения перекрыты насыпным грунтом (валуны, щебень, галечник, строительный мусор, песок, суглинок), мощность которых достигает 3-4 м. Гравийно-галечниковые отложения подстилаются озерно-лиманными глинами, выполняющими роль водоупора. Уровень подземных вод находится на глубинах порядка 4,5-5 м от поверхности земли. Гравийно-галечниковые отложения характеризуются плановой и профильной неоднородностью. По мере приближения к береговой зоне возрастает глинистость разреза. В прибрежной части отмечена размытость пойменных отложений, зачастую они замещаются озерно-лиманными осадками.

В исследуемой части района современное русло реки является искусственным. При расширении городской черты в двадцатые годы оно было перенесено примерно на двести метров к востоку. По свидетельству старожилов, ранее река протекала в районе железнодорожного вокзала параллельно современному положению русла. В западной части территории предприятия расположен центр долины. Здесь наблюдается её наиболее углубленная часть, фиксируется максимальная мощность гравийно-галечниковых отложений (до 15-20 м) и выделяется наиболее водообильная зона. По результатам буровых работ в прибрежной зоне построена карта положения подошвы верхнего водоносного горизонта в гравийно-галечниковых отложениях (кровля озерно-



лиманных глин), которая использована при разработке численной модели области фильтрации. Положение подошвы водовмещающих пород во многом предопределяет структуру и своеобразие фильтрационного потока подземных вод.

Профильная неоднородность водоносного горизонта по данным бурения и гамма-каротажа по некоторым скважинам режимной сети наблюдательных скважин выражается в существовании в верхней части разреза гравийно-галечниковых отложений с глинистым заполнителем. Коэффициенты фильтрации верхней части разреза (развитой до глубины 1-3 м) составляют величины порядка 1-2 м/сут. Коэффициент фильтрации гравийно-галечниковых отложений, залегающих ниже, находится в пределах 20-60 м/сут. По данным опытных откачек и наливов водопроводимость верхнего водоносного горизонта составляет 620 м<sup>2</sup>/сут (куст скважин № 261Д), 520-690 м<sup>2</sup>/сут (куст скважин № 4э), 1000 м<sup>2</sup>/сут (скв. № 32ц), 600-680 м<sup>2</sup>/сут (скв. №№ 30он, 31он). В целом водопроводимость во многом определяется мощностью гравийно-галечниковых отложений. В местах большей мощности она увеличивается (скв. № 32ц), там, где мощность уменьшается, водопроводимость понижается (скв. № 14он). Для участка работ, захватывающего территорию от Сочинского шоссе до берега моря, характерна плановая изменчивость водопроводимости, обусловленная уменьшением глубины залегания кровли водоупорных глин. Регионально фильтрационный поток подземных вод ориентирован вдоль долины по направлению к морскому побережью.

В 1994г сооруженная вдоль правого берега реки противофильтрационная завеса (ПФЗ) привела к некоторому изменению гидрогеологических условий. В северной части предприятия (ориентировочно на участке между скважинами №№ 13он и 26он) озерно-лиманские глины врезаются «языками» в гравийно-галечниковые отложения, так что тело завесы (глубина её заложения составляет минус 2,6 м) сочленяется с глинами. Это приводит к подпору подземных вод, что в сочетании с повышенным инфильтрационным питанием выражается в наличие купола растекания подземных вод, центр которого приурочен к линии скважин №№ 14он, 4е, 4э, 9он. В северной части поток подземных вод частично направлен вдоль ПФЗ в сторону скважины № 8э, а большая его часть поступает к скважинам №№ 15он, 2э. На значительном протяжении завеса несовершенна и перекрывает только верхнюю часть геологического разреза, что не задерживает подземный поток, который разгружается в реку на участке, находящемся в створе от скважины № 15он до скважины № 8он. На направление потока в значительной мере влияют эксплуатационные откачки воды, особенно в периоды низкого стояния подземных вод. Водоносный горизонт получает питание за счет атмосферных осадков, которые на застроенных участках существенно (в несколько раз) усиливаются утечками из водонесущих коммуникаций

Защитная дренажная система включает шесть эксплуатационных и пять нагнетательных скважин. Четыре эксплуатационные скважины (№№ 259Д, 2Э, 5Э, 6Э) предназначены для постоянного водопонижения. Две скважины (№№ 3Э, 8Э) резервные, предназначены для кратковременной работы (до месяца) при необходимости блокирования выходов нефтепродуктов в случае их проскоков в обход основных скважин ЗДС. Эксплуатационные скважины оборудованы двумя видами насосов для раздельной откачки грунтовых вод и нефтепродуктов. Водяные насосы работают в постоянном режиме и создают депрессионную воронку в потоке подземных вод. Насосы для откачки нефтепродуктов включаются в работу периодически по мере роста мощности линзы. Дренажные воды подлежат обратной закачке в водоносный горизонт. Вода, отбираемая из эксплуатационных скважин по системе трубопроводов, без изменения ее качества возвращается в пласт. Для этого используется в два узла нагнетательных скважин в западной (№№ 1Ц, 5 Ц) и в северной (№№ 32 Ц, 32 Ц /1, 32 Ц /2) частях территории предприятия.

В целях повышения эффективности работы ЗДС, детального анализа гидрогеологической обстановки и возможности оперативно корректировать режим работы скважин предложено применение современных технологий обработки результатов режимных наблюдений и выдачи прогнозных решений. Разработана структура электронной базы данных по режиму подземных вод и линзы нефтепродуктов для оперативной оценки текущего изменения гидрогеологических условий, внедрена постоянно действующая математическая модель линзы нефтепродуктов.

Для исследования уровня режима подземных вод в естественных и нарушенных условиях нами использованы традиционные приемы обработки исходной информации, представленной в табличной форме. Наглядность материалов режимных наблюдений обеспечена предварительной обработкой, которая заключалась в проверке исходных данных на корректность ввода, пересчётах отметок уровней, некоторой сортировке данных и построении хронологических графиков. Весь объем обработки выполнен стандартными средствами электронных таблиц EXCEL программного комплекса MS OFFICE.

В силу различной степени изученности гидрогеологических условий и степени развития режимной наблюдательной сети, вся имеющаяся информация объединена в несколько основных информационных блоков (базы данных) с различными локальными задачами. Исходные разобъединённые файлы данных режимных наблюдений объединены в три отдельных базы данных с рабочими названиями: БД\_режим.xls, БД\_Э.xls, Режим\_1\_2007\_2008.xls. Использование информации в формате электронной базы данных расширяет оперативность подготовки материалов для разнообразных отчётов. Массив дат замеров уровней позволяет извлекать из базы данных информацию о положении водонефтяного контакта (ВНК) и мощности нефтепродукта на любую выбранную дату для наглядного представления её в виде графиков и карт изолиний глубин залегания уровней подземных вод и нефтепродуктов.

Для анализа уровня режима подземных вод по отдельным скважинам предлагается воспользоваться стандартной возможностью построения диаграмм в среде электронных таблиц. Для этого целесообразно использовать график в виде «точечной» диаграммы в сочетании с фильтрацией данных по ключевому полю «№скв». В этом случае появляется возможность оперативно анализировать временные изменения каждого из

показателей для любой режимной скважины (изменения глубины залегания уровня нефтепродуктов, изменения глубины залегания водонефтяного контакта, мощности нефтепродуктов, абсолютных отметок уровня подземных вод, напоров и т.д.).

Предложенная технология работы с базами данных по режимным наблюдениям использована нами при разработке численной модели области фильтрации в части задания граничных и начальных условий решения прогнозных задач.

Для компьютерной реализации численной модели использована среда программного комплекса GMS (Groundwater Modeling System) являющегося признанным стандартом в моделировании фильтрации подземных вод. Процесс моделирования гидрогеологических условий предложено разделить на три относительно самостоятельных этапа в соответствии с фундаментальными принципами численного моделирования [1].

На первом этапе выполняется стационарное решение, которое требует меньшего объема исходных данных и используется на этапе калибровки модели. В этом случае в решении не используются емкостные параметры водовмещающих пород, определяющие скорости перераспределения напоров в области фильтрации.

В результате стационарного решения на численной модели области фильтрации воспроизведены начальные условия – получено распределение напорной поверхности подземных вод в естественных условиях без учета работы возмущающих скважин. Цель решения геофильтрационной задачи в стационарной постановке – получить на численной модели распределение напоров подземных вод, отвечающее естественному их положению в области фильтрации. В процессе отладки модели выполнена серия численных экспериментов, по результатам которых внесены корректировки в параметры модели с таким расчетом, чтобы добиться наилучшего совпадения реальных и модельных напоров в контрольных точках конечно-разностной сетки.

На втором этапе геофильтрационная задача решается в стационарной постановке с учетом осредненных характеристик работы возмущающих скважин. Решение выполняется в функции напоров, учитывающих только мощность безнапорного водоносного горизонта. Работа нефтяных насосов при этом не учитывается.

На третьем этапе решается нестационарная задача о фильтрации нефтепродуктов под влиянием их откачки. В качестве начальных условий используются результаты решения геофильтрационной задачи второго этапа. Модельное распределение уровня поверхности подземных вод принимается за условную водоупорную подошву фильтрующей толщи, содержащей нефтепродукты. Фильтрационные параметры проницаемых разностей горных пород изменяются с учетом усредненных значений плотности и вязкости нефтепродуктов. На основе обновленных данных решается прогнозная задача об изменении мощности нефтепродуктов при их откачке.

Результаты численного моделирования используются для оперативного прогноза поведения линзы нефтепродуктов под влиянием работы нефтяных насосов на периоды продолжительностью до десяти суток.

#### Литература

1. Ломакин Е.А., Мироненко В.А., Шестаков В.М. Численное моделирование геофильтрации. М.: Недра, 1988.

### ПРОГНОЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р.ТОМИ

**А.А. Эль Шинави, В.Ю. Жабин**

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

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

Физические свойства грунтов являются важнейшим предметом инженерно-геологических исследований и необходимы как для общей инженерно-геологической характеристики территории строительства, так и для прогнозирования прочности и деформируемости массивов грунтов, в том числе слагающих основания инженерных сооружений. В районе нижнего течения р. Томи уже проходили детальные исследования грунтов [1, 2] и если территория г. Томска и прилегающие районы изучены довольно подробно с инженерно-геологических позиций, то малонаселенные районы области исследуются только под строительство определенных объектов. Поэтому, целью данной работы является изучение состава и характеристик физических свойств грунтов неосвоенных районов нижнего течения р. Томи, выявление специфических грунтов и прогноз возможности развития инженерно-геологических процессов, таких как пучение, просадка, набухание. Знание показателей физических свойств позволит на начальных этапах изысканий прогнозировать механические свойства, используемые в расчетах проектировщиков, по таблицам нормативных документов в зависимости от физических характеристик.

Для решения поставленных задач проводилось опробование неглубоких скважин, шурфов и обнажений на наиболее интересных, с инженерно-геологической точки зрения участках, в основном, на территориях проявления экзогенных процессов. Были определены: гранулометрический состав песчаных грунтов, плотность ( $\rho$ ), плотность твердых частиц ( $\rho_s$ ), плотность скелета ( $\rho_d$ ), влажность ( $w$ ), влажность на пределе раскатывания и текучести ( $w_L$  и  $w_p$ ) глинистых грунтов, рассчитан коэффициент пористости ( $e$ ). Для торфов были определены такие показатели как зольность ( $D_{az}$ ), ботанический состав и степень разложения ( $D_{ap}$ ).

Лабораторные работы проводились на основе действующих методик определения характеристик состава и физических свойств грунтов [4-8]. Выявление специфических грунтов на исследуемой территории велось при помощи СП 11–105–97 [9] по значениям влажности, коэффициентов пористости и плотности скелета. Относительная деформация пучения глинистых грунтов  $\varepsilon_f$  определялась по значениям параметра  $R_f$  и эти

значения можно использовать для расчетов сооружений III уровня ответственности.

Механические свойства торфяных грунтов оценивались по таблицам [11, 12], определение прочностных и деформационных характеристик песков и глинистых грунтов проводилось по таблицам СП 50–101–2004 [1].

Исследуемая территория включает северную часть Обь-Томского и западную часть Томь-Чулымского междуречья. Верхняя часть разреза представлена различными стратиграфо-генетическими комплексами пород четвертичной системы. Условия их залегания, распространения, состав, состояние зависят от возраста и генезиса и в целом, создают довольно разнородную картину. Опробование производилось в 32 точках исследуемой территории, всего было отобрано 146 образцов грунта из отложений четвертичного возраста: из пойменных отложений (aIV), озерно-болотных отложений (bIV), аллювиальных отложений второй надпойменной террасы (a<sup>2</sup>III), а также из отложений пайдугинской (alI–IIIpd), федосовской (laI–II fd) и смирновской (laE–I smr) свит.

Озерно-болотные отложения (vIV) представлены, главным образом, торфяными грунтами всех типов, малозольными, степень разложения различная, в основном торфа среднеразложившиеся, сфагновые торфа чаще слабонеразложившиеся. Все образцы торфа относятся к очень влажным и избыточно влажным, следовательно, по прочности они относятся ко 2 и 3 строительным типам [11].

К специфическим особенностям торфяных грунтов данной территории относятся: высокая пористость и влажность; малая прочность и большая сжимаемость; высокая гидрофильность. Эти особенности позволяют оценивать рассматриваемые грунты, как малопримгодные для строительства.

Аллювиальные отложения пойм (aIV) представлены в основном глинистыми грунтами. Супеси по показателю текучести твердые, грунты относятся по показателю  $R_f$  к слабопучинистым и практически непучинистым. Суглинки по показателю текучести твердые, туго-, мягкопластичные и текучие; по показателю  $R_f$  относятся к слабо- и среднепучинистым до глубины 2,5 м, и сильнопучинистым на глубинах более 2,5 м.

Верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы (a<sup>2</sup>III) сложены песчаными и глинистыми грунтами. По показателю  $R_f$  грунты являются слабопучинистыми до глубины 1,0 м, на глубинах более 1,0 м грунты относятся к среднепучинистым, и даже к сильнопучинистым. Предварительный прогноз характеристик механических свойств показал что, глинистые отложения второй надпойменной террасы имеют модуль деформации – 250 кПа, угол внутреннего трения равен – 23°, а сцепление – 34 кПа.

Средне-верхнечетвертичные отложения пайдугинской свиты (alI–IIIpd) представлены песчаными грунтами, средней крупности, плотность скелета грунта составляет 1,33–1,51 г/см<sup>3</sup>; по коэффициенту водонасыщения грунты являются в малой степени водонасыщенными ( $S_r=28,5–39,2$ , среднее значение – 34,2). Согласно ГОСТ 25100–95 [8], по показателям:  $e$  и  $\rho_d$  грунты являются рыхлыми, и в таком состоянии они неблагоприятны для строительства.

Таблица

Характеристики физических свойств грунтов

Стратиграфо-генетический комплекс пород	Название грунта	Влажность $w, \%$	Влажность на пределе текучести $w_L, \%$	Влажность на пределе раскатывания $w_p, \%$	Плотность $\rho, \text{г/см}^3$	Плотность твердых частиц $\rho_s, \text{г/см}^3$
Озерно-болотные отложения (vIV)	Торф	$\frac{8,66}{5,88 \dots 19,45}$	н/о	н/о	-	$\frac{1,57}{1,23 \dots 1,89}$
Аллювиальные отложения поймы (aIV)	Супеси	$\frac{18,20}{13,4 \dots 22,50}$	$\frac{27,62}{26,62 \dots 28,62}$	$\frac{21,15}{19,90 \dots 22,15}$	-	$\frac{2,60}{2,53 \dots 2,73}$
	Суглинки	$\frac{27,60}{20,90 \dots 31,60}$	$\frac{31,60}{30,57 \dots 34,85}$	$\frac{22,2}{20,80 \dots 23,37}$	-	$\frac{2,63}{2,53 \dots 2,71}$
Верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы (a <sup>2</sup> III)	Пески	$\frac{6,03 \dots 38,0}{27,2}$	н/о	н/о	-	$\frac{2,53 \dots 2,69}{2,48 \dots 2,64}$
	Супеси	$\frac{27,2}{20,10 \dots 32,80}$	$\frac{32,4}{28,5 \dots 35,40}$	$\frac{28,11}{23,31 \dots 32,82}$	-	$\frac{2,56}{2,48 \dots 2,64}$
	Суглинки	$\frac{27,8}{19,10 \dots 31,90}$	$\frac{36,53}{35,04 \dots 39,48}$	$\frac{26,50}{24,56 \dots 28,68}$	-	$\frac{2,56}{2,48 \dots 2,64}$
Средне-верхнечетвертичные отложения пайдугинской свиты (alI–IIIpd)	Пески	$\frac{27,8}{12,2 \dots 39,0}$	н/о	н/о	$\frac{1,55}{1,41 \dots 1,69}$	$\frac{2,61}{2,52 \dots 2,67}$
Нижне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения федосовской свиты (laI–II fd)	Пески	$\frac{7,13}{2,0 \dots 21,3}$	н/о	н/о	$\frac{1,58}{1,22 \dots 1,93}$	$\frac{2,60}{2,53 \dots 2,65}$
	Суглинки	$\frac{12,3}{9,36 \dots 16,4}$	$\frac{33,29}{30,51 \dots 38,10}$	$\frac{24,04}{23,19 \dots 25,42}$	$\frac{1,38}{1,15 \dots 1,76}$	$\frac{2,57}{2,53 \dots 2,69}$
Эоплейстоцен-нижнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения смирновской свиты (laE–I smr)	Суглинки	$\frac{25,8}{24,2 \dots 25,90}$	$\frac{26,60}{26,57 \dots 27,62}$	$\frac{17,90}{17,56 \dots 19,25}$	$\frac{1,70}{1,66 \dots 1,74}$	$\frac{2,4}{2,29 \dots 2,46}$

Примечания: н/о – показатель для данного грунта не определяется, «-» характеристика не была определена.

Нижне-среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения федосовской свиты (*laI-IIfd*) представлены песчаными и глинистыми отложениями. Коэффициент пористости для них изменяется в диапазоне от 0,66 до 1,12 д. ед. По значениям  $e$  и  $\rho_b$  грунты находятся в рыхлом состоянии и состоянии средней плотности и, следовательно, неблагоприятны для строительства. По показателю  $R_f$  суглинки относятся к слабо- и среднепучинистым. При дополнительной нагрузке глинистые грунты в полученных интервалах значений влажности и коэффициентах пористости могут давать просадку. Величина свободного набухания  $\varepsilon_{sw}$  составляет от 0,02 до 0,08 д. ед., т. е. глинистые грунты будут слабонабухающими.

Эоплейстоцен-нижнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения смирновской свиты (*laE-IIsmr*) представлены суглинками текучепластичными. При дополнительной нагрузке глинистые грунты при полученных значениях влажности и коэффициентах пористости 0,8–0,9 д. ед. могут давать просадку. По интервалам значений плотности скелета и влажности (таблица) грунты не являются набухающими.

Все образцы глинистых грунтов были исследованы на склонность к свободному набуханию согласно методике [13]. Результаты исследований показали, что средние величины свободного набухания для отложений поймы изменяются от 36,67 до 40,0 %, для глинистых отложений второй надпойменной террасы составляют 26,67–40,0 %, для отложений федосовской свиты значение величины свободного набухания составляет 26,67–73,33 %, отложения смирновской свиты имеют среднюю величину свободного набухания 70 %.

Результаты проведенных исследований позволили дополнить новыми данными ранее проведенные работы, оценить состав и физические свойства грунтов территории нижнего течения р. Томи, выявили ряд особенностей исследованных грунтов, которые делают их неблагоприятными при использовании в качестве оснований сооружений. Анализ полученных данных показал, что к пучению склонны все глинистые грунты, к набуханию-усадке и просадке отложения федосовской и смирновской свит, пески пайдугинской свиты относятся к рыхлым разновидностям, торфяные отложения характеризуются высокой влажностью и деформируемостью под нагрузками, низкой прочностью и являются труднопроходимыми для техники. Эти особенности позволяют оценить их как грунты специфические, что требует более детальных исследований при проведении изысканий, дополнительных расчетов при проектировании и соответствующих мероприятий при строительстве сооружений.

#### Литература

1. Альшанский А.М., Альшанская Н.Г. и др. ГЭИК с гидрогеологическим и инженерно-геологическим доизучением листа 0-45-XXXI масштаба 1:200000. Отчет южного отряда. Кн.1. ОФ. ОАО «Томскгеомониторинг». Томск, 1997. – 274 с.
2. Егоров Б.А., Скогорев А.И. и др. Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов по территории г.Томска с целью обоснования проведения картографирования масштаба 1:25000. Отчет, ОФ. ОАО «Томскгеомониторинг». Томск, 2001. – 274с.
3. СП 50–101–2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
4. ГОСТ 12536–79 Методы лабораторного определения гранулометрического и микроагрегатного состава.
5. ГОСТ 28245–89 Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения.
6. ГОСТ 30416–96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
7. ГОСТ 5180–84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
8. ГОСТ 25100–95 Грунты. Классификация.
9. СП 11–105–97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов.
10. ВСН 29–85. Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах М.: Минсельстрой 1985. – 28 с.
11. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах 2003 г.
12. Амарян Л.С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. – М.: Недра, 1990. – 220 с.
13. Египетский кодекс механики грунтов и фундаментов в разработке и реализации № 202. 2001 г. Научно-исследовательский центр для жилищного строительства
14. ГОСТ 24143–80 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки.

## Секция 5

# ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

## ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АВ<sub>1</sub> ГОРИЗОНТА СОВЕТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.Ю. Балтрушайтите

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

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

Советское нефтяное месторождение находится в пределах Нижневартовского нефтегазоносного района, выделяемого в восточной части Среднеобской нефтеносной области. Это крупное многопластовое месторождение было открыто в 1962 г., а введено в разработку в 1966 году [1].

К изменению гидрогеохимических условий в пластах приводят следующие факторы: закачка вод в нефтяные пласты, отличных по составу от пластовых; объем и состав технологических растворов; наложенные вторичные геохимические процессы; перераспределение солей внутри залежи; появление геохимических барьеров и т.д. [2,3,4,7].

Цель данной работы - раскрыть закономерности изменения химического состава подземных вод нефтегазоносных отложений Советского месторождения (пласт АВ<sub>1</sub>), их взаимодействие с породами, вторичное техногенное минералообразование.

Расчёты по изучению равновесий подземных вод с карбонатными и алюмосиликатными минералами проводились на основе данных о составе пластовых вод и термобарических условиях нефтегазоносных отложений Советского нефтяного месторождения; детально был рассмотрен горизонт АВ<sub>1</sub>, как наиболее продуктивный.

Воды алымской свиты (представляющие наибольший интерес для автора в данной работе) по классификации С. А. Щукарева слабосоленые хлоридные натриевые; воды остальных комплексов также хлоридные натриевые; минерализация меняется от 20 г/л в верхнем мелу до 23,3 г/л – в нижнем. Юрский и палеозойские комплексы имеют минерализацию в пределах 30 г/л.

За время разработки месторождения в составе закачиваемых вод заметно возросло содержание кальция, натрия и хлор-иона, минерализация так же увеличилась с 15,1 до 20,1 г/л, что может способствовать созданию благоприятных условий для синтеза вторичных минералов из раствора.

Подземные воды Советского нефтяного месторождения хлоридные натриевые с минерализацией 20,1-29,0 г/дм<sup>3</sup>. Наибольшие концентрации среди катионов отмечаются у натрия – 52,8-90,3 экв.%, затем у кальция – от 14,4 до 51,9 экв.%. В анионной части преобладающую роль занимает хлор. Также наблюдается резкое скачкообразное обогащение вод Са, Mg, Na (на глубине 1800 м) и увеличение содержания этих компонентов (на глубине 2100 м), что может указывать на близость водоупоров. Накопление в водах катионов щелочных элементов, хлор-иона, кремниевой кислоты связано с процессом растворения горных пород, с которыми взаимодействуют воды [6].

Присутствие гидрокарбонат-иона, аммоний-иона, нафтеновых кислот в природных водах связано с метаморфизацией рассеянного органического вещества и локализацией в разрезе залежей углеводородов. Наибольшие концентрации брома выявлены в водах верхнеюрского комплекса. Обычно его количества возрастают с увеличением глубины залегания водоносных горизонтов; следовательно – с ростом степени гидрогеологической закрытости недр [5]. Содержание йода в значительной степени зависит от гидрогеологической обстановки в регионе. Воды с высоким (более 10 мг/дм<sup>3</sup>) содержанием йода встречаются в районах, где сохранились преимущественно седиментогенные воды и подчинённое положение занимают воды инфильтрационного генезиса [5]. В разрезе нефтегазоносных отложений Советского месторождения наибольшие концентрации йода (11-12,9 мг/дм<sup>3</sup>) характерны для подземных вод верхнемелового комплекса.

Линейные зависимости Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> и минерализации согласуются (по статистике) с тенденцией накопления данных компонентов с глубиной. Более сложный характер распределения обнаружен при построении зависимостей содержаний Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> от минерализации. Не поддаются установлению каких-либо закономерностей содержания HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и минерализации. Это связано с избирательным накоплением данных компонентов, на что может влиять обогащённость осадочных пород рассеянным органическим веществом, а также локализация в разрезе отложений морского происхождения.

Благодаря достаточно высоким температурам в рассматриваемых комплексах и непрерывному накоплению ионов Ca<sup>2+</sup> и HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> за счёт растворения пород и преобразования органических веществ, создаются благоприятные условия для синтеза кальцита, сидерита и доломита из раствора. Поэтому практически все подземные воды Советского месторождения в пластовых условиях равновесны с кальцитом, доломитом и сидеритом.

Проведённые детальные термодинамические расчёты, положение точек составов подземных вод на диаграммах минеральных равновесий для верхнемеловых, нижнемеловых и верхнеюрских отложений показали, что подземные воды равновесны с комплексом вторичных алюмосиликатов (рис.). Эти результаты подтверждают, что в данной гидрогеохимической обстановке глубокопогружённые комплексы горных пород при растворении являются важным источником компонентов подземных вод, которые при насыщении формируют глинистые и карбонатные минералы. Различные содержания катионов (K, Na, Mg) в составе подземных вод, равновесных с алюмосиликатными минералами, являются следствием количественных и качественных вариаций

вхождения катионогенных элементов в кристаллическую структуру глинистых и слюдяных минералов, а также связаны с ионно-обменными свойствами глин.

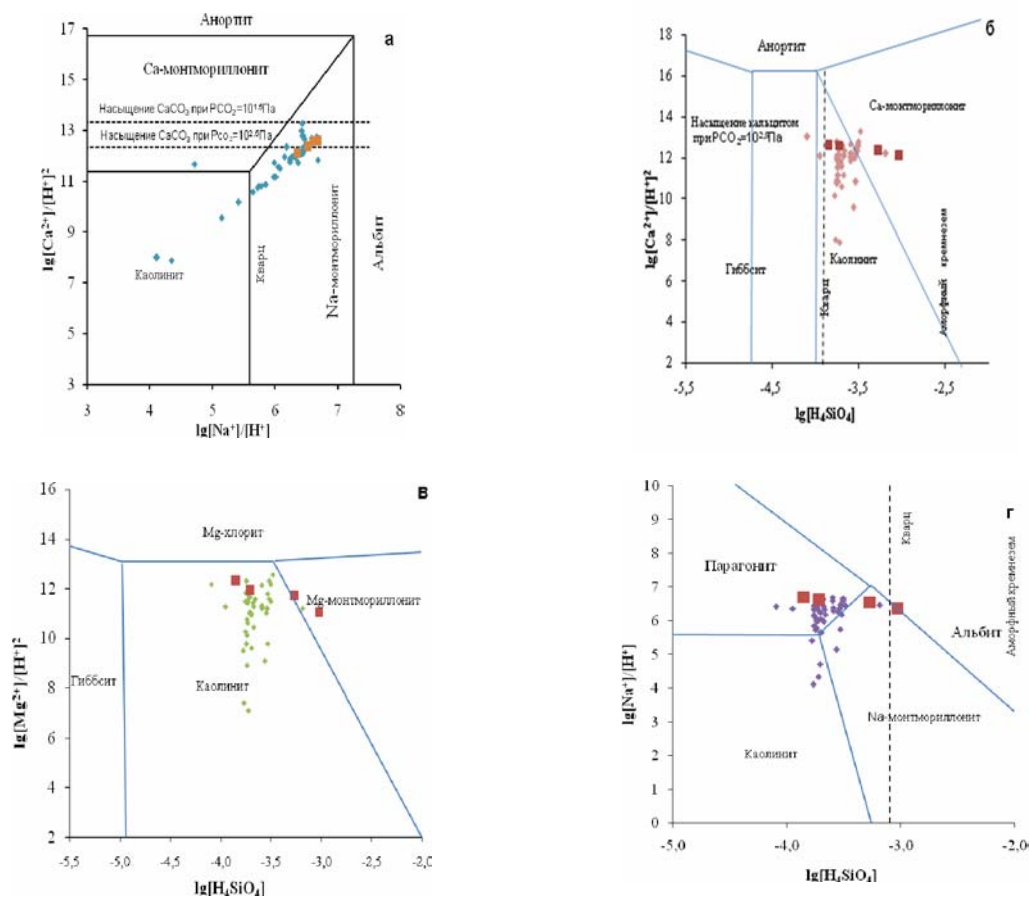


Рис. Диаграммы равновесия в системе вода–алюмосиликаты при 25°C с нанесением данных по составу подземных вод Советского месторождения: (а) – система  $H_2O-HCl-Al_2O_3-CaO-Na_2O-CO_2-SiO_2$ ; (б) – система  $H_2O-HCl-CaO-CO_2-SiO_2-Al_2O_3$ ; (в) – система  $H_2O-HCl-MgO-CO_2-SiO_2-Al_2O_3$ ; (г) –  $H_2O-HCl-Na_2O-CO_2-SiO_2-Al_2O_3$

С глубиной увеличивается время нахождения воды в горных породах, что приводит к увеличению солёности как инфильтрационных, так и седиментационных вод. Положение точек составов подземных вод на диаграммах минеральных равновесий показало, что подземные воды равновесны с комплексом вторичных алюмосиликатов. То есть в условиях глубокопогружённых горизонтов осадочного бассейна процессы в системе «вода-порода» направлены на инконгруэнтное растворение неустойчивых в данной гидрогеохимической обстановке первичных алюмосиликатов и синтез устойчивых вторичных карбонатных и алюмосиликатных минералов из раствора. Богатые залежи углеводородов в апт-альб-сеноманских и верхнеюрских отложениях, а также наличие верхнеюрских нефтегазоматеринских пород являются главными факторами скачкообразного увеличения в подземных водах содержания гидрокарбонат-иона и обогащения подземных вод такими компонентами как аммоний, бор, углекислый газ, углеводородные газы, различные органические кислоты, бром, йод и др.

#### Литература

1. Алексеев С. И. Советское месторождение. Авторский надзор за разработкой месторождений ОАО «Томскнефть» ВНК за 2007 год, 96 стр.
2. Багаудинов А. К., Барков С. Л., Балевиц Г. К. и др. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России. Издание в 2 т. Под ред. В. Е. Гавуры. – М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – Т.2. – 352 с.
3. Гаджи-Касумов А. С., Карцев А. А. Нефтегазопромысловая геохимия. - М., «Недра», 1984. 152 с.
4. Гидрогеохимическая зональность и нефтегазоносность / Академия Наук СССР, Научный совет по проблемам геологии и геохимии нефти и газа, Под ред. Е. А. Барс, М. И. Зайдельсона, Э. М. Пуркиной. – М.: Наука, 1988. – 144 с. : ил.
5. Карцев А.А., Никаноров А.М. Нефтегазопромысловая гидрогеология. - М.: Недра, 1983. - 199с.
6. Конторович А.Э. Геология нефти и газа Западной Сибири. - М: Недра, 1975. – 680 с.
7. Назаров А. Д. Нефтегазовая гидрогеохимия юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. – М.: Идея-Пресс, 2004. – 288 с.

## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНЫЙ ОБЪЕКТ НА ПРИМЕРЕ Р.КИСЛОВКА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ю.А. Батозская

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

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

Оценка фактического и допустимого антропогенного воздействия на реки является актуальной проблемой, от решения которой во многом зависит социально-экологическое развитие регионов РФ. В данной работе эта проблема рассматривается на примере реки Кисловки – левого притока р. Томи, водосбор которой расположен в Томском районе Томской области и соответственно с границами питания Томского месторождения подземных вод, используемых для водоснабжения г. Томска. В тоже время, р. Кисловка – приемник сточных вод из станции обезжелезивания Томского водозабора подземных вод (ТПВЗ).

Целью работы является анализ фактического состояния реки Кисловки, моделирование распространения сточных вод и оценка допустимого воздействия, связанного со сбросом сточных вод станции обезжелезивания Томского водозабора подземных вод. Методика исследования включает в себя следующие этапы: 1) анализ деятельности предприятия; 2) анализ природного объекта; 3) расчет расходов водного объекта; 4) моделирование распространения загрязняющих веществ в воде р.Кисловка по методу В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера; 5) расчет дополнительной концентрации загрязняющих веществ в сточных водах и в природном объекте согласно [1].

ТПВЗ существует с 1972 года; общий объем сточных вод, поступающий со станции обезжелезивания в р. Кисловка в 2009 году- 25024,4 м<sup>3</sup>. Общая длина р. Кисловки – 49 км Питание реки смешанное - за счёт талых и дождевых вод. Первые ледовые явления на реке появляются в начале октября. Вскрытие реки весной происходит в конце апреля – начале мая. Средние значения элементов в сточной воде и фоновые концентрации в природной воде представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

*Результаты химического анализа изучаемых вод, мг/л*

Природная вода		Сточная вода	
Элемент	Значение	Элемент	Значение
взвеш.в-ва	13,217	взвеш.в-ва	60,3
Cl <sup>-</sup>	14,114	Cl <sup>-</sup>	12,7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	9,246	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,47
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,860	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,93
NH <sub>4</sub>	1,019	NH <sub>4</sub>	0,628
PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup>	0,079	PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup>	0,275
Fe <sub>общ</sub>	4,283	Fe <sub>общ</sub>	18,2
Mn <sup>2+</sup>	197,118	Mn <sup>2+</sup>	0,198
Cu <sup>2+</sup>	5,395	Cu <sup>2+</sup>	0,006
Zn <sup>2+</sup>	11,360	Zn <sup>2+</sup>	0,0108
Pb <sup>2+</sup>	3,326	Pb <sup>2+</sup>	0,0028
ХПК	18,953	ХПК	14,298
БПК5	2,555	БПК5	3,118
Нефт-ты	0,245	Нефт-ты	0,09
Фенолы	0,0014	Фенолы	0,0015
СПАВ	0,038	СПАВ	0,0145

Данные гидрологических наблюдений на реки Кисловка отсутствуют. Поэтому в работе была использована методика определения расчетов при отсутствии данных наблюдений согласно [СП 33-101-2003]. Расчетная формула  $Q_{p\%}$  имеет следующий вид:

$$Q_{p\%} = b(F \pm F_1)^m \delta_1 \delta_2 \lambda_{p\%} \text{ м}^3/\text{с};$$

Параметры формулы имеют следующий вид:  $b = 1.95 \times 10^{-3}$ ;  $F = 298 \text{ км}^2$ ;  $F_1 = 1 \text{ км}^2$ ;  $m = 0.98$ ;  $\delta_1 = 0.99$ ;  $\delta_2 = 0.99$ ;  $\lambda_{p\%} = 0.63$ .

$$Q_{p\%} = 1.95 \times 10^{-3} (298 \pm 1)^{0.98} \times 0.99 \times 0.99 \times 0.63 = 0.32 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким образом расчетный минимальный расход составляет 0,32 м<sup>3</sup>/с. Глубина, ширина реки приняты по результату анализа изучаемой территории и картам и равны следующим значениям – ширина равна 2,9 м, глубина – 0,12 м.

Моделирование распространения загрязняющих веществ в воде р.Кисловка по методу В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера [2]

Значения коэффициента смешения рассчитывается по следующей формуле

$$\gamma = \frac{1 - e^{(-\alpha \sqrt[3]{L_\phi})}}{1 + \frac{Q}{q_{\text{н0}}} e^{(-\alpha \sqrt[3]{L_\phi})}}$$

где  $L_\phi$  – расстояние от выпуска до контрольного створа по фарватеру, м.;  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока,  $Q$  – расход речной воды,  $q$  – расход сточных вод.

Расчеты производились с изменением расстояния от выпуска сточных вод, начиная от 100 м и заканчивая 500 м. В результате получаем значения коэффициента смешения – табл. 2, 3.

Таблица 2

Результаты расчета коэффициента смешения и кратности разбавления в зависимости от расстояния для зимней межени

L, м	$\gamma$	n0
100	0,77	4,14
200	0,88	4,59
300	0,93	4,78
400	0,95	4,88
500	□,96	4,94

Таблица 3

Результаты расчета коэффициента смешения и кратности разбавления в зависимости от расстояния для весеннего половодья

L, м	$\gamma$	n0
100	0,01	17,72
200	0,02	37,08
300	0,04	61,79
400	0,05	92,14
500	0,08	128,21

В результате полученных вычислений сделан вывод о том, что с увеличением расстояния от места выпуска сточных вод, у нас увеличивается значение коэффициента смешения и кратность разбавления. Далее производим расчет концентрации вещества в контрольном створе, для этого воспользуемся следующей формулой[4]

$$C_x = \frac{C_\phi Q_\phi \gamma + \dot{N}_{\text{н0}} q_{\text{н0}}}{Q_\phi \gamma + q_{\text{н0}}} e^{(-k_c t)}$$

где  $C_x$  – концентрация вещества в контрольном створе исследуемого водного объекта. Величина  $k_c$  в общем случае зависит от температуры водной среды и может быть определена по данным наблюдений или по специальным таблицам с учетом температуры воды. В данной работе мы использовали специальные таблицы, а так же производили расчеты вручную для тех элементов, которые не были указаны в таблице. Расчет производился по следующей формуле:

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_i}{C_e}$$

где  $\tau$  – время добега воды между створами, ч,  $C_n$  – начальная концентрация вещества,  $C_k$  – конечная концентрация вещества.

$C_{\text{ст}}$  и  $Q_{\text{ст}}$  – концентрация вещества в сточных водах и их расход,  $C_\phi$  и  $Q_\phi$  – концентрация вещества в воде и расход воды до поступления бокового притока или сточных вод,  $\gamma$  – коэффициент смешения, характеризующий долю расхода воды в реке, которая смешивается со сточными водами (водами притока). Результаты расчета представлены в табл. 4, 5.

Таблица 4

Расчет концентрации вещества в контрольном створе для зимней межени

L, м	Сх, мг/л															
	NH4	Cu	БПК5	СПАВ	Фенолы	Zn	ХПК	нефтепр-ы	Fe	взвеш.в-ва	Cl'	NO3'	NO2'	PO4'''	Mn	Pb
100	0,93	0,24	2,67	0,03	0,001	0,01	17,93	0,21	7,29	23,39	13,81	7,97	0,88	0,12	0,20	0,003
200	0,93	0,23	2,66	0,03	0,001	0,01	17,92	0,21	7,28	23,39	13,81	7,95	0,88	0,12	0,20	0,003
300	0,93	0,23	2,65	0,03	0,001	0,01	17,91	0,21	7,28	23,39	13,81	7,92	0,88	0,12	0,20	0,003
400	0,92	0,23	2,65	0,03	0,001	0,01	17,89	0,21	7,27	23,39	13,81	7,90	0,88	0,12	0,20	0,003
500	0,92	0,23	2,64	0,03	0,001	0,01	17,88	0,21	7,27	23,39	13,81	7,87	0,88	0,12	0,20	0,003
ПДКр-х	0,39	0,001	3	0,5	0,001	0,01	15	0,05	0,1	6,75	300	40	0,08	0,2	0,01	0,006
Сф	1,019	0,0054	2,555	0,038	0,0014	0,011	18,953	0,245	4,283	13,217	14,114	9,246	0,86	0,079	0,197	0,0033



Таблица 5

Расчет концентрации вещества в контрольном створе для весеннего половодья

L, м	Сх, мг/л															
	NH <sub>4</sub>	Cu	БПК5	СПАВ	Фенолы	Zn	ХПК	нефтепр-ы	Fe	взвеш.в-ва	Cl'	NO <sub>3</sub> '	NO <sub>2</sub> '	PO <sub>4</sub> ''''	Mn	Pb
100	1,01	0,03	2,56	0,04	0,001	0,01	18,82	0,24	4,62	14,37	14,08	9,08	0,86	0,08	0,20	0,003
200	1,00	0,03	2,55	0,04	0,001	0,01	18,81	0,24	4,62	14,37	14,08	9,05	0,86	0,08	0,20	0,003
300	1,00	0,03	2,55	0,04	0,001	0,01	18,80	0,24	4,62	14,37	14,08	9,02	0,86	0,08	0,20	0,003
400	1,00	0,03	2,54	0,04	0,001	0,01	18,78	0,24	4,61	14,37	14,08	8,99	0,86	0,08	0,20	0,003
500	0,99	0,03	2,53	0,04	0,001	0,01	18,77	0,24	4,61	14,37	14,08	8,96	0,86	0,08	0,20	0,003
ПДКр-х	0,39	0,001	3	0,5	0,001	0,01	15	0,05	0,1	6,75	300	40	0,08	0,2	0,01	0,006
Сф	1,019	0,005	2,555	0,038	0,0014	0,011	18,95	0,245	4,28	13,217	14,11	9,25	0,86	0,079	0,197	0,003

Таким образом, в результате выполнения исследований показано, что, во-первых, состояние вод р. Кисловки в зимний период можно охарактеризовать как неудовлетворительное, вследствие несоответствия содержания NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Fe<sub>общ</sub>, Mn<sup>2+</sup> установленным предельно допустимым значениям. В весенний период содержание некоторых веществ уменьшаются, (Cu<sup>2+</sup>, БПК, фенол). В тоже время возрастают значения ХПК, концентрации нефтепродуктов, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, СПАВ, Zn<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, что свидетельствует о преобладающем их поступлении в речную сеть с поверхностным стоком. Во-вторых, влияние сброса сточных вод станции обезжелезивания ТПВЗ слабо сказывается на содержании в воде р. Кисловки NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, фенолов, нефтепродуктов, взвешенных веществ, СПАВ, Cl', NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>. Значения БПК и ХПК, нефтепродуктов, Fe<sub>общ</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> последовательно уменьшается по мере удаления водных масс от выпуска сточных вод, что свидетельствует как о влиянии сбросов на качество вод, так и на наличие процессов самоочищения в водном потоке. В целом качество вод р. Кисловки и весной и зимой остается не удовлетворительным.

## Литература

1. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водный объект для водопользователей. М.: МПР России. 2007г.
2. Савичев О.Г., Кузеванов К.И., Хвощевская А.А. Янковский В.В. Методы расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты суши. Часть 1. Томск. Изд-во ТПУ, 2008. 99с.
3. Савичев О.Г., Шварцев С.Л. Качество речных вод и проблемы управления водопользованием в бассейне реки Томи // Вычислительные технологии. – Т. 11, ч. 2. – 2006.
4. СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

### ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД АПТ-АЛЬБ-СЕНОМАНСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ СЕВЕРА СУРГУТСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

О.А. Боровкова

Научный руководитель доцент И.Н. Безуглая-Анненкова

ООО Научно-исследовательская фирма «РосНедра», г. Тюмень, Россия

В основу работы положены химические анализы проб воды апт-альб-сеноманского водоносного комплекса по месторождениям ТПП «Когалымнефтегаз» Сургутского нефтегазоносного района. Месторождения эксплуатируются более 20 лет, воды апт-альб-сеноманского водоносного комплекса (ААС ВК) используются для водоснабжения системы поддержания пластового давления (ППД). Были выбраны наиболее крупные месторождения с большим водоотбором. Период отбора проб с непосредственным участием автора составил с 2001 по 2009 год.

Для построения графиков были выбраны такие показатели, как рН, общая жесткость и минерализация подземных вод (рис. 1, 2, 3).

По графику видно, что подземные воды восточной части региона отличаются повышенным значением рН (7,1-7,9). Воды от нейтральных до слабощелочных. Наблюдается тенденция к увеличению показателя на изучаемой территории (кроме центральной части).

Общая жесткость изменяется в широких пределах – от 10 до 63 мг-экв/л. При таком большом разбросе значений наблюдается относительная стабильность изменения данного показателя, за исключением скачков в центральной части.

По графику изменения минерализации можно сказать, что здесь наблюдается тенденция к увеличению данного показателя во всех частях изучаемого района. Максимальное значение достигает 24 г/л.

Таким образом, хочется отметить, что химический состав в любом случае претерпевает изменения вследствие эксплуатации месторождений. Но эти изменения не являются критичными, то есть в целом показатели состава подземных вод не превышают тех предельных значений, которые предъявляет ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».

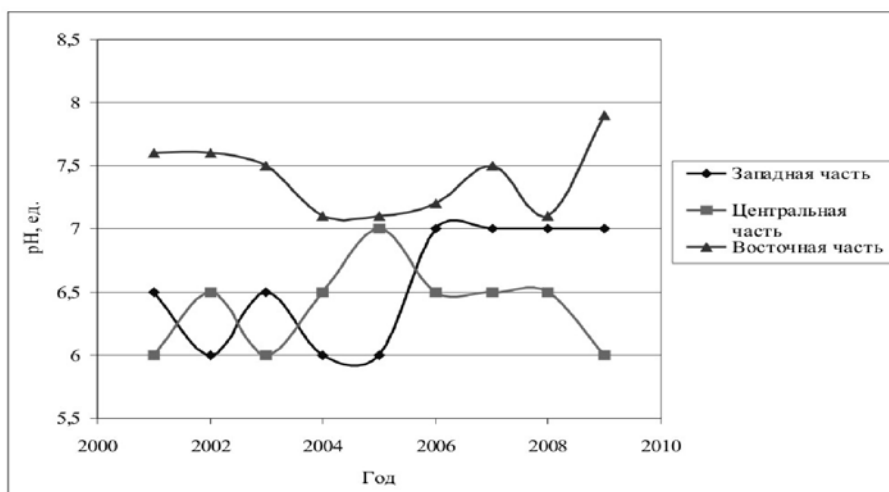


Рис. 1. Изменение pH подземных вод ААС ВК по месторождениям Сургутского нефтегазоносного района с 2001 по 2009 год

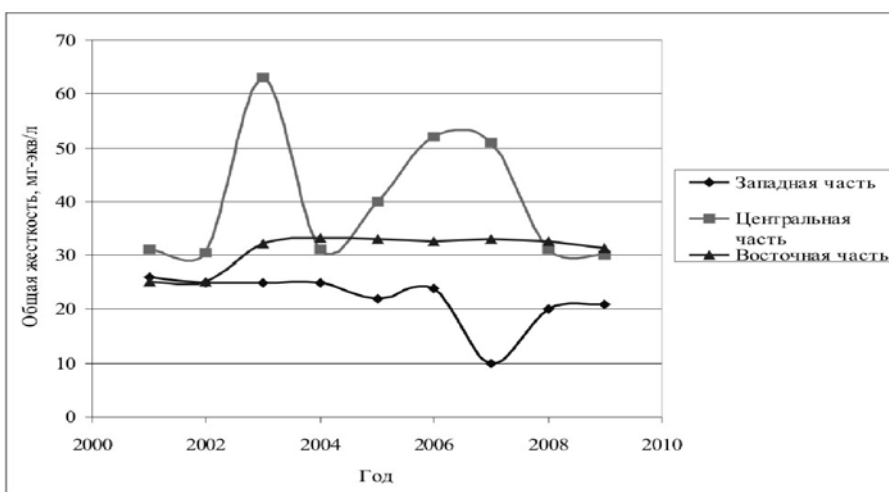


Рис. 2. Изменение общей жесткости подземных вод ААС ВК по месторождениям Сургутского нефтегазоносного района с 2001 по 2009 год

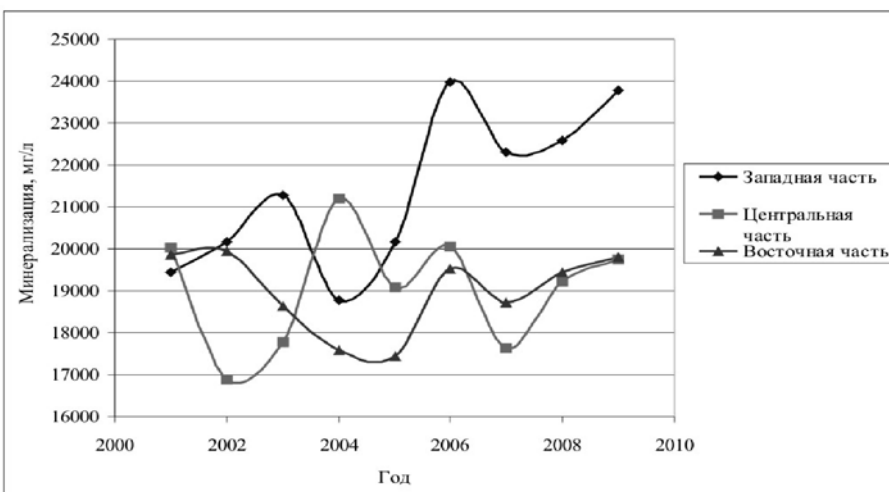


Рис. 3. Изменение минерализации подземных вод ААС ВК по месторождениям Сургутского нефтегазоносного района с 2001 по 2009 год

## Литература

1. С.С. Бондаренко, Г.С. Вартанян. Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод. М: Недра, 1986г. 479 с.
2. В.А. Кирюхин, А.И. Коротков, С.Л. Шварцев. Гидрогеохимия: Учебник для вузов. М: Недра, 1993г. – 384 с.
3. ОСТ 39-225-88. «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».

**ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СУЛЬФАТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОДАХ В ПРОЦЕССЕ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
РОССЫПНОГО ЗОЛОТА БАСЕЙНА Р. ЛЕБЕДЬ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ**

**А.А. Винокурова**

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

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

Горный Алтай – один из немногих уникальных природных регионов России, сохранивший облик экосистем. Поверхностные воды Республики Алтай являются основным источником формирования и питания главных водных объектов Горного Алтая – рек Катунь и Бия, которые при слиянии образуют р. Обь – крупнейшую артерию Западной Сибири.

На территории Республики Алтай насчитывается 13933 реки различного порядка, густота речной сети в пределах республики составляет 1-2 км/км<sup>2</sup>. Антропогенное влияние на водные объекты и водоохранные зоны неуклонно растет, что, в основном, связано с использованием их в рекреационных целях. Гидросеть менее комфортных для отдыха районов традиционной золотодобычи последние 10 лет также испытывает резкое повышение техногенного влияния. В Республике Алтай россыпные месторождения золота сосредоточены в бассейне р. Лебедь – правого притока р. Бия [3].

Государственный мониторинг поверхностных водных объектов (ГМПВО) на территории Республики Алтай в настоящее время осуществляет Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [1]. На основных водотоках золотоносных районов отсутствуют государственные пункты гидрохимических наблюдений. Контроль над качеством поверхностных вод в районах традиционной золотодобычи сводится к локальному мониторингу на разрозненных участках мелких рек и ручьев, в пределах контуров, определенных лицензиями на недропользование.

Экологическим проблемам, связанным с изменением качества поверхностных вод при добыче россыпного золота, уделяется недостаточно внимания. Простота гравитационного обогащения золота без применения реагентов и коагулянтов создает ложное представление об отсутствии заметного влияния на состав вод. Мониторинг качественного состояния вод в районах золотодобычи сводится к контролю над загрязнением водотоков взвешенными веществами и нефтепродуктами, и не рассматриваются геохимические изменения, связанные с преобразованием минералов, сопутствующих золотому оруденению.

При изучении рудных отвалов достоверно установлено, что особенно сильное влияние на состояние экологической среды оказывают процессы окисления и растворения сульфидов, приводящих к образованию легко растворимых сульфатов. Сульфаты металлов (железо, медь и др.), являющиеся неустойчивыми соединениями, усиливают кислотные свойства вод и соответственно процессы окисления [5].

При анализе и обобщении материалов по химическому составу поверхностных вод на участках золотодобычи Республики Алтай решались 2 задачи. Первая задача предусматривала оценку состояния водных объектов на фоновых территориях, вне современного техногенного влияния. Вторая задача – оценка влияния золотодобычи на состояние водных объектов по пяти гидрохимическим показателям – взвешенные вещества, сухой остаток, рН, содержание сульфатов и ртути. В данной работе проанализированы поведение двух компонентов – сульфатов и ртути.

В 2003 году Территориальный центр "Алтайгеомониторинг" рассчитал и впервые опубликовал среднестатистический гидрохимический состав природных вод в пределах водных объектов, в том числе по золотоносным рекам Лебедь и Сия с привлечением созданной ими базы данных, включающей более 700 анализов водных проб [3]. При формировании базы данных были использованы фондовые материалы, опубликованные в геологических и геоэкологических отчетах, данные мониторинга геологической среды за 1999-2003гг., а также информация ЦСЭН по Республике Алтай за 1987-2003гг.

По р. Лебедь получены следующие усредненные фоновые показатели вод: состав - гидрокарбонатный кальциевый, минерализация 0,069 г/дм<sup>3</sup>, жесткость 0,72 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Фоновый состав воды в р. Сия гидрокарбонатный натриево-кальциевый, минерализация 0,193 г/дм<sup>3</sup>, жесткость 1,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Микроэлементный состав водных объектов анализировался ТЦ "Алтайгеомониторинг", по материалам, полученным в период наблюдений 1999-2004гг. База данных включает около 100 анализов водных проб из водных объектов и стоков [4].

В водных объектах республики по содержанию микроэлементов выявлена природно-техногенная гидрохимическая ассоциация компонентов, близких, либо превышающих ПДК. К ним относятся алюминий, железо, марганец и ртуть. Присутствие ртути в природных водах, как правило, обусловлено в большей степени не природным фоном водных объектов, а техногенным загрязнением последних [6].

ТЦ «Алтайгеомониторинг» в период 2003-2004г. проанализировал изменение состава вод при создании на водотоке искусственных водоемов. Гидрохимическое опробования (16 проб) показало стабильное ухудшение водной среды в водоемах по отношению к водотокам по следующим показателям:

12. химическое потребление кислорода (ХПК);
13. количество растворенного кислорода в воде;
14. азотсодержащие вещества – нитриты и аммоний;
15. микроэлементы – железо, алюминий, марганец, цинк.

Практически повсеместно при переходе от водотока к пруду увеличивается содержание катионов натрия и калия, анионов сульфатов [4].

Разработка россыпей на мелких реках и ручьях бассейнов р. Лебедь, ведется периодически на протяжении 150 лет. В 2010г. на территории Республики Алтай разрабатывались либо готовилось к разработке 14 россыпей на мелких реках, из которых 10 расположены в бассейне р. Лебедь [2].

В настоящее время эксплуатируются открытые еще в XIX веке россыпные месторождения, в различной степени пораженные отработками прошлых лет с амальгамным способом извлечения мелкого золота с применением ртути. На участках частично отработанных (техногенных) россыпей ртуть накапливается в почвах, донных отложениях, растениях. По материалам ТЦ "Алтайгеомониторинг", полученным в период наблюдений 1999-2003гг. поверхностные воды на участках с золотодобычи имеют повышение ртути до 0,5-0,9 ПДК [4].

Локальный мониторинг состояния объектов с 1999 г. проводят пользователи месторождениями россыпного золота по программам горно-экологического мониторинга, разработанным в рамках действия лицензий на недропользование и программам мониторинга водных объектов к договорам на водопользование. Гидрохимическое опробование ведется в течение добычного сезона (апрель-октябрь) 1 раз в квартал в створах расположенных в 500м выше и ниже участка разработки. В данной работе был произведен сравнительный анализ гидрохимического состава поверхностных вод водотока на фоновом участке (выше полигона), в построенных отстойниках и ниже участка золотодобычи. Исследование проводилось по нескольким притокам р. Лебедь: р. Чугуна с притоком р. Чулта, р. Каурчак с притоком р. Андоба и р. Сия. Первичные материалы предоставлены ОАО «Прииск Алтайский» (р. Андоба, р. Каурчак), ОАО «Артель старателей «Горизонт»» (р. Сия), ЗАО «Надежда» (р. Чугуна) и ООО «Вера» (р. Чулта).

Усредненные данные за весь период наблюдений (от 3 до 20 лет) по пунктам гидрохимического опробования на 5 участках золотодобычи в бассейне р. Лебедь, приведены в таблице. Анализ данных показал ухудшение качества вод в результате техногенного влияния, выраженное в заметном увеличении сульфатов в 2,4 раза при разработке россыпей на реках Чулта, Чугуна и Сия методом раздельной добычи золотосодержащих песков с применением промывочных приборов. Менее заметно влияние при дражной отработке на реках Андоба и Каурчак – увеличение сульфатов в 1,6 раза. В результате исследований был построен график, наглядно отражающий увеличение сульфатов в водах золотоносных районов в процессе разработки россыпей открытым способом (Рис.).

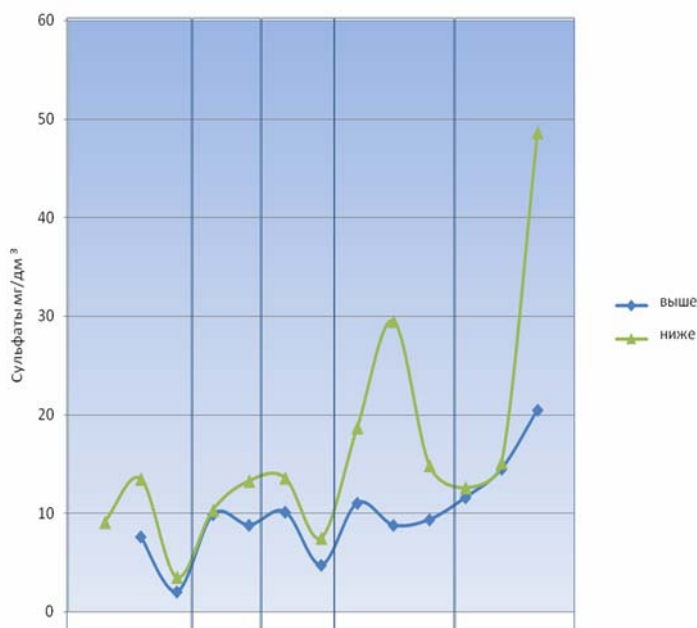


Рис. Изменение содержания сульфатов в водотоках бассейна р. Лебедь при разработке россыпного золота

В процессе исследований было выявлено, что поверхностные воды на участках золотодобычи в 4 пробах имеют повышение ртути до  $0,02002 \text{ мг/дм}^3$ . Применяемые в лабораториях аналитические методы с порогом чувствительности менее  $0,0004 \text{ мг/дм}^3$  не позволяют дать объективную оценку качества поверхностных вод при повторной промывке частично отработанных месторождений россыпного золота, зараженных технической ртутью в процессе извлечения золота методом амальгамирования.

Таблица

Наименование водного объекта	лаборатория	количество проб	период наблюдений	Определяемый компонент и место опробования относительно участка золотодобычи											
				Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>			Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>			рН			Ртуть, мг/дм <sup>3</sup>		
				выше	участок золотодобычи	ниже	выше	участок золотодобычи	ниже	выше	участок золотодобычи	ниже	выше	участок золотодобычи	ниже
р. Чулта	ГА ЦСЭН	2	1999		8,2	9,1	44	46	48	6,8	6,3	6,8			
	РНИХЭЛ	6	2001-2003	7,63		13,5	183,2	264,3	193,5	7,2	7,5	6,8	0,0002	0,0011	0,00042
р. Чугуна	ЗИЦ	10	2007-2010	2,04		3,52	67		69,70	7,3		7,4	<0,0001		0,0001
	ЛЦРА	10	2009-2010	9,89		10,32	91,03		97,25	6,74		6,8	0,00003		0,00004
р. Андоба	РНИХЭЛ	6	2001-2003	8,81	22,01	13,28	173,6	247	219,6	7,2	7,9	7,4			
	ЦСЭН	8	2007-2009	10,14	19,9	13,6	76,50		126,5	6,6	6	6,5	0,02002		0,02002
р. Каурчак	ГА ЦСЭН	6	1989, 2001	4,75		7,5	102,5		19						
	ГАГУ	4	2003	11,04		18,7	119,5		125,03	6,4		7,2			
	ЛЦРА	8	2004-2005	8,8		29,5	109,9		158,7	8,62		8,44			
	ЦСЭН	6	2007-2009	9,36	12,48	14,87	79,5	145,95	104,9	6,6		6,6	0,02002		0,02002
р. Сня	ЦСЭН	4	2000-2001	11,6		12,6				8,2	7,9	7,7			
	РНИХЭЛ	4	2002-2003	14,5	15,8	15,15	274	386	283	7,25	7,33	7,3	0,0001	0,0004	0,0003
	ГАГУ	2	2004	20,48	51,2	48,64	131	212,8	188	7,28	7,5	7,31			

*Состав поверхностных вод на участках разработки россытного золота в бассейне р. Лебедь*

Примечание: ГА ЦСЭН - лаборатория Горно-Алтайского Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора,  
 ГАГУ – лаборатория Горно-Алтайского государственного университета,  
 ЗИЦ – лаборатория ОАО «Западно-Сибирского испытательного центра»,  
 ЛЦРА – лабораторный центр Республики Алтай,  
 РНИХЭЛ – республиканская научно-исследовательская химико-экологическая лаборатория,  
 ЦСЭН – лаборатория Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Разработка россыпного золота на территории Республики Алтай ведется карьерным и дражным способами. Технологический процесс извлечения золота связан с промывкой больших объемов рыхлых пород и соответственно с образованием колоссального количества взвеси. Применяется схема оборотного водоснабжения. Вся использованная в технологическом процессе вода выводится в отстойники, осветляется и вновь подается на то же производство. Долина реки после отработки россыпи представляет собой гирлянду отстойников, разделенных дамбами, с размещенными вдоль берегов отвалами вскрышных (торфа) и промытых (гали, эфеля) пород. Установлено, что качество поверхностных вод в искусственных водоемах значительно ухудшается по ряду показателей (табл.), в том числе, происходит повышение содержания сульфатов [4]. В отстойниках, где мощность иловых осадков достигает 2 м, в донных отложениях возможно накопление тяжелых металлов и, прежде всего, техногенной ртути, «ловушки» которой вскрываются при повторной разработке нижних горизонтов техногенных россыпей. В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Для ведения полноценного мониторинга качественного состояния вод в районах золотобычи необходимо применение высокоточных анализов для выявления техногенных гидрохимических аномалий ртuti. Особое внимание следует уделить участкам разработки техногенных россыпей и дополнительно исследовать иловые осадки отстойников и донные отложения водотоков на ртуть.

При выявлении значительного повышения содержания сульфатов в водотоках ниже участков разработки россыпей не желательно проводить рекультивацию по водохозяйственному направлению. Спуск осветленной воды из отстойников после полной отработки месторождения сократит негативное влияние золотодобычи на водные объекты.

#### Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Алтай в 2008г. – Горно-Алтайск, 2008. – 192 с.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Алтай в 2009г. – Горно-Алтайск, 2009. – 203 с.
3. Информационный бюллетень о состоянии водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Республики Алтай в 2003г. – Горно-Алтайск, 2003. – 243 с.
4. Информационный бюллетень о состоянии водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Республики Алтай в 2004г. – Горно-Алтайск, 2004. – 232 с.
5. Скурлатов Ю.И. Введение в экологическую химию. – М.: «Высшая школа», 1994. – 400 с.
6. Сотников В.И. Влияние рудных месторождений и их отработки на окружающую среду // Известия вузов Сибири серия «Науки о Земле». – Новосибирск, 1997. – № 5. – С. 62 – 65.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «СИБИРЬ» (Г. ТОМСК)

**С.В. Гриков**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

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

В настоящее время в районах промышленных зон городов особенно актуально решение проблемы устойчивого и экологически безопасного снабжения предприятий пищевой промышленности водой необходимого качества при наличии альтернативных и запасных вариантов. Это важно как для производителей, нуждающихся в необходимых количествах воды надлежащего качества, так и для потребителей производимой продукции.

Цель данной работы - изучение различных вариантов снабжения предприятия ОАО «Сибирь» водой надлежащего количества и качества.

Материалами исследований послужили данные о химическом составе вод, используемых на предприятии, полученные во время прохождения производственной практики в лаборатории ОАО «Сибирь», результаты предыдущих работ [1,2] и собственные исследования.

Открытое акционерное общество «Сибирь» находится в районе северной промышленной зоны Томска на территории, ранее принадлежавшей лесоперерабатывающему комбинату. Специфика данного предприятия заключается в исключительной водоемкости производства, причем при этом требуется вода не техническая, с низкими показателями качества, а именно вода питьевого назначения. Основной продукт, производимый на предприятии – водка нескольких марок. Логично, что 59,9% продукции завода составляет именно вода.

Возможны несколько вариантов водоснабжения предприятия – поверхностные воды реки Томь, подземные воды Томского водозабора и вода собственной скважины.

Водозабор из Томи вполне возможен, так как предприятие располагается в незначительном удалении от реки (около 500 метров), но недостаточное качество воды данного водотока (состояние реки оценивается как «умеренно загрязненная» [7]) потребует столь ресурсоемкой очистки, что итоговая себестоимость продукции предприятия будет несопоставимой со средней стоимостью конечного продукта. Кроме этого, выше по течению в 500 метрах происходит сброс стоков Томского мясокомбината, да и общее качество воды реки в створе ниже города значительно ухудшается. Не зря водозабор для питьевого водоснабжения из реки, который перестал функционировать в 70х годах, был построен выше города по течению. Следовательно, вариант использования поверхностных вод для хозяйственно-питьевых целей нельзя считать удовлетворительным в связи с уже существующим загрязнением Томи и полной незащищенностью от потенциальных катастроф.

Водоносные горизонты (комплексы), позволяющие вести водозабор в черте города, представлены в свою очередь двумя системами.

- Водоносный горизонт в четвертичных отложениях аQ3-4 (водоносные горизонты типа «верховодки», низких террас, высоких террас). В пределах города данный горизонт эксплуатируется в виде частного использования с помощью одиночных колодцев ввиду его доступности – глубина залегания составляет от 0 до 25 метров, хотя качество воды не всегда удовлетворительное.
- Водоносный комплекс Томского месторождения в палеогеновых отложениях лагерьносадкюрковско-новомихайловской свиты. Данный комплекс повсеместно используется в пределах города в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Среднесуточный расход Томского водозабора превышает 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут, причем для водоснабжения города дополнительно эксплуатируются Академическое, Северо-Восточное и Черемошкинское месторождения.

Рассматриваемое предприятие также эксплуатирует данный комплекс с помощью собственной скважины. Проведенные после бурения и введения в эксплуатацию в 1998 году анализы показали, что вода в данной скважине не соответствует нормативам качества питьевой воды по содержанию железа, общей жесткости, что характерно для данного водоносного комплекса. Предприятие ОАО «Сибирь» полностью отказалось от системы центрального водоснабжения, поскольку вода централизованного водоснабжения при качественной очистке «доходит» до потребителя с худшими показателями и дополнительными примесями, что является результатом ее хлорирования из-за неудовлетворительного состояния систем водоснабжения города.

Существующая схема водоснабжения на предприятии представляется следующим образом: скважина (глубина 75 метров, эксплуатируемый комплекс P3nm-P2jr) – станция предварительной очистки – система умягчения и тонкой очистки – накопительные емкости – цех купажирования. Вода, прошедшая стадию предварительной очистки, соответствует нормативам качества для хозяйственно-питьевого водоснабжения и используется на заводе в хозяйственно-питьевом водоснабжении, а также для промыва тары. Но стоит отметить, что к воде, используемой при изготовлении водок, предъявляются более строгие требования по составу и содержанию некоторых элементов [4,6], которые в свою очередь значительно влияют на вкусовые и внешние характеристики продукта. Поэтому в систему водоснабжения производства включена еще и установка тонкой очистки и умягчения. Стоит отметить, что жесткая регламентация состава воды, используемой для приготовления водки, не всегда играет положительную роль. Есть факты, когда получали более качественный продукт при использовании воды, не удовлетворяющей требованиям современных норм, в частности [6], чем с водой, соответствующей регламентам и нормам.

Водоснабжение из четвертичного водоносного горизонта нецелесообразно ввиду непостоянства состава вод, его незащищенности от загрязнения с поверхности и чрезмерно малых дебитов, имеющих значительную амплитуду колебаний в зависимости от времени года (дебит горизонта существенно колеблется: от 0,07 до 6,94 л/сек, и не позволяет использовать горизонт в промышленных масштабах). Особенно весомым аргументом против эксплуатации четвертичного водоносного горизонта является его незащищенность от загрязнений с поверхности, вертикальных и горизонтальных фильтрационных потоков. Объясняется это расположением предприятия. Во-первых, на данный момент в радиусе 1 км от предприятия действует значительное количество «грязных» производств: две автозаправки, авторазбор, пункт приема вторсырья и др. Это говорит о возможности загрязнения недостаточно защищенных подземных вод, таких как воды четвертичного водоносного горизонта. При рассмотрении же гидрогеологического разреза легко убедиться, что палеогеновый водоносный комплекс защищен от загрязнений подобных предприятий с поверхности слоем водоупорных глин. Во-вторых, на данной территории во второй половине 20 века располагался лесоперерабатывающий комбинат; в небольшом отдалении (около 1 км) функционировал шпалопропиточный завод, который действует до сих пор. В 70-х годах прошлого века в районе завода фиксировались загрязнения вод не только данного горизонта, но и комплекса P3nm-P2jr креозотом, используемым для пропитки шпал. Объясняется это тем, что отработанный креозот на шпалопропиточном заводе сливали в озеро на территории данного предприятия. Слой глинистых донных отложений озера не справлялся с объемами загрязнения. При обнаружении загрязнения подземных вод слив отходов прекратили, озеро и пропитанные креозотом донные отложения ликвидировали. Следы фенола в водах палеогенового комплекса были отмечены в 1998 году, после ввода скважины ОАО «Сибирь» в эксплуатацию. На данный момент фенолы в воде из данной скважины, прошедшей первичную очистку, не обнаруживаются.

На основании проделанной работы можно сделать вывод, что создание своей системы водоснабжения для предприятия есть мера необходимая, экономически обоснованная, поскольку вода, требуемая для производства качественной продукции [3], жестко регламентирована по составу. Воды эксплуатируемого палеогенового водоносного горизонта защищены от загрязнений, не требуют трудоемкой и затратной очистки. Альтернативным источником, в случае невозможности эксплуатации данного водоносного комплекса, может служить централизованное водоснабжение.

#### Литература

1. Конторович А. Э., Сурков В. С. Геология и полезные ископаемые России. Том 2. Западная Сибирь; Спб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000, 258 с.
2. Лыготин В.А., Макушин Ю.В., Савичев О.Г., Шварцев С.Л. Пресные подземные воды Томской области: ресурсы, качество и использование // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области. Материалы научно-практ. конф. Томск, 26.11.2004. – Новосибир.: ИГНГ СО РАН, 2004, С. 208-209.
3. Позняковский В. М. Экспертиза напитков. М.:2000 г
4. ГОСТ Р 51355-99 «Водки и водки особые. Общие технические условия»

5. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»
6. ТИ 10-04-03-09-88 «Производственный технологический регламент на производство водок и ликеро-водочных изделий»
7. Экологический мониторинг. Состояние окружающей природной среды Томской области в 2007 году / Департамент природных ресурсов и охраны ОС ТО, ОГУ «Облкомприрода» – Томск: Графика, 2008. – 24 с.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В ЗОНЕ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАССИВОВ В ПРЕДЕЛАХ ОБЬ-ЕНИСЕЙСКОЙ РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

**С.Р. Дзязько**

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова

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

В зоне активного водообмена гидрогеологических массивов (Восточный и Западный Саяны, Горный Алтай, Колывань-Томская складчатая зона, Кузнецкий Алатау и др.) в настоящее время обнаружены и изучены несколько месторождений минеральных вод, которые в свою очередь можно разделить на три основные группы: радоновые, кремнистые и содовые углекислые воды (таблица).

Гидрокарбонатные кальциевые радоновые холодные воды в пределах Обь-Енисейского междуречья представлены Шивилигским месторождением Республика Тува; Дикоозерским месторождением, Республика Хакасия; месторождения Колывань-Томской складчатой зоны.

В гидрогеологическом отношении район Шивилигского месторождения [1] находится в пределах Хемчикского адартезианского бассейна Западно-Саянского гидрогеологического массива Саяно-Алтайской складчатой области. Воды данного месторождения ультрапресные радоновые гидрокарбонатные магниевые кальциевые околонефтральные.

Дикоозерское месторождение минеральных радоновых вод расположено на юго-восточном склоне Батеневского кряжа – восточном отроге Кузнецкого Алатау на территории Богградского района Хакасии, в непосредственной близости от небольшого поселка Туманный [2]. Месторождение радоновых вод приурочено к зоне дробления кремнистых и графито-глинистых сланцев усть-кундатской свиты. Воды месторождения слабощелочные, среднерадоновые слабоминерализованные сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые.

В низкогорных районах полузакрытых геологических структур Колывань-Томской складчатой зоны на протяжении 300 км в направлении с севера на юг прослеживаются три основных района радоновых вод [3].

Первый район расположен в районе г. Камня-на-Оби. Он характеризуется слаборадоновым типом подземных вод. По составу вода маломинерализованная гидрокарбонатная натриевая щелочная.

Второй район, в районе г. Новосибирск, характеризуется несколькими разновидностями радоновых подземных вод (от слабо- до высокорудоновых). Вода холодная слабоминерализованная (0,4 г/л) гидрокарбонатная магниевые-кальциевые вода.

Третий район слаборадоновых подземных вод прослеживается в районе г. Томска (Заварзинские родники). Он характеризовался многочисленными выходами напорных вод, приуроченных к зонам разрывных нарушений. В настоящее время они дренированы под влиянием водозабора академгородка г. Томска. Все перечисленные районы располагаются вдоль западной окраины Колывань-Томской герцинской геосинклинальной зоны и приурочены к глубинному разлому, ограничивающему эту структурно-фаціальную зону с запада.

Гидрокарбонатные натриевые азотные кремнистые термальные воды в пределах Обь-Енисейского междуречья представлены Белокурихинским месторождением, Алтайский край; Абаканским горячим ключом, Республика Хакасия; Уш-Белдирским месторождением, Республика Тува.

В пределах северо-западной части Алтае-Саянской складчатой области в зоне сочленения структур Горного Алтая и Бийско-Барнаульской впадины располагается Белокурихинское месторождение термальных (43 оС) слаборадоновых кремнистых фтористых (до 20 мг/л) сульфатно-гидрокарбонатных натриевых щелочных слабоминерализованных вод [4]. У истоков становления санаторно-курортного комплекса «Белокуриха» стоял Кучин Михаил Иванович-первый заведующий кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического университета. Он в своих работах обращает внимание на приуроченность всех в той или иной мере изученных термальных радиоактивных источников к зонам красноватых раздробленных и видоизмененных гранитов, выделяющихся среди основной массы серых гранитов. При этом для всех источников характерно наличие выделяющихся с водой газов, состоящих в основной массе из азота с примесью благородных газов и радиоактивных emanаций. По мнению М.И. Кучина, трещинные воды глубоких участков гранитного массива приобретают радиоактивные свойства и повышенную температуру за счет радиоактивного распада в гранитах.

Абаканский Горячий Ключ расположен в Западном Саяне в верховьях реки Большой Абакан административно территория источника принадлежит Таштыпскому району Республики Хакасия [2]. Район источника располагается в зоне повышенного метаморфизма. В пределах территории источника располагаются нерасчлененные отложения верхнего кембрия-среднего ордовика, представленные в основном гнейсами, контактирующими с типичными гранитами. Новейшие тектонические движения, носившие характер радиальных дислокаций, создали благоприятные гидрогеологические условия для выхода здесь термальных вод (37 оС). Воды данного месторождения относятся к теплым (субтермальным), пресным гидрокарбонатным кальциевые-натриево-магниевым с повышенным содержанием кремнекислоты. По содержанию газов источник относится к азотным.



Таблица

Минеральные воды гидрогеологических массивов Обь-Енисейской речной системы

Группа Минеральных вод	Название источника (местоположение)	Минерализация, г/дм <sup>3</sup>	Ионно-солевой состав, %-экв	Биологически активные компоненты, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика вод
Радоновые	Шивилигское месторождение (Тува)	0,1	$\frac{\text{HCO}_3}{100}$ Ca 63 Mg 37	Rn= 12-38 нКи/л	Ультрапресные радоновые гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, со слабощелочной реакцией
	Дикоозерское месторождение (Хакасия)	0,55 - 0,68	$\frac{\text{HCO}_3}{7}$ (53-74) $\text{SO}_4$ (19-37) Cl (4-7) Ca (51-69) Mg (7-33) Na (15-25)	Rn=13-51 нКи/л	<u>Слабоминерализованные</u> радоновые сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые, со слабощелочной реакцией
	Заварзенские Родники (Томск)	0,1	$\frac{\text{HCO}_3}{84}$ $\frac{\text{SO}_4}{12}$ Ca 72 Mg 28	Rn =12-54 нКи/л	Ультрапресные радоновые гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, с нейтральной реакцией
Кремнистые	Белокурихинское месторождение (Алтайский край)	0,29	$\frac{(\text{HCO}_3 + \text{CO}_3)}{88}$ $\frac{\text{SO}_4}{34}$ F 24 Na (92-94)	Rn =5 нКи/л $\text{H}_2\text{SiO}_3 =56$	Слабоминерализованные кремнистые фтористые слаборадоновые термальные сульфатно-гидрокарбонатные натриевые, с щелочной реакцией среды
	Абаканский горячий ключ (Хакасия)	0,45	$\frac{\text{HCO}_3}{70}$ Cl 20 $\frac{\text{SO}_4}{10}$ Ca 49 (Na + K) 44 Mg 7	$\text{H}_2\text{SiO}_3 =52$	Слабоминерализованные кремнистые хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые термальные, слабощелочной реакцией
	Уш-Белдирское месторождение (Тува)	0,8	$\frac{\text{SO}_4}{56}$ $\frac{(\text{HCO}_3 + \text{CO}_3)}{33}$ Cl 11 (Na+K) 99	$\text{H}_2\text{SiO}_3 =195$	Слабоминерализованные кремнистые гидрокарбонатные натриевые термальные, щелочной реакцией
Углекислые	Терсинское месторождение минеральных вод (Кузбасс)	4,8	$\frac{\text{HCO}_3}{94}$ Na64 Ca23 Mg12	$\text{CO}_2=0,5-2$ $\text{H}_2\text{SiO}_3 =53$	Маломинерализованные углекислые кремнистые гидрокарбонатные натриевые, со слабокислой реакцией
	Чойганское месторождение, (Тува)	2,56	$\frac{\text{HCO}_3}{98}$ Na50 Ca42	Rn=87 нКи/л $\text{CO}_2=0,66$	Маломинерализованные среднерадоновые углекислые гидрокарбонатные кальциевые-натриевые, со слабокислой реакцией

В пределах центральной части Билино-Бусинского грабена Восточно-Тувинского нагорья располагается Уш-Белдирское месторождение термальных вод, которое приурочено к зоне глубинного разлома [2]. Минеральная вода курорта Уш-Белдир является высокотермальной (до 87 оС), азотной щелочной

слабоминерализованной кремнистой. По основному ионному составу сульфатно-гидрокарбонатная натриевая с щелочной реакцией.

Содовые углекислые холодные воды в Обь-Енисейском междуречьи представлены Терсинским месторождением минеральных вод, Кузбасс и месторождением Чойган, Республика Тува.

Терсинское месторождение углекислых минеральных вод, находится в юго-восточной части Кузнецкого бассейна в пределах структур Кузнецкого Алатау, в долине р. Верхняя Терсь. Исследование Терсинской минеральной воды по физико-химическим параметрам показало, что она является холодной малоинерализованной со слабокислой реакцией и слабовосстановительными условиями водной среды. Химический состав вод – гидрокарбонатный кальциево-натриевый. Это месторождение – единственный представитель углекислых вод в Кузнецком Алатау. Содержание свободного CO<sub>2</sub> в воде колеблется в пределах от 0.5 до 2 г/л, достигая по некоторым данным 8 г/л.

Чойганские углекислые термы (Чойганские источники) находятся в пределах Восточных Саян в бассейне р. Аржан-Хеме [1]. Чойганские источники связаны с крупным широтным разломом в докембрийских породах (гнейсы, мраморы, сланцы), прорванных гранитами и диоритами палеозоя. Они среднерадоновые углекислые малоинерализованные гидрокарбонатные кальциево-натриевые нейтральные.

Таким образом, радоновые, кремнистые и углекислые минеральные воды развиты только в условиях активного водообмена в пределах гидрогеологических массивов, что может быть учтено при поисках месторождений минеральных вод в горно-складчатых зонах данного междуречья.

#### Литература

1. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тувинское кн. изд., 1968. – С. 15-59.
2. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Булатов А.А., Кузеванов К.И. Подземные воды республики Хакасия и водоснабжение населения / Под ред. Д.С. Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – С. 28 – 40.
3. Удодов П.А., Паршин П.Н., Левашов Б.М. и др. Гидрогеохимические исследования Колывань-Томской складчатой зоны. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1971.1283. – С. 120-150.
4. Логинов А.А. Особенности формирования ресурсов и режима азотно-кремнистых терм Белокурихинского месторождения. Автореф. дис.канд.геол.-минер.наук.-Томск, 1999. – С. 15-18.

### ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПЛАСТОВЫХ ВОД НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Н.Е. Зибарева**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

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

Промышленная политика Российской Федерации направлена на совершенствование комплексного и рационального использования природных ресурсов и обеспечение экологической безопасности населения.

Томская область – один из ключевых регионов в составе Сибирского Федерального округа (СФО) Российской Федерации. В успешном развитии экономики отдельных регионов и России в целом существенную роль может сыграть комплексное использование минерального сырья [1].

Пластовые воды нефтяных месторождений содержат в повышенных концентрациях ряд компонентов I, Br, Cr, Li, а также в некоторых случаях Au, B, Mg.

Вопрос о добыче химических элементов из вод имеет длительную историю. Впервые магний из морской воды был получен в 1916 г. в Англии. После второй мировой войны в Англии приступили к извлечению калия из морской воды. Еще в первой четверти прошлого столетия было выдано несколько патентов на извлечение золота из морской воды, но большинство из них оказалось либо технически невыполнимыми, либо экономически нерентабельными.

К настоящему времени экономическая целесообразность извлечения из высокоинерализованных вод йода, брома, лития, бора, цезия, рубидия, магния и др. подтверждена многолетней практикой в ряде экономически развитых стран (США, Японии, ФРГ, Италии, Израиле). Масштабы этой добычи в стоимостном выражении достигают нескольких миллиардов долларов в год. В СНГ из подземных вод добываются в промышленных масштабах только йод и бром на общую сумму порядка 25 млн. долларов.

В России также имеется опыт переработки пластовых вод с целью извлечения йода и брома – на Троицком и Пермском химических заводах. При этом, стоит отметить, что йод, бром и магний в России являются остродефицитной продукцией. Потребность в бrome по России сохраняется на уровне 51-52 тыс. тонн в год, в кристаллическом йоде – 3000 тонн в год, в оксиде магния – 700 тыс. тонн в год.

Подавляющее большинство этого количества ввозится из-за рубежа, а мировые цены, сильно поднявшиеся за последнее десятилетие, например, для йода составляют в среднем 18 долл. за кг (в зависимости от чистоты йода).

Мировое производство йода в настоящее время возросло до 15–16 тыс. т в год; здесь лидируют Чили (добывает почти половину этого количества) и Япония. Цены и спрос на йод быстро растут, расширяется сфера применения – главным образом за пределы медицины, хотя и здесь на основе йода разрабатываются новые антибактериальные средства, и медицинское потребление йода, по прогнозам экспертов, будет расти и в перспективе.

В последнее десятилетие в Томской области, как и во всей России, нефтегазовый комплекс (НГК) не только обеспечивает экономику важнейшими энергетическими ресурсами, но и является главным донором бюджета и валютных поступлений. Один из путей повышения рентабельности нефтегазодобычи – комплексное использование природных ресурсов. В частности, воды нефтяных месторождений содержат ряд химических элементов, востребованных в народном хозяйстве [2].

Целью данной статьи является обоснование выбора такого направления развития экономики области, как извлечение ряда компонентов (I, Br, Li и др.) для их реализации, как на внутреннем, так и на мировом рынках.

Полноценное (подробное) экономико-правовое обоснование промышленной политики при использовании ресурсов пластовых вод нефтяных месторождений Томской области возможно только при комплексном изучении всего ряда проблем, связанных с открытием новой отрасли промышленности в Томской области, таких, как:

1) проведение исследований с целью выявления и анализа спроса на данный вид сырья (необходимо также провести статистическую оценку изменения данного спроса);

2) изучение и анализ (исследование данных об изменении процента обводненности нефтяных пластов, данных о концентрациях компонентов в воде);

3) при наличии спроса и предложения – решение вопроса о правовом обеспечении данного вида деятельности (оформление либо лицензии на извлечение компонентов из пластовых вод, попутно извлекаемых с нефтью; либо каких-либо договоров) [5].

4) разработка проекта для обеспечения данного вида деятельности необходимым оборудованием, количеством квалифицированных работников, информационным обеспечением, необходимой транспортной инфраструктурой и ряда других вопросов;

5) решение вопросов финансирования;

6) подписание договоров или соглашений с местными органами самоуправления об освобождении от территориальной доли налогов.

В Томской области большие возможности заключаются в извлечении химических элементов из подземных вод нефтегазоносных отложений. В настоящее время в области из глубоких горизонтов ежегодно извлекается 10-12 млн. тонн нефти и почти в 3 раза больше попутной воды. Это пластовая вода, контактирующая с залежами углеводородов и содержащая в высоких концентрациях йод, бром, стронций, литий, бор и другие ценные для промышленности элементы.

Как известно, по мере разработки нефтяных месторождений количество добываемых вместе с нефтью пластовых вод увеличивается и на конечной стадии разработки может достигать 95-98 %. В этих водах присутствуют большие концентрации полезных элементов. После отделения от нефти вода снова закачивается в недра для поддержания пластового давления. Однако перед закачкой целесообразно извлечение из воды вышеперечисленных элементов с целью их использования в разных отраслях промышленности.

Развитие такого производства будет иметь огромное значение и в будущем. Так, в связи с полным извлечением нефти на некоторых крупных месторождениях можно переориентировать население городов и поселков нефтяников на добычу воды и извлечение из нее элементов. Это предотвратит процесс ликвидации инфраструктуры и увольнения работников в связи с закрытием промыслов.

В условиях изменяющегося экономического уклада России пришло время пересмотреть сложившиеся представления об экономической рентабельности добычи ряда полезных ископаемых. Извлечение компонентов из промышленных вод является одним из наиболее перспективных направлений развития горнорудного комплекса Томской области.

К числу базовых отраслей экономики для Томской области на ближайшие десятилетия относятся:

- нефтяная промышленность;
- газовая промышленность;
- воспроизводство минерально-сырьевой базы нефтяной и газовой промышленности;
- нефтехимическая и газохимическая промышленность;
- энергетика;
- информатика и ряд других [1].

Высокая ценовая конъюнктура позволяет нефтяным компаниям добывать только углеводородное сырье. Но необходимо учитывать возможность падения цен, уменьшение запасов углеводородного сырья и, что немаловажно, увеличение обводненности месторождений.

Техническая целесообразность организации попутного извлечения компонентов из вод нефтяных месторождений не вызывает сомнений. Содержание йода и стронция в указанных водах превышает, а по бром, бору и литию приближается к кондиции, позволяющей отнести их к категории жидких руд. Запасы компонентов в водах позволяют создать новую отрасль промышленности в области, а использование уже имеющейся инфраструктуры нефтедобывающей отрасли позволяет решить эту проблему достаточно быстро со сравнительно небольшими капитальными затратами [4].

Предварительная оценка рынка позволяет говорить о том, что продукция пользуется спросом в Томской области и областях Сибири. Кроме того, при нефтедобыче для технологических целей используется значительное количество хлорида натрия. Регионы Сибири потребляют указанную продукцию практически в таких же количествах. В настоящее время практически все сырье поступает из стран дальнего и ближнего зарубежья.

## Выводы:

- 1) Извлекаемые компоненты могут стать сырьевой базой для развития нефтехимической, металлургической, химической и др. промышленности;
- 2) Использование попутно добываемых вод, особенно на месторождениях с нерентабельной добычей нефти, даст возможность снизить стоимость добычи нефти за счет дополнительного получения товарной продукции, и, как следствие, сохранить имеющуюся инфраструктуру нефтепромыслов.
- 3) Решение социальных проблем (новые рабочие места в нефтедобывающих районах области, где наблюдается избыток рабочей силы; возможность новых финансовых поступлений, для развития региона);
- 4) Бальнеологическое использование вод и т.д. (при достаточной концентрации определенных компонентов);
- 5) Экологические аспекты переработки пластовых вод. Произойдет улучшение качества вод, используемых для системы поддержания пластового давления – таким образом, будет уменьшаться негативное воздействие вод.
- 7) Производимая продукция будет востребована как в Томской области, так и за ее пределами.

## Литература

1. Конторович А.Э., Кресс В.М., Белозеров В.Б., Иванов И.А., Янковский В.В. и др. Программа и концепция развития нефтяной и газовой промышленности в Томской области на 2001-2005 г. и период до 2030 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 86 с.
2. Ростовцев В.Н., Янковский В.В. Промышленная политика региональной власти в вопросах недропользования. // Вестник Российской академии естественных наук. (Западно-Сибирское отделение). – Кемерово, 1999. – В. 2. – С. 32 – 35.
3. Янковский В.В. Промышленные воды нефтегазодобывающих районов Томской области как ресурсная база формирования новой отрасли горнодобывающей промышленности // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области: Материалы научно-практической конференции. – Томск, 2002.
4. Янковский В.В. Создание новой отрасли промышленности по добыче йода и других компонентов из вод нефтяных месторождений в Томской области как критерий повышения социально-экономического уровня территории и качества жизни населения // Качество-стратегия XXI века: Материалы VI международной конференции. – Томск, 2001. – С. 90 – 91.
5. Водный кодекс Российской Федерации № 73-ФЗ от 03.06.2006 г. – М., 2006.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

А.И. Игнатова

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

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

Телецкое озеро – крупнейший по объему воды водоем в горах Южной Сибири. Оно расположено в верховьях р. Оби в северо-восточной части Горного Алтая на высоте 434 м над уровнем моря. Площадь водного зеркала озера 227,3 км<sup>2</sup>, длина 78,6 км, максимальная ширина 5,2 км, максимальная глубина – 325 м. Водосборный бассейн площадью 20400 км<sup>2</sup> представляет собой горную область (средняя высота 1940 м), вытянутую с юго-востока на северо-запад (рис.).

В озеро впадает около 70 рек и более 150 временных водотоков, вытекает одна р. Бия, которая, соединяясь с Катунью, образует р. Обь. Химический состав воды озера формируется за счет притоков и временных водотоков. По классификации О.А. Алекина вода Телецкого озера и связанных с ним рек относится к гидрокарбонатному классу группы кальция. [5]

В пределах водосборного бассейна Телецкого озера проживает 15 тысяч человек, а непосредственно в его прибрежной части около 2200 человек, из них 85 % в крайней северо-западной части озера – в селах Артыбаш и Иогач. Другие поселения по берегам озера представлены пос. Яйлю (центр Алтайского госзаповедника), пос. Беле и рядом кордонов заповедника на северном и восточном берегах озера. [1]

Территория в хозяйственном отношении освоена очень слабо. Экономическая деятельность местного населения носит преимущественно аграрный животноводческий характер. Часть трудоспособного населения занята лесопереработкой на предприятии ООО "Тайга" и в Телецком лесхозе, а также охотой, рыбалкой, садоводством, пчеловодством, сбором дикоросов, изготовлением сувениров и оказанием разнообразных услуг туристам и отдыхающим, в том числе транспортных (перевозки по озеру, конные прогулки и пр.).

Целью данной работы было изучение содержания микроэлементов в воде Телецкого озера и оценка уровня загрязненности вод. Актуальность работы неоспорима, поскольку Телецкое озеро является национальным достоянием, памятником природы

Задачи: рассмотреть особенности пространственного распределения микроэлементов в воде Телецкого озера, сравнить полученные данные с ПДК, оценить загрязненность озера тяжелыми металлами.

Для достоверной характеристики микроэлементного состава воды озера Телецкое по акватории озера были выбраны 5 пунктов: Артыбаш, Яйлю, Кокши, Челюш и Кырсай (рис.). Результаты изучения распределения микроэлементов по акватории Телецкого озера представлены в таблице. Было рассмотрено содержание в воде алюминия, железа, кадмия, цинка, меди, хрома, никеля, марганца, молибдена, кобальта, свинца и ртути.

В соответствии с данными таблицы на станции Артыбаш наблюдается превышения ПДК по Al, Cu и Hg, в Яйло наблюдается превышение по Cu и Cd, на станции Кокши - Hg и Cu, на станции Челюш - Hg, а на станции Кырсай тоже наблюдается превышение по ртути.

Потенциальным источником кадмия являются удобрения. При поверхностном стоке происходит смыв удобрений и попадание кадмия в водоем. Превышение содержания ртути объясняется тем, что в данном районе в истоке реки Бии раньше велась добыча золота с использованием ртути, а южнее озера в долине реки Чулышман раньше добывали ртуть открытым образом. Медь может переноситься на большие расстояния с воздухом и водой и таким образом попадает в озеро. [3]

Учитывая природные условия озера Телецкого: гидрохимический состав воды рек, питающих озеро, а также выветривание горных пород и минералов, эрозийные процессы, особенности растительного покрова и металлогении его водосборного бассейна, превышение ПДК по микроэлементам, имеет природное происхождение.

К числу природных факторов, в той или иной степени оказывающих негативное воздействие на химический состав природных вод района относятся: металлогенические зоны (участки рассеянной рудной минерализации), месторождения и проявления цветных, благородных и редких металлов в водосборном бассейне озера (источники тяжелых металлов); лесопокрытые площади, особенно участки прошлых лесозаготовок (поставщики фенолов, образующихся при гниении древесины и лесных пожаров); паводковые воды притоков озера, главным образом р. Чулышман – транзитного источника ряда загрязнителей антропогенного происхождения (соединения минерального азота, фосфаты, препараты для обработки скота и пр.) [5].

К факторам антропогенного воздействия на экосистему озера относятся наземные и воздушные испытания ядерных устройств на Семипалатинском полигоне в 1949-1962 гг., многолетние пуски ракетополетов с космодрома Байконур, переносы выбросов и отходов предприятий Восточного Казахстана (в настоящее время вопросы аэрогенного переноса на территорию Горного Алтая разнообразных тяжелых и токсичных металлов, присутствующих в выбросах и отходах предприятий горно-металлургического цикла Восточного Казахстана, практически не изучены). [4] В отдельных случаях превышение концентраций может быть связано также с антропогенной деятельностью (сжигание топлива, движение транспорта, деятельность сельского хозяйства), так как превышение концентраций в некоторых случаях наблюдается у причалов. [2]

Чтобы антропогенная составляющая в загрязнении тяжелыми металлами не возрастала, необходимо создание буферной зоны, организация экологического туризма, выделение участков под строительство полигона твердых бытовых отходов и очистных сооружений, разработка нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водоем, экологическая паспортизация или ликвидация экологически опасных объектов, запрещение деятельности, негативно влияющей на окружающую среду, а также химическое загрязнение акватории и водного бассейна Телецкого озера пестицидами, агрохимикатами, отходами производства и потребления.

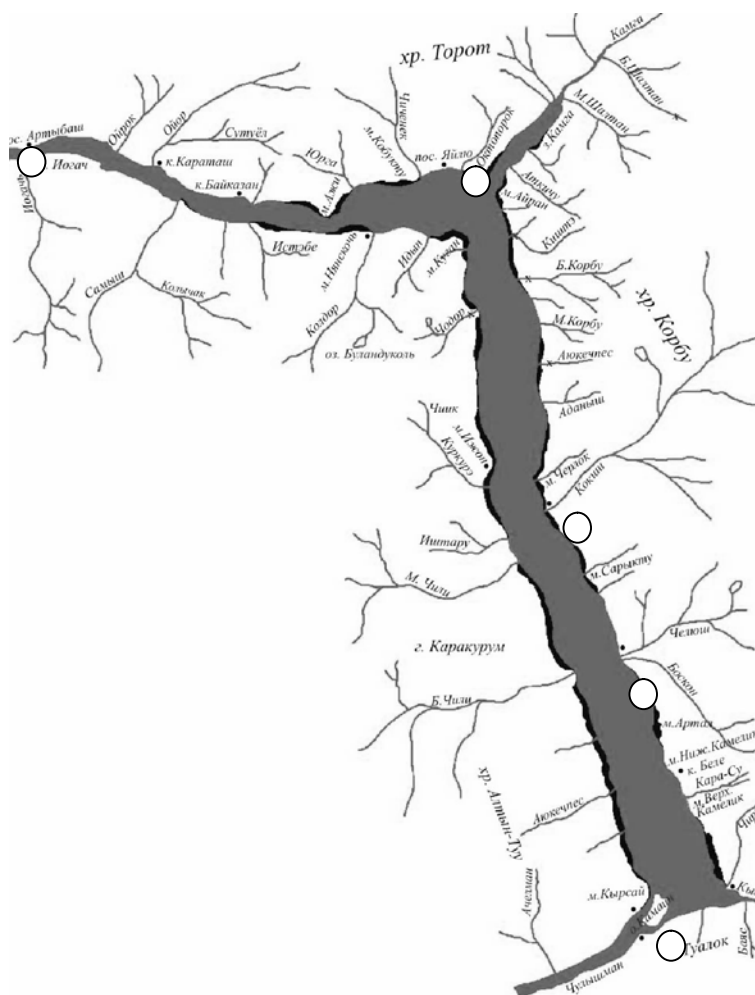


Рис. Карта - схема Телецкого озера с обозначением пунктов отбора проб

Распределение микроэлементов в мг/л и их отношения к ПДК

Станции	Артыбаш	С/ПДК	Яйлю	С/ПДК	Кокши	С/ПДК	Челюш	С/ПДК	Кырсай	С/ПДК	ПДК рыб-хоз
Al	0,11030	<b>2,758</b>	0,05600	1,400	0,04590	1,148	0,03800	0,950	0,00410	0,103	<b>0,040</b>
Fe	0,04800	0,480	0,05500	0,550	0,07000	0,700	0,07600	0,760	0,08700	0,870	<b>0,100</b>
Cd	0,00910	1,820	0,02280	<b>4,560</b>	0,00213	0,426	0,00059	0,118	0,00840	1,680	<b>0,005</b>
Zn	0,00870	0,870	0,00410	0,410	0,00400	0,400	0,00130	0,130	0,00060	0,060	<b>0,010</b>
Cu	0,00260	<b>2,600</b>	0,00322	<b>3,220</b>	0,00459	<b>4,590</b>	0,00150	1,500	0,00143	1,430	<b>0,001</b>
Cr	0,00200	0,029	0,00140	0,020	0,00160	0,023	0,00100	0,014	0,00210	0,030	<b>0,070</b>
Ni	0,00110	0,110	0,00200	0,200	0,00030	0,030	0,00030	0,030	0,00030	0,030	<b>0,010</b>
Mn	0,00102	0,102	0,00048	0,048	0,00131	0,131	0,00066	0,066	0,00075	0,075	<b>0,010</b>
Mo	0,00070	0,700	0,00060	0,600	0,00096	0,960	0,00130	1,300	0,00190	1,900	<b>0,001</b>
Co	0,00057	0,057	0,00043	0,043	0,00017	0,017	0,00015	0,015	0,00017	0,017	<b>0,010</b>
Pb	0,00008	0,001	0,00008	0,001	0,00009	0,001	0,00010	0,001	0,00010	0,001	<b>0,100</b>
Hg	0,00004	<b>3,600</b>	0,00001	1,000	0,00003	<b>3,000</b>	0,00003	<b>2,600</b>	0,00002	<b>2,100</b>	<b>0,00001</b>

## Литература

1. Анисимова, О.В. Состояние водных экосистем Телецкого озера и его водосбора (Республика Алтай) / О.В. Анисимова // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Тез. докл. Межд. науч. конф. по озерным экосистемам. – Минск: 1999. – С. 95
2. Денисов, И.С. Основные виды антропогенных воздействий на природные комплексы Алтайского заповедника / И.С. Денисов // Изучение природы Алтае-Саянской страны. Мат. науч. конф. – Горно-Алтайск: 2002. – С. 23-25.
3. Мальгин, М.А. Биогеохимия микроэлементов в Горном Алтае / М.А. Мальгин. – Новосибирск: Наука, 1978. – 272 с.
4. Робертус, Ю.В. Экологическое состояние геологической среды Республики Алтай / Ю.В. Робертус, В.Е. Кац // Минерально-сырьевая база Республики Алтай: состояние и перспективы развития. – Горно-Алтайск: Универ-Принт, 1998. – С. 120-122.
5. Селегей, В.В. Телецкое озеро / В.В. Селегей, Т.С. Селегей. – Л.: 1978. – 142 с.

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

П.С. Кернякевич

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Уровень загрязненности многих основных водных объектов Российской Федерации является высоким и угрожает здоровью населения страны. Данная оценка загрязнения поверхностных вод и водных объектов в Азиатской части Российской Федерации основана на данных Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году» [1, С.27-32], в котором используется статистическая обработка данных гидрохимической сети наблюдений Росгидромета за 2008 г. Качество поверхностных вод оценивалось с использованием комплексных оценок (по гидрохимическим показателям) с использованием следующих классов и разрядов качества воды: «условно чистая»; «слабо загрязненная»; «загрязненная»; «очень загрязненная»; «грязная»; «очень грязная»; «экстремально грязная».

**Бассейн р. Обь.** В 2008 г. качество воды большинства рек оценено в диапазоне «загрязненная» – «грязная». Лишь на территории Республики Алтай водные объекты – «слабо загрязненные» (реки *Кокши*, *Балыкча*, *Б. Терехта* и *озеро Телецкое*). Уровень загрязненности воды по сравнению с 2007 г. в большинстве створов наблюдения не изменился. В ряде створов в бассейне произошло ухудшение качества воды в результате увеличения концентраций легкоокисляемых органических веществ (по величине БПК<sub>5</sub>), нефтепродуктов, азота аммонийного, азота нитритов, железа общего, меди. Вода р. Обь в верхнем течении и в створах Новосибирского водохранилища в 2008 г., как и в предыдущие годы, характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». На участках реки у городов Барнаул, Камень-на-Оби, Новосибирск, Колпашево, сел Дубровино, Александровское вода оценена как «грязная».

На р. Обь зарегистрировано 3 случая экстремально высокого загрязнения соединениями марганца (61,5 и 180 ПДК) в черте пос. Горки, соединениями меди (90 ПДК) в черте с. Сытомино. Отмечено 4 случая высокого загрязнения соединениями марганца, 3 – соединениями цинка, 2 – нефтепродуктами, по одному – соединениями меди и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>). В отчетном году наблюдалось 9 случаев нарушения кислородного режима (выше и ниже г. Салехард). Самые загрязненные притоки р. Обь – реки *Томь* и *Чулым*, протекающие по территории Республики Хакасия, Красноярского края, Кемеровской и Томской областей. Устойчив уровень загрязнения воды р. *Томь* у городов Междуреченск, Кемерово, Новокузнецк, р. *Чулым* в створах городов Назарово, Ачинск. Уровень загрязнения воды р. Чулым в пределах Красноярского края незначительно снизился, вода характеризуется как «грязная». Сохранилось повышенное содержание в воде

нефтепродуктов до 2 ПДК и фенолов до 3 ПДК, ионов меди, цинка, алюминия, железа, при этом в 2 раза снизилась концентрация марганца.

В 2007–2008 гг. воды *р. Иртыш*, поступающие из Казахстана на территорию России (с. Татарка), оценивались как «очень загрязненные». Основными загрязняющими веществами воды являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК - химическое потребление кислорода), легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), соединения железа, цинка, меди, фенолы, нефтепродукты, среднегодовые концентрации которых в 1–3 раза превышали ПДК. В нижнем течении *р. Иртыш*, на участке от г. Тобольск до г. Ханты-Мансийск, вода оценивалась как «грязная», в створе ниже Ханты-Мансийска – как «очень грязная».

**Река Исеть** является наиболее загрязненной не только на территории тех областей (Свердловской, Курганской и Тюменской), по которым она протекает, но и всей Российской Федерации. Вода реки характеризуется как «очень грязная» и «экстремально грязная». В 2008 г. в *р. Исеть* ниже г. Екатеринбург наблюдался дефицит растворенного в воде кислорода (концентрация снижалась до 2,31 мг/л) и случай ЭВЗ нитритным азотом. Низким качеством характеризуется вода *р. Исеть* у г. Каменск-Уральский; д. Колоткино; г. Щадринск; с. Мехонское («грязная»).

**Бассейн *р. Енисей***. Вода *р. Енисей* на всем протяжении характеризуется как «очень загрязненная» – «грязная». Содержание меди на участке от створа Саяно-Шушенской ГЭС до впадения *р. Нижняя Тунгуска* уменьшалось до 2–4 ПДК, а ниже, в районе г. Игарка, повышалось до 11–12 ПДК. По-прежнему на залесенных участках водосбора содержание фенолов составляет 2–3 ПДК, по длине судоходного участка от г. Красноярск до устья фиксируется рост содержания нефтепродуктов от 1,6 до 64 ПДК. Превышение 30 ПДК наблюдалось в единичных случаях в воде некоторых водных объектов бассейна *р. Енисей* – по нефтепродуктам, соединениям меди, марганца, сульфатам, магнию. В створах г. Красноярск, кроме распространенных загрязняющих веществ, в воде *р. Енисей* обнаружили цианиды в пределах 1–2 ПДК. Вода большинства притоков по всему течению *р. Енисей* характеризовалась как «очень загрязненная» – «грязная». Наибольшее снижение содержания фенолов в воде (от 8 до 1 ПДК) отмечено для *р. Подкаменная Тунгуска*. Качество воды притоков *р. Ангара* на территории Красноярского края достаточно стабильно («грязная»); исключение составляют реки *Бирюса* и *Усолка* (вода «очень загрязненная»).

**Бассейн *р. Лена***. В верхнем течении реки вода «условно чистая», в створе выше г. Усть-Кут и в районе г. Киренск – «загрязненная». Практически не изменилось качества воды *р. Лена* в среднем и нижнем течении. У р.п. Пеледуй и г. Олекминск вода реки оценивалась как «грязная». К характерным загрязняющим веществам воды реки относились легкоокисляемые (по БПК<sub>5</sub>) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, соединения меди и фенолы.

Для большинства притоков *Верхней Лены* качество воды варьируется в широких пределах – от «условно чистой» до «загрязненной». Качество воды рек *Нюя*, *Большой Патом*, *Бирюк*, *Олекма*, *Чара*, *Шестаковка*, *Кэнкэмэ* по сравнению с предыдущим годом существенно не изменилось и оценивалась как «грязная». Наиболее распространенные загрязняющие вещества – органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и ХПК), соединения меди и железа, фенолы; наблюдается устойчивая загрязненность поверхностных вод соединениями марганца.

В 2008 г. в водах *р. Колыма* содержание органических веществ (по ХПК) составляло 4,7 – 46,5 мг/л, легкоокисляемых веществ (по БПК<sub>5</sub>) – 0,26–4,69 мг/л. Вода *р. Колыма* и *Колымского водохранилища* в 2008 г. в большинстве створов оценена как «грязная». Характерными загрязняющими веществами водохранилища являлись нефтепродукты, соединения железа, меди, цинка. Среднегодовая концентрация взвешенных веществ по сравнению с 2007 г. увеличилась почти в 2 раза.

**Бассейн *р. Амур***. Качество воды на участке *Верхнего Амура* на территории Забайкальского края определяется состоянием двух основных притоков – рек *Аргунь* и *Шилка*. *Река Аргунь* характеризуется наихудшим в крае качеством воды, особенно на участке от пос. Молоканка до с. Кути, что обусловлено влиянием источников загрязнения, расположенных на территории Китая. В целом за год воды реки на данном участке оценены как «грязные» (на уровне 2007 г.). К характерным загрязняющим веществам отнесены: органические вещества (по ХПК и БПК<sub>5</sub>), медь, марганец, нефтепродукты; уровень загрязнения вод характеризуется как высокий – средний. *Река Шилка* – крупный приток Амура – наиболее загрязнена в черте г. Шилка. В контрольном створе (ниже города) вода оценена как «очень грязная», здесь в период зимней межени зарегистрировано два случая высокого загрязнения вод азотом аммонийным: 12 и 11 ПДК. Среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ было в пределах: органических веществ (по ХПК) – 1–2 ПДК, фенолов – 1–2 ПДК, нефтепродуктов – 2–5 ПДК; азота аммонийного – до 4 ПДК (у г. Шилка); азота нитритного – до 1 ПДК; ионов меди – 1–2 ПДК; марганца – 7–20 ПДК (у г. Шилка); АСПАВ – до 3 ПДК (у г. Шилка).

Среднегодовые концентрации меди в пределах Амурской области составляли 4–7 ПДК, фенолов – 2–4 ПДК. Для *р. Амур* ХПК обычно близко к 20 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, что характеризует воду как «очень грязная». В 2008 г. значение ХПК несколько снизилось по сравнению с 2007 г. и составило около 18 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Снижение обусловлено незначительной долей органических веществ, поступивших в *р. Амур* с водосборной площади, в связи с отсутствием в течение большей части теплого периода стокообразующих осадков. В 2008 г. содержание железа уменьшилось в Верхнем Амуре более чем в 2 раза, у г. Благовещенск примерно в 3 раза и составило у с. Черняево 1,8 ПДК, у г. Благовещенск – 1 ПДК. Примерно в 2 раза снизилось содержание цинка и нефтепродуктов – до уровня рыбохозяйственных ПДК. Сохранилась тенденция снижения содержания свинца, среднегодовая концентрация которого в среднем по участку уменьшилась до 0,5 ПДК.

**Поверхностные воды полуострова Камчатка**. В 2008 г. на реках Камчатки отмечались практически повсеместное увеличение содержания свинца, больше всего в бассейне *р. Озерная* (в среднем 1,5 ПДК). Загрязнение рек Камчатки медью изменялось от 2,1 до 7,3 ПДК, причем в большей степени загрязнены ею

водотоки, принадлежащие бассейну Тихого океана. По-прежнему в водах р. Камчатка в районе пос. Козыревск обнаружено больше всего кадмия – в среднем  $2,86 \text{ мкг/дм}^3$  и максимум  $6,46 \text{ мкг/дм}^3$ , в других водных объектах – не превышала  $1 \text{ мкг/дм}^3$ . Для 90% водотоков фенолы являются характерными загрязняющими веществами. Их средние за 2008 г. концентрации составляли 2–6 ПДК. Практически для всех рек характерными загрязняющими веществами являются и нефтепродукты. В большей степени загрязнены нефтяными углеводородами воды бассейна р. Озерная (до 20 ПДК).

**Реки острова Сахалин.** Самой загрязненной рекой о. Сахалин остается р. Охинка, источниками загрязнения которой являются нефтедобывающие предприятия ОАО «Сахалинморнефтегаз». Периодически отмечается высокий уровень загрязненности воды реки соединениями азота и металлов. В течение многолетнего периода вода р. Охинка оценивается как «экстремально грязная». В 2008 г. среднегодовые концентрации нефтепродуктов в водах реки снизились более чем в 2 раза, но остаются на уровне экстремально высокого загрязнения (76 ПДК). Среднее содержание меди снизилось до 8,2 ПДК, цинка – осталось практически на уровне 2007 г. – 1,6 ПДК. Возросли среднегодовые концентрации железа общего до 16,3 ПДК, марганца – до 10,9 ПДК, фенолов – до 6,0 ПДК. Содержание растворенного кислорода снизилось до  $2,4 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ . По комплексной оценке, вода реки характеризуется как «очень грязная». Вода р. Большая Александровка в верхнем створе – «загрязненная», в нижнем створе – «грязная».

**Озеро Байкал** в основном загрязняют сточные воды предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности, нефтебаз, рыбозаводов, портов и населенных пунктов. По данным ФГУ «Востсибрегионводхоз», проводившем в 2008 г. мониторинг на участке акватории – зоны влияния сточных вод ОАО «Байкальский ЦБК», максимальные концентрации серы сульфидной превышали ПДК на всех наблюдаемых горизонтах ( $0,36\text{--}0,92 \text{ мг/л}$ ), в максимальной степени в поверхностном горизонте (9,2 ПДК). Максимальные концентрации ртути составляли 2 ПДК, нефтепродуктов – 2,4 ПДК. Как средние, так и максимальные концентрации других загрязняющих веществ находились в пределах нормы.

Таким образом, сложившаяся ситуация загрязненности поверхностных вод в Азиатской части РФ не является удовлетворительной и поэтому требуется разработка комплекса мер, направленных на восстановления первоначального состояния водных объектов во избежание угроз для здоровья населения страны.

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году» – Москва, ООО «РППР РусКонсалтингГрупп», 2009. – 488 с.

### ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

П.С. Кернякевич

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Уровень загрязненности многих основных водных объектов Российской Федерации является высоким и угрожает здоровью населения страны. Данная оценка загрязнения поверхностных вод и водных объектов в Европейской части Российской Федерации основана на данных Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году» [1, С.22-27], в котором используется статистическая обработка данных гидрохимической сети наблюдений Росгидромета за 2008 г. Качество поверхностных вод определялось с использованием комплексных оценок (по гидрохимическим показателям) с использованием следующих классов и разрядов качества воды: «условно чистая»; «слабо загрязненная»; «загрязненная»; «очень загрязненная»; «грязная»; «очень грязная»; «экстремально грязная».

**Поверхностные воды Карелии и северо-западных областей России.** Вода р. Нева характеризуется как «очень загрязненная». По сравнению с 2007 г. качество воды р. Великая на территории Псковской области несколько улучшилось: уменьшилось содержание марганца, азота аммонийного, железа общего и ХПК. Однако вода реки классифицируется как «загрязненная», остается высоким содержание меди – характерного загрязняющего вещества. В воде р. Волхов среднегодовые значения ХПК, БПК<sup>5</sup>, железа общего и меди превысили нормы от 3 до 7 раз.

**Малые реки Кольского полуострова.** Наиболее распространенными загрязняющими веществами малых рек Кольского полуострова на протяжении большого ряда лет являются: соединения никеля, меди, железа, молибдена, дитиофосфаты, сульфаты, аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>) и др., которые поступали со сточными водами ОАО «Кольская ГМК», ОАО «Ковдорский ГОК», ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания», ОАО «Апатит» и др.

**В бассейне р. Северная Двина** характерными загрязняющими веществами остаются соединения железа, меди, цинка, органические вещества, лигносульфонаты, на отдельных участках – дополнительно фенолы и нефтепродукты. В среднем течении реки загрязненность воды по большинству показателей не изменилась и оценивалась как «грязная» и «очень грязная». Максимальная концентрация хлорорганических пестицидов группы ДДТ, равная  $0,010 \text{ мкг/дм}^3$  (при средней –  $0,001 \text{ мкг/дм}^3$ ), зарегистрирована у г. Великий Устюг. Качество воды устьевого участка реки осталось на уровне 2007 г. У г. Новодвинск вода характеризовалась как «грязная», у г. Архангельск – как «очень загрязненная». 3 марта 2008 г. в 1,5 км выше г. Новодвинск было зафиксировано экстремально высокое содержание соединений ртути в воде –  $0,12 \text{ мкг/дм}^3$ . В дельте Северной Двины качество



воды в большинстве створов осталось на уровне 2007 г. Одной из причин улучшения качества воды (от «грязной» до «очень загрязненной») в прот. Кузнечиха, в 3 км выше впадения *р. Юрас*, стало уменьшение среднегодовой (максимальной) концентрации соединений цинка до 1 (2) ПДК (2007 г. – 3 (7) ПДК). Содержание ХПК составляло 1–4 ПДК, лигносульфонатов – до 3 ПДК, соединений марганца – в пределах 2–3 ПДК. В пробе воды, отобранной 5 марта, было определено экстремально высокое содержание соединений ртути, равное 0,46 мкг/дм<sup>3</sup>. Частота превышения норматива по содержанию метанола в дельте *р. Северная Двина* изменялась в пределах 17–33%.

**Бассейн *р. Печора*.** Вода *р. Печора* и рек ее бассейна в большинстве пунктов наблюдений продолжала характеризоваться как «загрязненная». По сравнению с предшествующими годами существенных изменений в характере загрязненности поверхностных вод бассейна *р. Печора* не произошло. Наиболее распространенными загрязняющими веществами являлись соединения железа, меди, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), в ряде пунктов к ним добавились легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>) и соединения цинка.

На устьевом участке *р. Печора* в створах в районе г. Нарьян-Мар качество воды не изменилось по сравнению с 2007 г. («очень загрязненная»). Качество воды *р. Воркута* у г. Воркута улучшилось по сравнению с 2007 г. (от «загрязненной» до «слабо загрязненной»). Вода *р. Ухта* в черте и ниже г. Ухта, как и в 2007 г., характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная» соответственно. Наибольшая концентрация хлорорганических пестицидов группы ДДТ составила 0,014 мкг/дм<sup>3</sup> (1,4 ПДК).

**Бассейн *р. Волга*.** На Волжский бассейн приходится более трети сброса сточных вод в России. Значительные массы загрязняющих веществ попадают в Волгу по крупным притокам – рекам Ока и Кама. Комплексная оценка качества поверхностных вод бассейна Волги показала, что в большинстве случаев вода оценивалась как «загрязненная» и «грязная».

В 2008 г. среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ по каскаду водохранилищ Волги превышали нормативы по соединениям меди (2,2 ПДК), марганцу (1,7 ПДК), летучим фенолам (2,5 ПДК), нефтепродуктам (1,2 ПДК), БПК<sub>5</sub> (1,1 П ДК). Качество воды водохранилищ оценено следующим образом: Угличского – «загрязненная» и «очень загрязненная», Рыбинского – «загрязненная», Горьковского – от «слабо загрязненной» до «очень загрязненной», Чебоксарского – от «загрязненной» до «очень загрязненной», Кубышевского – «грязная». Качество поверхностных вод в районе г. Казани в 2008 г. характеризовалось как «грязная». Наибольший вклад в оценку загрязненности воды вносили не только соединения меди (как в 2007 г.), но и летучие фенолы и нефтепродукты.

Качество воды *Саратовского водохранилища* в последние годы наблюдений стабилизировалось, вода характеризовалась как «загрязненная». В 2008 г. наметилось снижение содержания соединений меди в воде по среднегодовым значениям до 1–2 ПДК. Средний уровень загрязненности воды фенолами в створах контроля не превышал 2–4 ПДК, трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) – 1,5 ПДК. В единичных случаях концентрации соединений кадмия в воде превышали допустимые значения, максимальная концентрация достигала 5 ПДК в 0,5 км ниже сбросов сточных вод Тольяттинского промышленного комплекса.

Качество воды *Волгоградского водохранилища* в створе на границе с Саратовской областью (пос. Красный Яр) не соответствует водоему рыбохозяйственного значения по следующим показателям: меди (3,0 ПДК), фосфатам (1,3 ПДК), цинку (1,3 ПДК) и азоту нитритному (1,2 ПДК). В 2008 г., как и в предыдущие два года, вода оценена как «грязная». В створе рук. Ахтуба – пос. Солодовка превышены нормы для водоема рыбохозяйственного значения по следующим ингредиентам: меди (3,0 ПДК), фенолам (2,0 ПДК), цинку (1,9 ПДК), БПК<sub>5</sub> (1,5 ПДК), качество воды не изменилось по сравнению с 2007 г. («загрязненная»).

**Вода *р. Волга*** в створе 5,5 км ниже г. Астрахань оценивалась как «очень загрязненная». Характерными загрязняющими веществами воды этого участка реки были соединения железа и меди, легко- и трудноокисляемые органические вещества; максимальные концентрации достигали 4 ПДК, 28 ПДК, 5,5 ПДК и 2 ПДК соответственно. Нижнее течение *р. Волга* характеризуется низким качеством воды, в подавляющем большинстве лет как «грязная» и «очень грязная» вода.

**Река Москва** наиболее загрязнена на участке г. Москва – устье реки. До г. Москва качество воды соответствует диапазону «загрязненная» – «очень загрязненная», в створе ниже впадения *р. Пехорка* – «очень грязная». В реки Пехорка и Москва осуществляет сброс сточных вод Люберецкая станция аэрации. В 2008 г. на участке от створа выше г. Москва до створа ниже города отмечены высокие среднегодовые концентрации следующих ингредиентов: меди (2–10 ПДК), азота аммонийного (до 6 ПДК) и нитритного (5–6 ПДК), фенолов (2–4 ПДК), железа общего (1,5–8 ПДК), нефтепродуктов (1–2 ПДК), легкоокисляемых органических веществ по БПК<sub>5</sub> (до 2 ПДК), органических веществ по ХПК (до 45 мг О<sub>2</sub>/л), цинка (до 6 ПДК). Содержание алюминия в створах на *р. Москва* и ее притоках в черте города изменяется в пределах 5–10 ПДК. В районе Бесединского моста были зафиксированы высокие концентрации СПАВ (3,2 ПДК в сентябре), фенолов (27 ПДК в августе) и формальдегида (2,7 ПДК), средняя концентрация нитритов составила 30 ПДК. В 2008 г. в воде *р. Москва* был отмечен 121 случай ВЗ (высокого загрязнения) аммонийным и нитритным азотом и органическими веществами, а также 3 случая ВЗ формальдегидом. Максимальные концентрации составляли: аммонийного азота 26 ПДК, нитритного 19 ПДК, соединений меди 12 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) 7 ПДК, формальдегида 8 ПДК.

В 2008 г. вода водохранилищ *Можайского*, *Рузского*, *Озернинского*, *Истринского о*, *Учинского*, *Пестовского*, *Икшинского* оценена как «очень загрязненная», *Рублевского* и *Пяловского* (в створе в районе д. Аксаково) – как «грязная». **Река Клязьма** в наибольшей степени загрязнена ниже городов Щелково и Орехово-Зуево – вода характеризуется как «очень грязная». Качество воды *Клязьминского водохранилища* не изменилось по сравнению с 2007 г. («очень загрязненная»), в створах наблюдений были выявлены превышения по алюминию

(4–9 ПДК), железу общему (1–4 ПДК), марганцу (6–11 ПДК), меди (5–7 ПДК), фенолам (2 ПДК), нефтепродуктам (1–3 ПДК), цинку (2–4 ПДК).

**Бассейн р. Кама.** Наиболее распространенными загрязняющими веществами являются нефтепродукты, фенолы, соединения марганца, меди, железа, аммонийный и нитритный азот, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), концентрации которых в поверхностных водах стабильно превышали допустимые нормы, чаще всего в пределах от 1 до 5 ПДК. Следует отметить, что наличие в воде соединений железа и марганца обусловлено местным гидрохимическим фоном при определенном влиянии антропогенных факторов.

В *Воткинском водохранилище* в районе Пермско-Краснокамского промышленного узла среднегодовые концентрации превышали ПДК по марганцу (12 ПДК), меди (2 ПДК) и железу общему (4 ПДК). В районе городов Пермь и Краснокамск в 2008 г. качество воды несколько улучшилось (от «очень загрязненной» до «загрязненной»). На участке реки ниже г. Краснокамска до г. Чайковского качество воды также улучшилось, хотя среднегодовые концентрации превышали ПДК по меди (3 ПДК), железу общему (4 ПДК), марганцу (9 ПДК).

Вода *Нижнекамского водохранилища* в створе наблюдений с. Красный Бор по-прежнему характеризуется как «грязная». Наибольший вклад в оценку степени загрязненности воды вносили, как и в 2007 г., соединения марганца. Среднегодовое содержание соединений марганца составило 8,0 ПДК, меди – 2,6 ПДК, фенолов – 2,3 ПДК, азота аммонийного – 1,2 ПДК, нефтепродуктов – 1,1 ПДК.

**Бассейн р. Дон.** В 2008 г. по основному стволу р. Дон существенных изменений гидрохимического и гидробиологического состояния реки не отмечалось: вода характеризовалась в основном как «загрязненная». Качество воды р. Дон на границе Тульской и Липецкой областей у с. Екатерининское в 2008 г. ухудшилось по сравнению с 2006, 2007 гг. до класса «экстремально грязная». В 2008 г. отмечено увеличение концентраций загрязняющих веществ: по иону аммония в 5 раз, иону нитритов в 4 раза, железу общему в 2,5 раз, меди в 1,3 раза, марганца в 1,9 раз. Практически в течение всего года значения ХПК превышали ПДК в 1,5–2,5 раза (среднегодовая величина была 2 ПДК), концентрации растворенного кислорода были экстремально низкими – от 1,8 до 2,6 мг О<sub>2</sub>/л, прозрачность изменялась от 11 до 29 см.

Таким образом, сложившаяся ситуация загрязненности поверхностных вод в Европейской части РФ не является удовлетворительной и поэтому требуется разработка комплекса мер, направленных на восстановления первоначального состояния водных объектов во избежание угроз для здоровья населения страны.

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году» – Москва, ООО «РГПП РусКонсалтингГрупп», 2009. – 488 с.

### ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РОДНИКОВ МЕЖДУРЕЧЬЯ Р. ТУИМ И Р. ДАРГУЖУЛЬ ИЮСО-ШИРИНСКОЙ СТЕПИ

М.И. Кокова

Научный руководитель доцент М.Л. Махрова

*Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

Подземные воды в районе приурочены к девонским отложениям и являются основой сельского водоснабжения. За счет них снабжается районный центр, поселок Шира. Около 60 % отбираемой воды расходуются на хозяйственно-бытовые нужды, а остальная часть – на потребности местной промышленности [2].

Объектом нашего исследования являлись родники между речьями р. Туим и р. Даргужуль, находящиеся в 5 км от пос. Целинный в Июсо-Ширинской степи. Июсо-Ширинская степь имеет холмисто-грядовый и куэстово-грядовый денудационный рельеф; холмы и сопки чередуются с обширными равнинными пространствами. В стратиграфии природного комплекса Ширинского района выделяют палеозойскую эратерму, которая включает вулканогенно-осадочные толщи кембрийской, девонской и каменноугольных систем. Для территории исследования характерна девонская система: ойдановская свита, которая сложена красноцветными алевритами, аргиллитами, песчаниками, иногда гравелитами. Мощность свиты меняется от 200 до 600 м. Водовмещающие породы представлены преимущественно красноцветными песчаниками. Мощность водоносно-го горизонта изменяется от десятков до первых сотен метров. Воды пластово-трещинные, безнапорные и слабо напорные; глубины залегания уровня вод колеблются от 6 до 10 м. По водообильности породы довольно разнообразны - величина дебитов скважин изменяется от 0,0001 до 8,85 л/с. Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков и притока вод из других водоносных горизонтов [2].

Долины рек с юго-запада ограничивает хребет Сагыттар, с севера и юго-востока - небольшие возвышенности высотой до 385 м над ур. моря. Река Туим является единственным крупным водотоком, впадающим совместно с р. Даргужуль в озеро Белё. Это самое крупное озеро в Республике Хакасия; площадь его 75 км<sup>2</sup> и глубина до 48,2 м, оно славится своими целебными свойствами. Река Туим берет начало в центральной части Батеневского кряжа на высоте 650 м над ур. моря; общая ее длина составляет 68 км, а площадь водосбора – 832 км<sup>2</sup>. Средневзвешенная высота водосбора – 850 м над уровнем моря, уклон реки – 4,3 ‰. В нижнем течении река носит равнинный характер. Русло – извилистое, деформирующееся; высота берегов от 0,6 до 1,5 м. Среднегодовой сток реки составляет 0,23 м<sup>3</sup>/с. При максимальном расходе, равном 5,31 м<sup>3</sup>/с, максимальная скорость течения составляет 2,8 м/с; ширина реки – 8,2 м, а максимальная глубина – 0,6 м.

Река Даргужуль имеет длину около 10 км, течет с юго-запада на северо-восток и является левым притоком первого порядка р. Туим. Исток реки находится на высоте 400 м над ур. моря в виде выхода грунтовых вод (родников). Реки характеризуются смешанным типом питания: весной преимущественно за счет поверхностного стока во время снеготаяния, летом - за счет атмосферных осадков и грунтовых вод, зимой - за счет грунтовых вод.

Климат района резко континентальный, с холодной зимой (средняя t ян. -20°C) и жарким летом (средняя t июл. +18°C). Для него характерны большие колебания не только годовых, но и суточных температур. Амплитуда среднемесячных температур воздуха составляет 40 – 41 °С. Основная часть (84-90%) осадков выпадает в теплый период года – 250-350 мм. Местное питание подземных вод лимитируется крайне малой (не более 30-40 мм в год) величиной превышения осадков над испарением. Основное направление ветра – западное с южной составляющей. Часто наблюдаются северные ветры. В отличие от зимних, летние циркуляционные процессы протекают медленнее. Циклоны имеют меньшую глубину, и ветры не столь сильны, как зимой и в переходные сезоны.

В ходе полевых исследований в долине р. Даргужуль нами было обнаружено 4 родника в истоке р. Даргужуль. Местность равнинная с перепадами высот от 390 до 385 м. Ширина долины составляет около 4 км. Микрорельеф представлен кочкарником, образованным осоками. Высота кочек колеблется от 0,15 м. до 0,45 м, расстояние между ними 0,20 м – 0,25 м.

Родники расположены компактно, расстояние между ними от 62 м до 150 м. Выход воды на поверхность происходит спокойно, поэтому по гидравлическим условиям воды можно отнести к безнапорным. По характеру вмещающих пород родники междуречья относятся к поровым водам, а по характеру залегания – к зоне насыщения; по типу – безнапорные грунтовые. Дебит родников колеблется от 2,3 до 2,9 м<sup>3</sup>/сутки.

В химическом составе воды родников выявлены: гидро-карбонат-ионы (70, 8 %-экв), сульфат-ионы (20,3 %-экв), ионы хлора (8,9 %-экв), натрия (50,6 %-экв), магния (28,0 %-экв) и кальция (5,6 %-экв). Преобладающими анионами из них являются гидрокарбонат-ионы (52,3 %), а из катионов ионы натрия (53,2 %) и магния (2,3%) (рис.).



Рис. Среднее содержание анионов и катионов в воде родников междуречья

По химическому составу родниковая вода является гидрокарбонатной магниево-натриевой.

Химический состав и органолептические свойства родниковой воды определялись в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074 – 01. По органолептическим свойствам вода в родниках без запаха, прозрачная имеет слабощелочную реакцию среды (рН=7,5). Температура воды в родниках колеблется от 8°C до 10°C - родники холодные. Общая минерализация воды находится в пределах от 608 мг/л до 668 мг/л (табл.).

Таблица

Органолептические свойства родниковой воды ( июнь 2010 г.)

№ родника	Запах, балл	Цветность	Мутность	Прозрачность (H, см)	T, (°C)	Общая минерализация, мг/л	Водородный показатель (един. рН)
1	0	слабо-желтоватая	без осадка	50	8	632	7,4
2	0	-"-	-"-	41	10	608	7,4
3	0	-"-	-"-	36	9	664	7,6
4	0	-"-	-"-	34	8	668	7,5

Таким образом, по органолептическим и химическим параметрам родниковая вода является пригодной для хозяйственно-питьевого использования.

### Литература

1. Аналитический обзор «Состояние окружающей среды Республики Хакасия в 2008 году» / Государственный комитет по охране окружающей среды и природопользованию Республики Хакасия. – Абакан: ООО «Фирма «Март», 2009. – 72 с.
2. Подземные воды Республики Хакасия и водоснабжения населения / Под ред. Д.С. Покровский. – Томск.: Издательство НТЛ, 2001. – 300 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРАВОВОЙ БАЗЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ РОССИИ И КАНАДЫ****А.А. Кривошеина**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

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

Россия и Канада занимают два первых места в мире по площади территории. Канада - это страна со сходными с Россией природными условиями, параметрами территории, лежащая на тех же широтах и в тех же природных зонах, поэтому имеет схожий с Россией климат, ресурсную базу, а так же форму государственного устройства, административное деление и некоторые особенности законодательства. Все это позволяет провести сравнительный анализ правовой базы государственного управления водными ресурсами этих двух государств.

В настоящее время Канада, как и Россия, является федеративным государством, состоящим из 10 провинций и 3 территорий, аналогично Российским субъектам, которые имеют свою законодательную базу, распространяющуюся на их собственные территории. У субъектов РФ так же существует своя законодательная база, имеющая различную юридическую силу, которая в первую очередь согласуется с основной законодательной базой федерального уровня. В Канаде, как и в России, проживают около сотни различных национально-этнических групп вследствие чего обостряются проблемы территориальной автономии коренных народов – индейцев, инуитов-эскимосов и др. В России так же существуют малочисленные народы севера, притесняемые долгое время и нуждающиеся в особых правах. Например у Канады Россией позаимствован положительный опыт предоставления особых прав на воду для народов крайнего севера. В водном кодексе в Статье 3. Основные принципы водного законодательства: Водное законодательство и изданные в соответствии с ним нормативные правовые акты основываются на следующих принципе использования водных объектов в местах традиционного проживания коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации для осуществления традиционного природопользования.

Главным отличием этих двух стран является форма правления – Канада входит в Британское Содружество и является конституционной монархией с парламентарной системой в отличии от России, которая является Президентской республикой.

Водное законодательство России состоит из Водного кодекса, других федеральных законов и принимаемых в соответствии с ними законов субъектов Российской Федерации. На территории Канады действует Канадский Закон о водах (Canada Water Act), который имеет схожую с Водным кодексом структуру, но вместе с тем эти документы имеют ряд различий. В Водном кодексе в главе первой приведено общее положение, в котором указаны основные понятия, составляющие основу водного права. Аналогично в Канадском Законе о водах существует глава, называемая Интерпретации, в которой так же приведены термины водного права, правда несколько отличающиеся от терминов ВК РФ и список терминов более короткий. В Канадском законе о водах отсутствует понятие водного объекта, вместо этого ключевым объектом водопользования является «вода» (water), «воды» (waters) или «водные ресурсы» (water resource). В сравнении с терминологией Российского кодекса терминология канадского закона весьма ограничена. В российском законодательстве существует разделение вод на поверхностные и подземные, регулируемые разными законодательными актами. В ВК РФ дается четкое определение поверхностным и подземным водным объектам, при чем последние регулируются законом о недрах. Такого разделения нет в канадском законодательстве. Таким образом, можно сказать, что терминология Российского закона охватывает больше понятий, чем Канадский закон.

В отличие от Водного Кодекса в Канадском законе приводится преамбула, но не приведены основные принципы водного законодательства, что приведено в ВК РФ в статье 3, также в ВК РФ, в статье 2 подробно разъясняется понятие водного законодательства, чего так же нет в Канадском законе о водах.

Главной отличительной чертой Канадского Закона о водах также является отсутствие института права собственности и пользования водными ресурсами, который очень четко прописан в Водном Кодексе. В канадском законодательстве, аналогично российскому существуют водные законы субъектов, т.е. провинций. Например был рассмотрен Водоохраный закон Британской Колумбии «Water Protection Act», в котором описана система лицензирования, не упоминающаяся в федеральном законе [3]. В Водном Кодексе РФ система лицензирования описана достаточно подробно. Таким образом, можно сделать вывод, что система лицензирования функционирует на уровне субъектов. В предыдущей версии Водного кодекса России система лицензирования регулировалась федеральными органами, в новом Кодексе эти полномочия перешли на уровень субъектов, что так же является перенятым опытом из канадского законодательства.

Аналогично российскому законодательству в канадском существует система управления водными ресурсами – «water resource management», находящаяся в ведение агентств – «federal agency», главой управления также является Министр природы – «Minister of the Environment» [2]. Так же существуют правовые институты государственного контроля, мониторинга и юридической ответственности. В обоих законодательствах контроль за использованием водных ресурсов осуществляется государственными инспекторами (Inspector), имеющими удостоверение и ряд полномочий. Например, в Водном Кодексе это ст. 36 - «Государственный контроль и надзор за использованием и охраной водных объектов»:

При осуществлении государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов государственные инспектора имеют право: 1) осуществлять проверки объектов, подлежащих контролю и надзору за использованием и охраной водных объектов [1].

В Канадском Законе о водах, ст. 26 - Полномочия инспекторов:

- 1) инспектор может, в любое соответствующее время,
  - а) входить в любую область, место, помещение, судно или транспортное средство, кроме частных жилых помещений или любую часть любой такой области, места, помещения, судна или транспортного средства, предназначенного для использования и используется в качестве постоянного или временного частного жилища, если инспектор, на разумных основаниях считает, что
    - i) там есть любые отходы, которые могут быть или были добавлены к любым водам, которые определялись как область управления качеством воды в соответствии с секцией 11 или 13, или
    - ii) есть или было выполнено любое производство или другой процесс, который может привести или привел к отходам, описанным в абзаце (i) [2].

Также в обоих законах предусмотрена юридическая ответственность за правонарушения в области использования водных ресурсов. В ВК РФ этому посвящена 7 глава «Ответственность за нарушение водного законодательства», в которой приведены 2 статьи - Статья 68. «Административная, уголовная ответственность за нарушение водного законодательства» и Статья 69 - «Возмещение вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» [1]. В канадском законе существует подпункт «Преступления и Наказание», в котором приводятся 6 статей, относительно правонарушений и наказаний, которые могут выступать в виде штрафов, а так же уголовной ответственности, в зависимости от степени тяжести преступления [2].

В заключение можно сделать следующие выводы. Канадское и Российское водное право действительно имеют ряд схожих черт, что позволяет сравнивать их. На основании этого можно сказать, что в Российском водном праве имеются заимствования положительного опыта Канады в области охраны водных ресурсов, что прослеживается в переходе законодательства от плановой системы к рыночной, однако в Водном кодексе России, в сравнении с Канадским, все еще остаются приоритеты государства, нежели водопользователя. Также положительным опытом, хорошо развитым в Канадском праве и развивающемся в России по примеру Канады, является наделение особыми правами малочисленных народов севера.

#### Литература

1. Водный кодекс Российской Федерации: федеральный закон Российской Федерации. от 03.06.2006 N 74-ФЗ: принят ГД ФС Российской Федерации 12 апреля 2006 г. // Парламент. газ. - 2006. 8 июня; Рос. газ. - 2006. - 8 июня; Собр. законодательства Рос. Федерации. - 2006. - N 23, ст. 2381. - С. 239-351.
2. Canada Water Act. 1985 г.
3. Water Protection Act. 1996 г.

### ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАГУНЫ БЕРР (ФРАНЦИЯ)

К.В. Крохта

Научный руководитель старший преподаватель Н.В. Гусева

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

Берр - озеро лагунного типа во Франции у берегов Средиземного моря; расположено к западу от г. Марсель и к востоку от дельты Роны. Это одна из самых больших средиземноморских прибрежных лагун (155 км<sup>2</sup>). Максимальная глубина составляет 6 м.

Территория побережья лагуны испытывает большую антропогенную нагрузку: активно развитая промышленная зона (нефтехимические заводы, заводы по производству электротехники); большой транспортный поток; электроэнергетика.

В связи со строительством ГЭС в 1966г. на побережье лагуны стала отмечаться отрицательная динамика репродукции растения *Zostera noltii*, которое является эндемичным видом и показателем состояния водной среды. Наблюдения проводились на 4 участках в разных частях побережья лагуны с 1944 по 2004г. [2]. По данным исследователей на популяцию *Zostera noltii* могут влиять физические (температура, мутность, ветер), биологические (бактерии, внедрение/удаление других видов растений) и химические факторы. В данной работе рассмотрено влияние химических факторов на изучаемое растение. К ним можно отнести: загрязнение лагуны тяжелыми металлами, углеводородное, радиоактивное загрязнение, изменение уровня питательных веществ, повышение минерализации, изменение насыщения кислородом.

Целью работы является исследование эколого-геохимического состояния лагуны Берр в связи с сокращением численности растения *Zostera noltii*.

В основу работы положены результаты гидрогеохимического опробования, проведенного в ноябре 2010 г. на пляже Поинг-де-Берр, в ходе которого было отобрано 2 пробы воды и 6 проб донных отложений. Вода отбиралась в районе распространения популяции *Zostera noltii* (ЕВ-1) и в районе выхода сточной трубы, где рассматриваемое растение отсутствует (ЕВ-2).

Макрокомпонентный состав вод проанализирован в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» НИ ТПУ методом ионной хроматографии на приборах Dionex ICS-1000, Dionex ICS-2000, микрокомпонентный - в центре коллективного пользования ТПУ методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Thermo Scientific iCAP 6300 Duo. Анализ донных отложений выполнен в лаборатории химии окружающей среды Университета Прованс, Марсель, Франция.

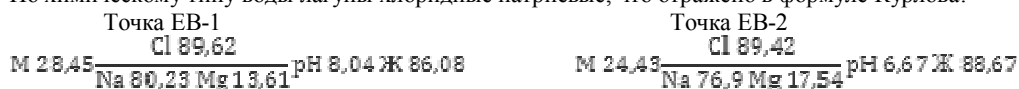
По кислотнo-щелочным условиям воды пляжа Поинт-де-Берр различны. В точке ЕВ-1 они характеризуются значением рН близким к среднему для морских вод, в то время как в точке ЕВ-2 воды более кислые – рН составляет 6,67. (табл. 1). Такая разница, вероятно, обусловлена сбросом вод через сточную трубу (т. ЕВ-2). Также различна и минерализация вод: в точке ЕВ-1 сумма солей составляет 28,4 г/л, в районе выхода сточной трубы (т. ЕВ-2) происходит разубоживание морских вод пресными и минерализация снижается до 24,4 г/л.

Таблица 1

Химический состав вод лагуны Берр (Франция), мг/л

Показатели и элементы	Кларк морской воды	ЕВ-1	ЕВ-2	Элементы	Кларк морской воды	ЕВ-1	ЕВ-2
рН	8,2	8,04	6,67	Al	0,001	0,022	0,008
CO <sub>2</sub>	-	-	16,7	As	0,002	0,004	< 0,001
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-	12	-	B	4,4	4,068	4,132
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	488	177	177	Ba	0,018	0,022	0,021
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2712	2201	1929	Cu	0,00025	0,0037	0,0036
Cl <sup>-</sup>	19400	15437,5	13312,5	Li	0,18	0,101	0,094
F <sup>-</sup>	1,3	0,99	1,35	Mn	0,0001	0,01	0,006
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	22	41,2	Mo	0,01	0,008	0,007
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	1,1	0,5	Pb	0,00003	0,003	0,003
Br <sup>-</sup>	67,3	51,3	40,9	Si	2,1	0,9	0,844
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-	14,8	4,5	Sr	7,9	3,723	3,858
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	10,3	10,7	Ti	0,001	0,005	0,005
Ca <sup>2+</sup>	411	400	300	Zn	0,001	0,01	0,011
Mg <sup>2+</sup>	1290	793	884				
Na <sup>+</sup>	10800	8960	7429				
K <sup>+</sup>	392	365	302				
Минерализация	-	28445,93	24432,54				
Жесткость	-	86,08	88,67				

По химическому типу воды лагуны хлоридные натриевые, что отражено в формуле Курлова:



Особенности ионного состава вод были рассмотрены посредством пересчета содержаний компонентов в солевую форму. Согласно классификации, предложенной М.Г. Валяшко, воды лагуны Берр принадлежит к сульфатному типу рассолов (сульфатномагниевого), случай 1 [1]. Ведущими солями в солевом составе (табл. 2) являются соли хлора, среди которых преобладают MgCl<sub>2</sub> и NaCl. В меньшей степени представлены соли сульфатов (2,89-6,71 мг-экв%), а доля карбонатов незначительная (на них приходится 0,6-0,69 мг-экв%).

Таблица 2

Солевой состав вод лагуны Берр (Франция)

Соли	ЕВ-1			ЕВ-2		
	мг-эквиваленты	мг-эквивалент-%	Вес. %	мг-эквиваленты	мг-эквивалент-%	Вес. %
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,9	0,60	0,24	2,9	0,69	0,24
CaSO <sub>4</sub>	17,1	3,53	1,16	12,1	2,89	0,82
MgSO <sub>4</sub>	28,75	5,94	1,73	28,09	6,71	1,69
MgCl <sub>2</sub>	37,33	7,71	1,78	45,58	10,89	2,17
KCl	9,36	1,93	0,698	7,74	1,85	0,58
NaCl	388,17	80,16	22,69	321,68	76,85	18,8
NaBr	0,64	0,13	0,066	0,51	0,12	0,052
∑ солей	-	100	28,364	-	100	24,352

Особенностью химического состава вод лагуны является повышенное содержание NO<sub>3</sub> в районе выхода сточной трубы (т. ЕВ-2), которое составляет 41,2 мг/л, что почти в 2 раза превышает содержание в т. ЕВ-1 (табл. 1). Природа вод, сбрасываемых через сточную трубу, нам не известна, но возможно повышенное содержание NO<sub>3</sub> связано с качеством сбрасываемых вод. Необходимо отметить, что азотистые соединения наряду с соединениями фосфора характеризуют питательность водной среды. Однако поведение фосфатов в рассматриваемых водах иное чем азотистых соединений. Так, содержания PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> в пробе ЕВ-1 составляет 14,8 мг/л, что более чем в 3 раза превышает содержание в пробе ЕВ-2 (4,5 мг/л).

Анализ микрокомпонентного состава вод показывает, что Sr, Si, Mo, Li, B, Ba накапливаются в водах на уровне или ниже кларка морских вод: для Cu, As, Ti, Zn отмечаются 1,5-5-кратные превышения, а содержание Al,

Mn, Pb превышает кларк в десятки раз (табл. 1). Остальные компоненты содержатся на уровне или ниже кларка морских вод.

Для более полного представления о эколого-геохимическом состоянии природного водного объекта необходимо наряду с водной средой исследовать и состояние донных отложений. Химический состав последних оценен по литературным данным [3]. Донные отложения изучены в 10-ти точках в 1995 и 2009 гг. По данным на 1995г. содержание Cu, Zn, Pb в донных отложениях было значительно ниже фонового, в 2009г. отмечаются значительные превышения по указанным компонентам (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав донных отложений лагуны Берр

Точки опробования		Элементы, мкг/г						Коэффициент концентрации			
		Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn
По данным S.Rigaud (2009)	B-SA1	0,29	23	-	16	77	-	0,94	1,39	1,03	1,10
	V-AERO	0,55	17,5	-	49,5	69,5	-	1,77	1,06	3,19	0,99
	V-CENT	0,82	31,5	-	48,5	116	-	2,65	1,91	3,13	1,66
	V-NORD	0,72	30	-	49,7	158	-	2,32	1,82	3,21	2,26
По данным Henry Augier (1995)	1	3,34	2,19	5,43	14,48	5,75	0,163	10,77	0,13	0,93	0,08
	2	1,17	2,42	5,93	11,88	6,59	0,04	3,77	0,15	0,77	0,09
	3	3,6	3,58	4,76	13,58	39	0,253	11,61	0,22	0,88	0,56
	4	4,31	2,55	5,11	13,54	10,51	0,02	13,90	0,15	0,87	0,15
	5	2,97	2,29	11,12	13,69	30,82	0,033	9,58	0,14	0,88	0,44
	6	3,4	2,29	6,55	14,4	7,8	0,037	10,97	0,14	0,93	0,11
	Фон	0,31	16,5	-	15,5	70	-	-	-	-	-

Таким образом показано, что воды лагуны Берр испытывают значительное антропогенное воздействие. Химический состав вод лагуны в целом соответствуют кларку морских вод, но по ряду компонентов, особенно микроэлементов, мы видим значительные отклонения. Анализ химического состава этих отложений показал, что по данным 1995 г. не отмечалось превышений фоновых содержаний тяжелых металлов, в то время как в 2009 г наблюдаются значительные превышения над фоном по Pb, Cu, Zn. Повышенное содержание указанных компонентов и в водах и в донных отложениях может свидетельствовать о неблагоприятном состоянии лагуны Берр.

Литература

1. Методы анализа рассолов и солей / Под ред. Ю.В. Морачевского, Е.М. Петровой. – М.: Химия, 1964. – 404 с.
2. Guillaume Bernard, Charles F. Boudouresque, Philippe Picon. Long term changes in Zostera meadows in the Berre lagoon (Provence, Mediterranean Sea) // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – Elsevier Ltd, 2007. – 73 –PP. 617 – 629.
3. P. P. Sood, R. Prakash Heavy Metal Pollution, Toxication And Chelation. – Md Publications Pvt Ltd, 1998. – 385

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**  
**К.К. Кузеванов**

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

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

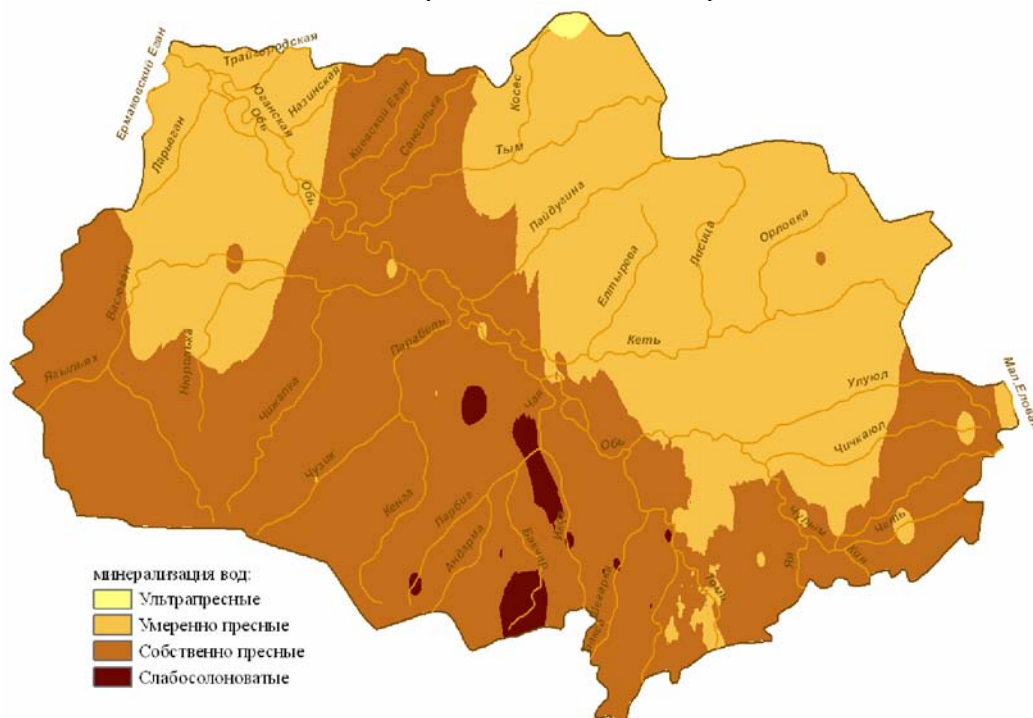
Томская область представляет собой обширную сырьевую базу, расположенную в уникальных природных условиях. Особенности климата и плоский рельеф создают благоприятные условия для питания подземных вод. Большая часть Томской области расположена в пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна. Повсеместно распространены подземные воды различных водоносных горизонтов. Для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения наиболее широко эксплуатируются воды палеогеновых отложений.

Анализ пространственного изменения химического состава подземных вод верхней части геологического разреза важен для выявления закономерностей изменчивости состава подземных вод. Прикладным аспектом исследования может являться районирование территории Томской области по условиям организации централизованного водоснабжения, а так же обоснование выбора наиболее оптимальных технологий водоподготовки подземных вод перед подачей их потребителям.

Площадное распределение минерализации подземных вод палеогеновых отложений носит лоскутный характер (рис.). В основном, подчиняется ландшафтной зональности.

Основную долю площади Томской области занимают воды умеренно пресные (136 380 км2) и собственно пресные (173 096 км2), что в сумме составляет свыше 98% территории области. Развитие вод ультрапресных крайне незначительно и составляет 0,2 % площади на севере области. Слабосоленоватые воды проявляются в виде локальных небольших полей, приуроченных, в основном к долинам рек Парбиг, Чая, Бакчар, Икса. Точечные проявления таких вод отмечены в долинах рек Шегарка и Обь.

По химическому составу воды, в основном, гидрокарбонатные кальциевые с различным содержанием ионов магния и натрия. В меньшей степени воды гидрокарбонатные магниевые и гидрокарбонатные натриевые. Отмечено локальное появление гидрокарбонатно-хлоридных, гидрокарбонатно-сульфатных, хлоридно-гидрокарбонатных и хлоридно-сульфатных вод. Подобные проявления характерны для подкласса слабосоленоватых вод и связаны с явлением перетока из ниже лежащих горизонтов.



*Рис. Общая минерализация подземных вод палеогеновых отложений Томской области*

В целом, подземные воды палеогеновых отложений левобережья р. Обь более минерализованы, и относятся, в основном к подклассу собственно пресных. Подземные воды правобережья р. Обь относятся, в основном к подклассу умеренно пресных.

Таблица

*Распределение площадей общей минерализации подземных вод палеогеновых отложений по минерализации, км<sup>2</sup>/%*

минерализация	площадь	
	км <sup>2</sup>	%
ультрапресные (<0,2 г/л)	590	0,2
умеренно пресные (0,2 - 0,5 г/л)	136380	43,4
собственно пресные (0,5 - 1 г/л)	173096	54,9
слабосоленоватые (1 - 3 г/л)	4328	1,4

#### Литература

1. Ермашова Н.А. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена Томской области в связи с решением вопросов водоснабжения и охраны // Автореферат диссертации канд. геол.-мин. наук. - 1998. - Томск - 44 с.
2. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С., Лычагин Д.В. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Под ред. Д.С.Покровского. - Томск: Изд-во НТЛ, 2002. - 200 с.

### ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ ВЫПАДЕНИЯ СОЛЕЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ ППД ОНБИЙСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.А. Курлянов

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин  
Казанский Федеральный университет, г. Казань, Россия

Отложение солей и коррозия в скважинах являются серьезными проблемами, осложняющими их эксплуатацию в основных нефтедобывающих регионах Российской Федерации. Особо остро эти осложнения проявляют себя на месторождениях, где активно используется система поддержания пластового давления (ППД),



а в качестве рабочего агента в больших объемах используются пресные и минерализованные сточные или биозараженные воды [1].

Солеотложение – один из основных видов осложнений при добыче нефти. Наибольшую остроту в России оно получило на месторождениях Урало-Поволжья, где с середины 1970-х годов темп роста числа солеобразующих скважин за десятилетний период по отдельным районам достигал 20-30 % [2]. В подавляющем большинстве случаев на нефтяных месторождениях этого региона наблюдается фронтальное выпадение гипса в скважинах.

Отложение солей происходит при всех способах эксплуатации скважин, однако наиболее отрицательные последствия возникают при добыче нефти штанговыми глубинными насосами (ШГН) и установками с электропогружными центробежными насосами (ЭЦН). Кристаллические образования неорганических солей на рабочих органах глубинных насосов приводят к повышенному их износу, заклиниванию и поломке вала погружного центробежного электронасоса, заклиниванию плунжера ШГН и т.п. Также оно крайне негативно влияет на безопасность эксплуатации трубопроводов, вызывая усиление локальной коррозии металла труб или уменьшение площади их поперечного сечения, на отдельных участках практически до нуля.

Выпадение солей приводит к снижению дебитов нефти, выходу из строя насосного оборудования, преждевременным ремонтам и авариям. Слой солеотложений толщиной 1,5 мм на трубах диаметром 150 мм увеличивает энергопотребление при транспортировке нефти на 15 %, а толщиной 13 мм – уже на 60 %, что наглядно показывает уровень экономических потерь.

Для месторождений Татарстана характерны сульфатно-кальциевые и бариевые солевые отложения. В целом они не мономинеральные и имеют сложный состав, включающий в себя минеральную и органическую часть. Дополнительными компонентами в отложениях являются сульфаты и карбонаты магния, гидроксиды кальция и магния, окислы (кварц, иоцит, маггемит и др.). Органическая составляющая – это в основном сернистые соединения, асфальтены, смолы, тугоплавкие парафины и др. [3].

Цель работы – определение причин выпадения солей в системе ППД Онбийского месторождения и выявление их минерального состава.

Онбийское нефтяное месторождение расположено в пределах Южно-Татарского свода Волго-Уральской антеклизы. Оно небольшое по размерам, но с чрезвычайно высоким расщеплением запасов по 11 локальным куполовидным участкам в 9 стратиграфических комплексах терригенного девона, а также карбонатного и терригенного нижнего и среднего карбона. Месторождение открыто в 1960 г., а в промышленную разработку введено в 1985 г.

Разработка данного месторождения ведется с использованием метода заводнения продуктивных горизонтов. Для поддержания пластового давления используются нефтяные попутные воды и рассолы заволжского надгоризонта фамена с минерализацией 230-280 г/дм<sup>3</sup>. В системе ППД используются 21 водозаборная скважина, а также 55 нагнетательных. Заводняются следующие горизонты: верейский (московский ярус); башкирский (башкирский ярус); тульский, бобриковский (визейский ярус); кизеловский, упинский (турнейский ярус); кыновский и пашийский (франский ярус).

Летом 2010 года на одной из водозаборных скважин произошел отказ насосного оборудования. В ходе проведения мероприятий по установлению причин отказа в одной из плетей водовода были обнаружены отложения кристаллов гипса. В дальнейшем, при изучении данной проблемы на других водозаборных скважинах месторождения, такие же отложения неорганических солей были выявлены еще на двух объектах. При плановом замере температуры и давления на забое одной из нагнетательных скважин, при подъеме манометра, также были обнаружены небольшие кристаллы гипса. Для исследования причин выпадения солей гидрогеохимическому опробованию были подвергнуты практически все скважины месторождения.

Вероятность отложения сульфата кальция, как основной соли, осложняющей нефтедобычу на данном месторождении, определялась расчетным способом по анализу состава подземных вод заволжского горизонта (70 проб). При этом была использована методика Б.П. Зверева, по которой основным рассчитываемым параметром является дефицит насыщения воды сульфатом кальция [2, 3]. В данном исследовании участвовали воды с минерализацией 230-280 г/дм<sup>3</sup>, общей жесткостью 780-1000 мг/экв, pH 4-6, концентрациями (мг/дм<sup>3</sup>) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 13-450; Ca<sup>2+</sup> - 8000-12500, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - 400-1000. В целом, составы изученных подземных вод не способны отлагать сульфат кальция, в связи с их недонасыщенностью Ca<sup>2+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Поэтому, выпадение гипса на водоводах скважин ППД, вероятнее всего, связано с изменением термобарических условий (т.к. в 2-3 раза снижается давление, а температура понижается с 40 до 7-8<sup>0</sup>С). Дополнительной причиной солеотложения может быть негерметичность эксплуатационных колонн, что определяет возможность перетекания вод с повышенным содержанием SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

#### Литература

1. Геология и разработка крупнейших уникальных нефтяных месторождений России / под ред. Н.Н. Гавуры. В 2 т. - М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 1996. – 2 т.
2. Кашавцев В. Е., Мищенко И. Т. Солеобразование при добыче нефти - М: Орбита-М, 2004 г. - 432 стр.
3. Кашавцев В. Е., Гаттенбергер Ю.П., Люшин С.Ф. Предупреждение солеобразования при добыче нефти – М.: Недра, 1985. – 215 стр.

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА МАВЛЮКЕЕВСКОГО (Г. ТОМСК)

О.О. Левина

Научный руководитель старший преподаватель Е.Ю. Пасечник

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

На территории г. Томска насчитывается около 40 озер, которые нуждаются в исследовании, охране и по мере необходимости в реабилитации. Одним из них является озеро Мавлюкеевское, которое расположено на особо охраняемой природной территории местного значения: «Парк на правом берегу р. Томи».

Целью данной работы является изучение эколого-геохимического состояния озера Мавлюкеевское.

Исследуемое озеро вытянуто с юга на север на 650 м вдоль Эуштинской улицы и береговой дамбы, расположено в зоне частного жилого сектора, который, в настоящее время, интенсивно застраивается, и, соответственно, берега при этом засоряются преимущественно бытовым и строительным мусором. В сравнительно хорошем санитарном и экологическом состоянии находится береговая зона в юго-западной части озера. Дома здесь отсутствуют, берег покрыт травяным покровом, прибрежная полоса залесена молодым сосново-березовым лесом.

Озеро относится к группе террасовых озер-старич, характеризующихся незначительными площадями акватории, низким коэффициентом изрезанности береговой линии и небольшой глубиной. Длина озера 650 м, ширина – 35 м, средняя глубина озера составляет 1,6 м. Площадь водного зеркала равна почти 2,4 га. Объем при полном заполнении – более 22 тыс. м<sup>3</sup>.

В июне 2010 г. по заказу Департамента природных ресурсов и охраны Окружающей среды Томской области были начаты работы по реабилитации данного водного объекта. В итоге были проведены работы по расчистке прилегающей территории от бытового и строительного мусора. На прилегающей к озеру территории в большом количестве имелись крупногабаритные металлические и железобетонные конструкции, деревянные конструкции, шины, остатки кирпича, разрушенные изгороди и т. д. Уборка крупногабаритного мусора была выполнена с использованием ковша экскаватора. Утилизация выполнялась на полигоне бытовых отходов.

Были выполнены работы по расчистке береговой линии озера от древесно-кустарниковой растительности и его акватории от водной растительности. В дальнейшем предусмотрены восстановление травяного покрова на прилегающей территории и высадка кустарниковой растительности для биогенного закрепления берегов.

Также была проведена расчистка дна озера от многолетних донных отложений, остатков древесной и водной растительности. Эти работы выполнялись с использованием плавучего земснаряда «Ватермастер».

Для оценки экологического состояния озера (до очистки) в июне 2009г. было проведено исследование химического состава воды Центром гигиены и эпидемиологии в Томской области. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты химического анализа воды озера (до очистки) [1]

Компонент	Проба	ПДК
рН	8	6-9
Цветность, балл	23,7	20
Мутность, мг/л	1,45±0,15	1,5
Перманганатная окисляемость, мг О <sub>2</sub> /л	6,32	5,0
Fe общ., мг/л	0,96	0,3
Нефтепродукты, мг/л	0.094±0,047	0,1
ХПК, мг/л	48,0	30,0

Из результатов анализа проб воды Мавлюкеевского озера следует, что по величине рН воды в июне были слабощелочными, имели повышенную цветность; мутность, с учетом погрешности, находилась на верхнем пределе допустимых значений, перманганатная окисляемость превышала ПДК; более чем в 3 раза было превышено допустимое содержание железа. Количество нефтепродуктов также близко к верхнему пределу допустимой концентрации. Имеется существенное превышение по ХПК. По остальным показателям качество воды Мавлюкеевского озера не выходило за рамки ПДК.

В соответствии с РД 52.24.643-2002 «Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» было установлено, что качество воды озера по степени загрязненности (по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды) относится к 5 классу - экстремально грязная [1].

Уже после окончания реабилитационных работ, автором были отобраны пробы воды в начале сентября 2010 г. в юго-западной части исследуемого озера, и был проведен химический анализ в Учебно-научно-производственном центре «Вода», результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты химического анализа воды озера (после очистки)

Компонент	pH	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	ОЖ	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	
Размерность	ед. pH	мг/л						мг-экв/л	мг/л			
Проба	9,61	24,0	39,04	47,68	15,98	22,0	7,32	1,7	13,5	8,5	0,044	
ПДК	6-9	-	-	500	350	-	-	7	200	-	3,5	
Компонент	Li	Fe <sub>общ.</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Zn	Cd	Pb	Cu	Минерализация	УЭП	
Размерность	мг/л					мкг/л			г/л	мS/с м		
Проба	0,005	0,49	0,065	3,02	0,5	19	< 0,2	1,2	5,2	0,18	211,9	
ПДК	0,03	0,3	3	45	2 по N	5000	1	30	1000	1	-	

Можно сделать вывод, что содержание железа уменьшилось почти в 2 раза, хотя его концентрация все равно превышает ПДК, а по pH воды стали более щелочными. Остальные исследованные компоненты находятся в пределах нормы.

После, по вышеприведенной методике, была оценена степень загрязненности воды озера. Предварительно была выявлена высокая загрязненность воды, равная 41,7%.

Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды проводят в соответствии с техникой расчета, изложенной в методических указаниях [2]. Результаты расчета даны в таблице 3.

Таблица 3

Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды озера Мавлюкеевское

№	Показатели	Размерность	Проба	ПДК <sub>p</sub>	S <sub>ai</sub>	$\beta_i = \frac{C_i}{ПДК_i}$	S <sub>βi</sub>	$\frac{S_i}{S_{ai} \cdot S_{\beta i}}$
1	O <sub>2</sub>	мг/л	6,83	> 4	-	-	-	-
2	Cl <sup>-</sup>		15,98	300	-	-	-	-
3	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>		47,68	100	-	-	-	-
4	Fe <sub>общ.</sub>		0,49	0,1	4	4,9	2,61	10,44
5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		3,02	40	-	-	-	-
6	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0,065	0,08	-	-	-	-
7	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0,5	0,5	-	-	-	-
8	Нефтепродукты	мкг/л	0,094	0,05	4	1,9	1,9	7,6
9	Cu		5,2	1	4	5,2	2,65	10,6
10	Zn		19	10	4	1,9	1,9	7,6
11	Pb	1,2	100	-	-	-	-	
12	БПК	мг O <sub>2</sub> /л	9	3	4	3	2,38	9,52

Комбинаторный индекс загрязненности воды, S<sub>A</sub>

$$S_A = \sum S_i = 10,44 + 7,6 + 10,6 + 7,6 + 9,52 = 45,76$$

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды, S'<sub>A</sub>

$$S'_A = S_A / N = 45,76 / 12 = 3,81$$

Если S<sub>i</sub> ≥ 9, то находят число КПЗ (критический показатель загрязненности), F, который равен 3 (по количеству компонентов)

Коэффициент запаса k

$$k = 1 - 0,1 \cdot F = 0,7$$

Следовательно, качество воды озера по степени загрязненности с учетом коэффициента запаса относится к 4 «а» классу - грязная.



а)

б)

*Рис. Вид Мавлюкеевского озера со спутника в 2009г. (а) и 2010г. (б)*

Таким образом, из евтрофного заросшего растительностью, с несанкционированными свалками по берегам и многолетними массами донных отложений Мавлюкеевское озеро и прилегающая территория становятся более благополучными в санитарном и экологическом плане средой обитания, на основании сравнения качества воды озера по степени загрязненности (до и после очистки). Таким образом, комплекс проектных решений по реабилитации озера не приводит к ухудшению качества окружающей среды на участке выполняемых работ. Наглядно в этом можно убедиться, сравнив снимки со спутника 2009 и 2010 годов. В дальнейшем для улучшения качества воды следует провести следующие мероприятия:

- организовать биологическую самоочистку озера - заселение прибрежной зоны пруда высшей водной растительностью (около 10 % общей площади пруда);
- провести очистку воды в озере с применением биопрепаратов (альгицидов, бактерицидов), предназначенных для очистки декоративных прудов.

#### Литература

1. Краева Т.Я., Дубинина Ю.А. Пояснительная записка. Предотвращение истощения, ликвидация загрязнения и засорения Мавлюкеевского озера в г. Томске, Томская область. – Томск, 2009 г.
2. РД 52.24.643-2002. Емельянова В.П., Лобченко Е.Е. Методические указания «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям», от 06.12.2002г. – 50 с.

### **ОБРАБОТКА АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕРЕ С НЕРАСТВОРИМЫМ АНОДОМ**

**И.С. Лисина**

Научный руководитель заведующий лабораторией В.Н. Гофман

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

С точки зрения решения экологических проблем при реализации вопросов водоочистки все большее внимание привлекают электрохимические безреагентные методы очистки воды. С практической точки зрения электрокоагуляционный способ обработки воды в сравнении с реагентным имеет ряд преимуществ: отсутствие громоздкого реагентного хозяйства, контролируемость, возможность изменения технологического режима регулированием электрических параметров, простота автоматизации процесса. Необходимо отметить, что в большинстве научных публикаций по электрокоагуляционной очистке воды объектом исследований являлась вода поверхностных источников, в то время как применительно к артезианским водам подобные исследования практически отсутствуют. Учитывая тот факт, что поверхностные и артезианские воды могут существенно различаться по своим физико-химическим показателям, исследование процессов электрокоагуляционной очистки артезианских вод следует рассматривать как актуальную научно-прикладную задачу.

Известно [2], что с точки зрения хозяйственно-питьевого водоснабжения такие артезианские воды невозможно очистить окислительными способами (аэрирование, озонирование и др.) ввиду присутствия в них

значительных количеств кремнекислоты, гуматов железа и марганца, солей жёсткости. В связи с этим поиск эффективных методов очистки этих вод приобретает важное научно-практическое значение.

Модельные растворы готовились таким образом, чтобы содержание внесенных в них примесей в качественном и количественном выражении соответствовало химическому составу природных артезианских вод. В качестве примесных добавок использовались растворимые соли азотнокислого марганца, метасиликата натрия, сульфата двухвалентного железа и гумата натрия, содержащего железо. В результате химический состав исходных модельных растворов имел вид: рН 7,3-8,4; железо 6,9-8,4 мг/л; марганец 0,74 мг/л; кремний 26-33 мг/л; жесткость 3-3,1 мг-экв/л; перманганатная окисляемость (ПО) 4,3-5 мг O<sub>2</sub>/л.

Экспериментальная ячейка представляет собой электролизёр плоскопараллельного типа, в котором анодная и катодная камеры проточного действия разделены полупроницаемой мембраной. Данная мембрана препятствует конвективному перемешиванию объёмов воды анодной и катодной камер. В качестве нерастворимого анода использовалась пластина ОРТА, а катодом служила листовая нержавеющая сталь. Площадь электродов составляла 63,5 см<sup>2</sup>. Исходная вода подавалась насосом в нижнюю часть каждой из камер, расход воды регулировался винтовыми зажимами. Наряду с расходом в процессе опытов измерялись значения напряжения и электрического тока. При выходе воды из камер измерялись значения рН и окислительно-восстановительного потенциала еН.

Результаты экспериментов приведены в таблице 1, где приняты следующие обозначения: j – плотность электрического тока, А/м<sup>2</sup>; Q – удельное потребление количества электричества, Кл/л; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> – концентрации железа и марганца соответственно, мг/л; Ж – жесткость воды, град.

В качестве обобщенной характеристики целесообразно ввести Q, Кл/л – количества электричества, потраченного на единицу объема обработанной воды.

Как видно, с ростом потребленного количества электричества значение рН католита увеличивается. Как следует из диаграммы углекислотного равновесия[1], при значении рН свыше 8,3 происходит образование карбонат-ионов. Эти ионы активно взаимодействуют с катионами железа и марганца, а также с катионами жесткости (Ca<sup>+2</sup> и Mg<sup>+2</sup>) с образованием нерастворимых солей. При этом имеет место интенсивное образование хлопьев, их агрегация и осаждение.

Таблица

Результаты электрокоагуляционной обработки воды.

Проба	j	Q	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Ж	рН	еН
исх.	-	-	6,14	3,60	3,17	7,1	+250
кат.1.	84	800	0,62	0,22	1,62	9,2	-850
кат.2.	120	1200	0,32	0,12	1,02	9,8	-980
кат.3.	156	1410	0,25	0,08	0,59	10,1	-1010
ПДК	-	-	0,30	0,10	7	6÷9	

На рисунке видно, что резкое снижение примесных ионов наблюдается при увеличении рН до 9,2, в то время как при дальнейшем возрастании потребленного количества электричества снижение анализируемых показателей носит более плавный характер.

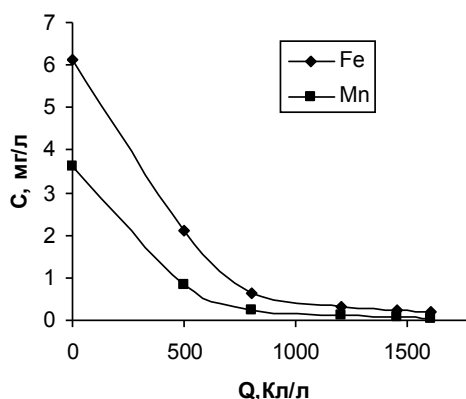


Рис. Характер изменения концентрации железа и марганца в зависимости от удельного потребления количества электричества

Характерной особенностью процесса является тот факт, что вода, выходящая из катодной камеры, приобретает отрицательный окислительно-восстановительный потенциал  $eH$ . По данному показателю католит можно считать «живой водой», полученной способом электрохимической активации обычной питьевой воды. Из данных таблицы видно, что значение рН обработанной воды несколько превышает его нормируемый показатель. Однако, как показали измерения, с течением времени значения  $eH$  и рН католита снижаются и уже через 1,2 – 1,5 часа соответствуют показателям исходной воды. При этом через 30–40 минут после выхода из электрокоагулятора рН католита становится ниже 9, что соответствует нормируемым показателям.

Нетрудно видеть, что в процессе электрокоагуляционной обработки воды с использованием нерастворимого анода достигается эффективное удаление всех примесных веществ за исключением кремнекислоты. Очевидным представляется тот факт, что с увеличением рН наблюдается незначительное уменьшение содержания кремнекислоты, не отвечающее нормативным требованиям.

#### Литература

1. Подготовка воды для заводнения нефтяных пластов / И.Э. Апельцин, Г.К. Максимович – Москва, 1951. – 240 с.
2. Хозяйственно – питьевая и сточные воды: проблемы очистки и использования. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2001.

### МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ВОДОЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕКИСОВСКОГО ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН) С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Лимарева

Научный руководитель доцент А.А. Лукин

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

Целью данной работы является разработка рекомендаций по оптимизации «Программы производственного мониторинга хозяйственно-питьевого водозабора подземных вод ГРП Секисовское» на основе построенной карты гидроизогипс участка хозяйственно-питьевого водозабора.

Актуальность работы обусловлена потребностью предприятия в питьевой воде необходимого количества и качества.

Секисовское месторождение расположено вблизи северо-восточной окраины п. Секисовка, территориально относящегося к Глубоковскому району Восточно-Казахстанской области, в 30 км к северу от г. Усть-Каменогорска. Климат резкоконтинентальный, среднегодовая температура воздуха  $3^{\circ}\text{C}$ , около 5 месяцев температура не поднимается выше  $0^{\circ}\text{C}$  (конец ноября – начало апреля), в этот период подземные воды не получают инфильтрационного питания. Атмосферные осадки в среднем равны 500-600 мм, среднемноголетняя величина испарения с поверхности суши – 400-420 мм [2].

Объект исследования – подземный водозабор – располагается в рудной зоне Секисовского гранитоидного массива. Гидрогеология района определяется расположением его в пределах горно-складчатых структур Алтая Восточного Казахстана. Рельеф района низкогорный с абсолютными отметками 400-600 м. По условиям залегания и литолого-стратиграфической приуроченности подземные воды разделяются на два типа: пластово-поровые кайнозойских отложений и открытой трещиноватости в палеозойских породах. Отложения, вмещающие первый тип, имеют малую мощность. Подземные воды пресные, преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниево-натриевые и кальциево-натриевые с общей минерализацией 0,3 - 0,5 г/л. По степени жесткости – умеренно-жесткие (3,5 - 6,5 мг-экв/л).

Зона трещиноватости выветривания формирует основной водоносный горизонт, который относят к грунтовому типу. Воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-натриевые, реже кальциево-магниево-натриевые с минерализацией 0,2 – 0,5 г/л. Основное питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

С апреля 2009 г. в качестве собственного источника хозяйственно-бытового водоснабжения рудника был определен подземный водозабор. Потребность в воде по балансу водопотребления и водоотведения составила  $13,5 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Сотрудниками предприятия была выработана «Программа производственного мониторинга хозяйственно-питьевого водозабора». По программе режимная сеть ограничивается двумя скважинами – наблюдательной и эксплуатационной. При этом наблюдательная скважина расположена за пределами области, в которой формируются эксплуатационные запасы и потребительские свойства подземных вод водозабора. Программа не позволяет в полной мере решать задачи, связанные с прогнозом изменения количества и качества подземных вод при эксплуатации водозабора.

Первоосновой проектирования и размещения наблюдательной сети локального (производственного) мониторинга водозаборов являются карты гидроизогипс и гидроизопьез эксплуатируемых горизонтов, отражающих природную структуру фильтрационных потоков и условия развития депрессионных воронок [1]. В связи с этим для участка водозабора с целью оптимизации существующей программы нами была построена карта гидроизогипс грунтового водоносного горизонта в зоне трещиноватости выветривания гранитоидного массива (рис.). Карта отразила структуру и все характеристики фильтрационного потока для проектирования и организации наблюдательной сети мониторинга. При построении карты использовалась методика морфоструктурно-гидрогеологического анализа [3]. Основные операционные элементы методики (далее цифры в скобках - № условного знака к карте): на топоснове (1) были проведены три основные водораздельные линии и

две тальвеговые линии (2), проведены границы положительных и отрицательных (3) морфоструктур в поверхности рельефа по ее простираю; по заданному правилу на тальвеговые и водораздельные линии вынесены условные скважины (4), в которых уровень подземных вод такой же, как в эксплуатационной 2э (5); в вертикальных сечениях по тальвеговым и водораздельным линиям построены гипсометрические профили рельефа и прогнозные линии уровней грунтовых вод; по полученным отметкам уровней воды на профилях проведены линии гидроизогипс (6) на плане.

Построенная карта с большой степенью приближения отражает структуру фильтрационного потока в формах уровенной поверхности грунтового водоносного горизонта.

Инженерные объекты промзоны ГРП «Секисовское» как вероятные источники загрязнения подземных вод находятся вне депрессионной воронки и области, формирующей эксплуатационные и потребительские качества воды водозабора. Этими источниками загрязнения могут быть только геологические невыевлённые зоны рудной и рассеянной сульфидной минерализации. Второй возможный источник загрязнения – поверхностные воды р. Волчевки. Руководствуясь предыдущим, нами рекомендуется несколько другая наблюдательная сеть мониторинга. К существующей наблюдательной скважине целесообразно добавить еще две наблюдательные скважины 2р и 3р и один гидрометрический пост на р. Волчевке (рис.).

Скважину 2р расположить 30 м выше эксплуатационной скважины 2э для наблюдения за возможным загрязнением, поступающим с подземным потоком воды из природной области питания. Мы предлагаем функции 2р расширить: пробурить и оборудовать ее как резервную эксплуатационную, поскольку при нештатной ситуации выхода из строя на долгое время скважины 2э ее заменить нечем.

Скважину 3р рекомендуем пробурить в приустьевой зоне р. Волчевки, в 50 м от скважины 2э. Наблюдательная скважина 3р решает две задачи: 1) гидродинамическую – обоснование типа граничного условия русловой зоны р. Волчевки; 2) экологическую – контроль возможного загрязнения за счет поступления речных вод.

Гидрометрический пост на р. Волчевки 1п организуется в створе с наблюдательной скважиной 3р и также решает две задачи: 1) стокую и балансовую – наблюдения за уровнем и расходом речки, оценка режима взаимодействия грунтового водоносного горизонта с рекой; 2) экологическую – наблюдение за составом речных вод. Все три пункта наблюдений должны быть топографически привязаны. Высотная привязка должна отвечать высоким требованиям точности.

За ранее пробуренной наблюдательной скважиной 1н оставить функции фоновой, оценивающей природный режим колебания уровней подземных вод и изменения их состава.

Предусматривается два вида наблюдений: за уровнем подземных и поверхностных вод и за их составом. Требования к методике наблюдений различны для проектируемых скважин 2р и 3р, гидродинамического поста 1п и оборудованной наблюдательной скважины 1н.

*Скважины 2р и 3р. Гидродинамический мониторинг.* Скважины находятся в зоне влияния водозабора. Режим колебания уровней в этих скважинах полностью определяется режимом эксплуатации водозаборной скважины. Этот режим будет периодически повторяться ежесуточно, пока не изменится режим водопотребления и, соответственно, лицензионные условия водопользования. Поэтому скважины 2р и 3р предлагается оборудовать самописцами уровней. Включать самописцы в работу следует синхронно с включением насоса в водозаборной скважине, настроив автоматику на замеры уровней через 10 мин в течение трех суток. Трое суток соответствуют трем периодам в колебательном движении уровней в водозаборной скважине. Так как ресурсная составляющая эксплуатационных запасов водозабора изменяется в соответствие с природным ходом режима в годовом цикле водного стока, то включение самописцев на трое суток следует проводить три раза в год: в конце зимней межени, в конце максимального весеннего подъема и в конце летней межени.

*Скважины 2р и 3р. Гидрогеохимический мониторинг.* Гидрогеохимическое опробование проводить три раза в году в соответствие с отмеченными фазами в режиме водного, в конце трехсуточных циклов измерения уровней в этих скважинах.

*Гидрометрический пост 1п.* Наблюдения за уровнем, расходом и химическим составом воды р. Волчевки в гидрометрическом створе 1п проводить согласованно с наблюдениями и опробованием воды в скважине 3р. При этом в фазе максимума весеннего половодья наблюдения в скважине 3р согласуются с наблюдениями в створе реки как возможного возбуждающего источника колебаний уровней в скважине.

*Наблюдательная скважина 1н.* Методика наблюдений и опробования данной скважины регламентируется методическими указаниями, разработанными для изучения естественного режима подземных вод Республики Казахстан и проводимыми территориальными органами управления геомониторинга [4].

При обосновании рекомендаций мы опирались на построенную карту гидроизогипс, которая отразила, по нашему мнению, существующую природную картину потока подземных вод в грунтовом водоносном

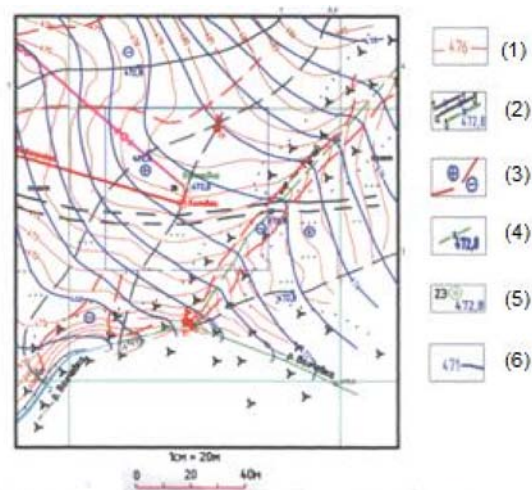


Рис. Карта гидроизогипс участка водозабора

горизонте на участке водозабора. Именно на ее основе при использовании научно-обоснованных методик мы смогли более детально изучить район, объективно оценить ситуацию, обосновать изменения и дополнения в программу производственного мониторинга хозяйственно-питьевого водозабора.

При принятии разработанных нами рекомендаций предприятие обезопасит водозабор от возможного поступления в него загрязняющих веществ.

#### Литература

1. Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Экологическая гидрогеология. – М: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 397 с.
2. Зекцер И.С., Попов О.В. (научн. ред.). Карта основных элементов водного баланса и водных ресурсов СССР//Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. – М.:ГУГК, 1983.
3. Лукин А.А. Опыт разработки методики морфоструктурно-гидрогеологического анализа. – Новосибирск: Наука, 1987. – 112 с.
4. Постановление Правительства Республики Казахстан от 27 января 1997 г. № 106 «Об утверждении Положения о государственном мониторинге недр в Республике Казахстан».

### СОСТАВ ВОД ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ СЕЛА КАРГАСОК (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О.А. Ложникова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

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

Обеспечение населения России качественной питьевой водой является одной из главных государственных задач, которая приобрела особую актуальность в связи с наблюдающимся, практически повсеместно, ухудшением общей экологической обстановки и чрезмерным загрязнением водных объектов и источников водоснабжения. Проблеме питьевого водоснабжения населения страны уделяется огромное внимание. Право граждан России на благоприятную среду обитания, на приоритетное водопользование, удовлетворение физиологических и хозяйственно-бытовых потребностей в воде закреплено законодательством Российской Федерации. Крайне неудовлетворительно обстоит дело с качеством питьевой воды в сельской местности, где централизованным водоснабжением пользуются не более 68 % жителей (около 47 % населенных пунктов). Около 59 % сельских жителей забирают воду из водоразборных колонок централизованного водоснабжения [3]. Ещё несколько лет назад в Каргаске стояла проблема обеспечения населения качественной питьевой водой. В 2006 году Каргасок попал в областную программу «Чистая питьевая вода». В её рамках поменяли технологию очистки, установили озоновый фильтр. Год спустя провели реконструкцию на водозаборе. Сейчас население обеспечивается качественной питьевой водой в достаточном количестве.

Целью данной работы является изучение химического состава вод хозяйственно-питьевого назначения с. Каргасок и определение вод, более пригодных для питьевого назначения.

Территория Каргасокского района расположена на Западно-Сибирской низменности. Большая часть территории низменности – Васюганье – входит в пределы таежной зоны и имеет абсолютные высоты от 100 до 160 м; сложена в основном четвертичными песками и глинами. По характеру рельефа она представляет собой плоскую пологовсхолменную заболоченную равнину[1]. Районный центр – с. Каргасок находится в 427 км от г. Томска. Оно расположено на левом берегу р. Обь рядом с устьем реки Панигадка, вблизи устья реки Васюган. Средний многолетний расход реки Обь в створе с. Каргасок 5480 м<sup>3</sup>/с, объем стока 172,8 км<sup>3</sup>/год.

В с. Каргасок автором были отобраны пробы питьевой воды из центрального водопровода (проба 2) и из подземного колодца на улице Лесная (проба 1); использовались также данные Санитарной эпидемиологической станции с. Каргаска о составе воды из колодца на ул. Партизанская (проба 3) и данные предприятия Каргасокский «Тепловодоканал» - о химическом составе подземных вод палеогенового комплекса из скважин 1 и 2. Также автором отбиралась проба воды из р. Обь (проба 4) с целью оценки пригодности использования данной воды в хозяйственно-питьевых целях как дополнительного источника водоснабжения. Исследования микрокомпонентного и макрокомпонентного составов воды проб 1, 2 и 4 (табл.) проводились в Проблемной научно-исследовательской гидрогеохимической лаборатории (ТПУ).

Для хозяйственно-питьевых целей населением используется, главным образом, вода централизованного водоснабжения. Забор воды осуществляется предприятием Каргасокский «Тепловодоканал» из подземных водоносных отложений палеогенового возраста на глубинах от 102 до 177 м. Эксплуатационный водоносный горизонт – нижнеолигоценые отложения алтынской свиты (P<sub>3at</sub>). Согласно условиям лицензионного соглашения, подземный водозабор состоит из 12 водозаборных скважин. Подземные воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые, нейтральные, содержат значительное количество железа и органических веществ; в некоторых скважинах наблюдается превышения по аммонии, кремнию и свинцу. Очистка воды на станции осуществляется с использованием комплекса водоподготовки «Лотос - 25». Для получения воды питьевого качества станция водоподготовки снижает содержание в воде растворенных газов (сероводород, свободная углекислота), обуславливающих агрессивные свойства воды и препятствующих образованию нерастворимых соединений железа; окисляет органические соединения, двухвалентное железо, аммонийный азот и марганец. Затем удаляет окисленные соединения фильтрованием через зернистую загрузку. В результате после фильтра





В заключение можно сделать следующие выводы: после осуществления программы «Чистая питьевая вода» качество вод централизованного водоснабжения улучшилось. Вода из централизованного источника водоснабжения в основном удовлетворяет нормам ПДКпит.[6], но отмеченное нами повышенное содержание кремния требует мониторинга качества воды на выходе из станции водоподготовки. Воду из нецентрализованного источника водоснабжения не рекомендуется использовать для питьевых целей, т.к. она мало оптимальна для здоровья населения – очень жёсткая, а также наблюдается значительное превышение ПДК [7] по железу; существует возможность микробиологического загрязнения и загрязнения органическими веществами из-за незащищенности с поверхности. Вода из р. Обь не используется в питьевых целях, т. к. возможно ее загрязнение сточными водами; кроме того в воде р. Обь выявлено повышенное содержание железа. Для улучшения качества речной воды требуется строительство станции водоподготовки; это требует больших затрат и нет необходимости использовать поверхностные воды, так как имеются подземные воды в достаточном количестве и качество их удовлетворительное.

#### Литература

1. Геология СССР. Том XIV. Западная Сибирь (Алтайский край, Кемерово, Новосибирская, Омская, Томская области). Часть I. Геологическое описание. Под ред. А.В. Сидоренко. Издательство «Недра», Москва 1967 г.
2. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования и организации к методам контроля качества»
3. Дзюбов В., Алферова Л. И. Статья «Питьевое водоснабжение сельского индивидуального жилья в Западно-Сибирском регионе». Опубликовано в журнале Сантехника №5/2004, Рубрика: Водоснабжение.
4. Зарубина Р. Ф., Копылова Ю. Г. Оценка качества природных вод различного назначения: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Анализ и улучшение качества природных вод», для студентов IV курса, обучающихся по направлению 280400 «Природообустройство» - Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 115 с.
5. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбо-хозяйственных водоемов. – М.: ТОО «Мединор», 1995.
6. Сан Пин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
7. Сан ПиН 2.1.4.1175-02. «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ШАХТНЫХ ВОД ШАХТЫ КОМИССАРОВСКОЙ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАСЕ

**М.В. Нестерова**

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

*Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия*

Массовое закрытие угольных шахт в Восточном Донбассе в 90-е годы прошлого столетия, в основном путем затопления выработанного пространства, привело к формированию обширных потоков загрязнения грунтовых вод региона; началось подземное растекание вод из затопленных шахтных выработок, в которых происходит интенсивное растворение ранее накопившихся в зоне техногенной трещиноватости сульфатов и окисления сульфидов и серы.

С помощью многомерного классификационного G-метода выделено четыре главных типа изменения химического состава шахтных вод.[1,2]

Первый обусловлен развитием интенсивного окисления серы, содержащейся в углях и вмещающих породах. Главную роль при формировании вод второго типа играют процессы окисления сульфидов и процессы смешения с хлоридными водами. В третьем типе происходит рост концентрации хлор-иона за счет притока хлоридных подземных вод при углублении горизонтов отработки угля. Четвертый тип шахтных вод в районе связан с распространением содовых вод, происхождение которых обусловлено их притоком. Главную роль в загрязнении природных вод региона играют шахтные воды первого типа.

Сброс в реки неочищенных шахтных стоков приводит к интенсивному изменению химического состава поверхностных вод. В таблице на примере р.Лихой приведено изменение химического состава вод под влиянием сброса их из шахты Комиссаровской.[3,4]

Воды этой шахты относятся к первому типу.

*Таблица*

*Изменение химического состава вод в р.Лихой*

Наименование пункта наблюдения	рН	Содержание компонентов химического состава воды, мг/л							
		HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na+K	Fe <sub>общ</sub>	Сух. ост
р. Лихая до сброса шахтных вод	7,8	531	786	41	172	123	174	0,15	1720
р. Лихая после сброса шахтных вод	7,0	254	2181	104	252	266	367	39,8	3469

В р.Лихой после сброса шахтных вод снижается рН, в 2 раза возросли концентрации Na, Mg, Cl, в 3 раза увеличилось содержание SO<sub>4</sub>, в 2 раза уменьшилось количество HCO<sub>3</sub>; концентрации Fe возросли в 265 раз. Аналогичные тенденции наблюдаются в большинстве рек Восточного Донбасса.

Река Лихая испытывает основное влияние со стороны сброса шахтных вод ш. Комиссаровская. При ее функционировании минерализация шахтных вод составляла 3000 – 4000, содержание  $\text{SO}_4$  – 2000 - 2500 и железа 30- 40 мг/л; после ликвидации шахты путем затопления выработанного пространства и бурения водовыпускающих скважин, для предотвращения подтопления населенных пунктов, минерализация, сбрасываемых в реку вод, повысилась до 15000 – 18000, содержание  $\text{SO}_4$  – до 10000 – 12000, железа – до 300 – 500 мг/л., т.е. после затопления этой шахты в природно-техногенном резервуаре усилились процессы окисления сульфидов и растворения сульфатов, что привело к резкому росту загрязнения р. Лихая.

В течение длительного времени в изученном регионе происходит интенсивное загрязнение природных вод, что требует принятия реабилитационных мер и мониторинга окружающей среды.

Горно-экологический мониторинг является неотъемлемой частью системы экологической безопасности угольной промышленности и системы прогнозирования негативных техногенных процессов на территории области. Решение экологических проблем, связанных с реструктуризацией угольной отрасли за короткое время, как показывает мировой опыт, невозможно. А это значит, что необходим долгосрочный мониторинг экологической обстановки в регионе и выполнение оперативных мероприятий по обеспечению безопасной жизнедеятельности населения.

### **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНАХ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ТАТАРСТАНА)**

**Д.А. Нигматуллина, Г.А. Тухватуллина**

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

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

Актуальны вопросы [3,5] современного состояния водных ресурсов и динамики изменения во времени их качественных и количественных характеристик. Авторами предпринята попытка их рассмотрения на примере одного из сельскохозяйственных районов Татарстана, отличающегося хорошей гидрогеологической изученностью, в дальнейшем именуемым Печищинским полигоном.

Данный полигон площадью около 100 км<sup>2</sup> расположен на правом берегу р. Волги (Куйбышевское водохранилище), в северной части Приволжской возвышенности, в 6-10 км западнее г. Казани. В тектоническом плане полигон относится к Казанско-Кировскому прогибу Волго-Уральской антеклизы [2], а в гидрогеологическом отношении – это часть Волго-Сурского артезианского бассейна [4]. Верхняя часть разреза здесь сложена комплексами полигенных средне- и верхнепермских, а также четвертичных отложений. На урезе водохранилища (НПУ – 53 м) вскрываются морские сероцветные сульфатно-терригенно-карбонатные образования нижне- и верхнеказанского подъярусов. Абсолютные отметки их распространения – 0-100 м. Казанские отложения с незначительным размывом перекрываются пестроцветной толщей аллювиально-озерных карбонатно-терригенных образований уржумского яруса мощностью 60-70 м, а наиболее верхние гипсометрические уровни полигона – 150-190 м – сложены красноцветными терригенными породами северодвинского яруса. На большей части территории пермские образования перекрыты 1-8 м чехлом четвертичных элювиально-делювиальных суглинков; максимальной же мощностью – до 10-15 м – четвертичные образования характеризуются в относительно крупных речных долинах, обладающих шириной до 0,5 км и направленных к водохранилищу. В данной слоистой толще выделяется ряд гидрогеологических подразделений, связанных межпластовым взаимодействием по схеме А. Н. Мятлева [1]. В пределах Печищинского полигона расположено несколько населенных пунктов с численностью жителей в наиболее крупном из них – ~ 3 тыс. чел. Основной род занятий местного населения – сельскохозяйственное производство, при этом крупных перерабатывающих предприятий и ферм на полигоне нет.

Гидрогеологическую модель Печищинского полигона можно представить в виде двухслойной толщи, осложненной на локальных участках линейными зонами четвертичных врезов. Верхняя часть этой толщи соответствует карбонатно-терригенным образованиям северодвинского и уржумского ярусов, характеризующихся незакономерным чередованием в разрезе слабо выдержанных по латерали прослоев с резко варьирующей водопроницаемостью. Нижняя же часть толщи представлена высокопроницаемыми трещиноватыми латерально выдержанными пачками сульфатно-карбонатных пород казанского яруса. Совокупность литолого-фациальных особенностей и фильтрационных параметров данной модели (верхней части разреза гидрогеосферы до уровня водохранилища) обуславливают:

- преобладание в разрезе вертикальной нисходящей фильтрации;
- локальную обводненность уржумских отложений, что проявляется наличием многочисленных нисходящих родников с расходом до 2-3 л/с и поверхностного стока в тальвегах оврагов, который исчезает при пересечении эрозийными ложбинами казанских отложений;
- преимущественную сдренированность образований казанского яруса;
- отсутствие выдержанных водоносных горизонтов до базисного уровня дренирования.

Химический состав подземных вод уржумских отложений и поверхностных вод небольших водотоков на большей части площади полигона, вне пределов населенных пунктов, по данным сокращенного химического анализа [9] практически идентичен. Это гидрокарбонатные кальциевые или магниевые-кальциевые воды с минерализацией, преимущественно, – 0,2-0,4 г/л, качество которых соответствует питьевому [10]. Формирование

состава этих вод связано с процессами углекислотного выщелачивания карбонатно-терригенных пород, что подтверждается проведенными нами анализами водных вытяжек из основных разновидностей уржумских пород, а также почв и покровных четвертичных образований (при подготовке водных вытяжек использовалась вода варьирующего состава – от дистиллированной с минерализацией 0,04 г/л, что соответствует среднему составу атмосферных осадков в пределах Печищинского полигона [8], до воды гидрокарбонатного кальциевого состава с минерализацией 0,1-0,2 г/л, т.к. обычно таким составом обладают вытяжки при однократном взаимодействии пород с дистиллированной водой).

В пределах и окрестностях населенных пунктов как поверхностные, так и подземные воды уржумского локально водоносного комплекса обычно отличаются сверхпредельными концентрациями нитратов, железа и значениями общей жесткости и перманганатной окисляемости, при этом их минерализация может достигать 1,5-1,8 г/л.

Подземные воды казанских отложений в верхней части своего разреза (на уровне и несколько выше НПУ водохранилища) отличаются гидрокарбонатным и сульфатно-гидрокарбонатным магниевым-кальциевым составом с минерализацией 0,5-0,8 г/л и, преимущественно, питьевым качеством, а в нижней части разреза они характеризуются сульфатным составом с минерализацией до 2-2,5 г/л. Основным гидрогеохимическим процессом, определяющим формирование состава данных вод, является выщелачивание карбонатных и растворение сульфатных пород, что хорошо согласуется с экспериментальными данными по анализу водных вытяжек. Процессы загрязнения вод казанского водоносного комплекса ярко проявляются лишь на отдельных участках его приповерхностного залегания.

Таким образом, формирование состава как поверхностных, так и подземных вод на большей части Печищинского полигона определяется природными факторами и процессами, и основной их объем (это касается в первую очередь подземных вод) в верхней части разреза имеет питьевые качества. На это качество не влияет практически повсеместное использование минеральных и органических удобрений, объем внесения которых, правда, за последние 10 лет существенно сократился. Отсутствие влияния используемых удобрений на состав подземных вод в сельскохозяйственных районах Татарстана было показано и ранее [6]. Постоянные гидрогеохимические наблюдения на площади Печищинского полигона проводятся с 2003 г. и за это время существенных изменений состава природных вод здесь не произошло, за исключением аномально жаркого лета 2010 г., когда уровень Куйбышевского водохранилища снизился на 5-7 м и практически прекратилась родниковая разгрузка вод уржумского комплекса, а степень минерализации природных вод увеличилась на 20-30 %. Печищинский полигон расположен в северо-восточной части Предволжского региона Татарстана, для подземных вод зоны активного водообмена которого отсутствие значимых изменений состава с 1950-х гг. было доказано И. С. Нуриевым [7].

Данные по Печищинскому полигону в определенной степени можно перенести и на другие сельскохозяйственные площади средней полосы европейской России и констатировать, что существенные изменения качественных и количественных показателей поверхностных (речных долин низких порядков) и подземных (верхней части разреза) вод здесь проявлены лишь на локальных участках.

#### Литература

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 351 с.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бурова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
3. Голубев Г.Н. Геоэкология: Учебник. – М.: ГЕОС, 1999. – 338 с.
4. Государственная гидрогеологическая карта России масштаба 1:200000. Средневолжская серия. Сводная легенда / Под ред. Р.К. Шахновой. – Дзержинск, 1993.
5. Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. – Москва: Институт охраны природы и заповедного дела, 1992. – 160 с.
6. Мусин Р.Х., Нуриев И.С. Влияние сельскохозяйственных удобрений на качество грунтовых вод // Ученые записки Казанского госуд. ун-та. Сер. Естеств. Науки. – 2009. – Т. 151, кн. 3. – С. 136-142.
7. Нуриев И.С. Особенности формирования химического состава подземных вод зоны активного водообмена юго-запада Татарстана: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Пермь, 2010. – 23 с.
8. Нуриев И.С., Мусин Р.Х. Ресурсы и условия формирования состава пресных подземных вод в Предволжском регионе Татарстана // Водохозяйственные проблемы и рациональное природопользование: Матер. всерос. научно-практ. конф. с межд. участием. В 2 ч. – Оренбург-Пермь, 2008. – Ч. 1. – С. 239-244.
9. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.
10. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1074-01. – М.: Информ.-издат. центр Госкомсанэпиднадзора России, 2001. – 111 с.

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧУЙСКОЙ ВПАДИНЫ****Л.Э. Оролбаева, Д.П. Клименко**

Научный руководитель доцент Л.Э. Оролбаева

*Кыргызский институт горного дела и горных технологий, г.Бишкек, Кыргызстан*

Подземные и поверхностные воды Тянь-Шаня тесно и сложно взаимосвязаны. В предгорных частях впадин формируются потоки подземных вод за счёт фильтрации поверхностных вод и дренирования подземных вод прилегающих горных массивов. Формирование мощных потоков подземных вод из фильтрационных потерь речного стока начинается при выходе из горного обрамления впадины.

В речных долинах аккумулируется и транспортируется на значительные расстояния не только инфильтрующаяся часть поверхностных вод, но и подземных со всей прилегающей территории. Вследствие этого к речным долинам приурочены наиболее крупные месторождения пресных вод.

Реки Тянь-Шаня в верхнем течении (области формирования стока) практически не подвержены каким-либо загрязнениям. Исключение составляют территории, прилегающие к объектам горнодобывающей промышленности, где происходит атмосферное загрязнение многолетних снегов и ледников, дающих начало рекам.

Отвалы и хвостохранилища, размещенные в руслах и поймах селе- и оползнеопасных рек, законсервированных и почти не контролируемых действующих ныне предприятий горно-добывающей промышленности, являются источниками загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами и представляют угрозу загрязнения водных ресурсов.

Состояние большинства хвостохранилищ и отвалов, находящихся в зоне влияния опасных техногенных процессов, весьма неудовлетворительно.

Прекращение необходимых ремонтно-профилактических работ в последние десятилетия, отсутствие надзора за их состоянием в совокупности с активизацией опасных экзогенных процессов (оползней, селей) превращает эти объекты в серьезную угрозу экологическому состоянию региона и определяет ситуацию с экологической точки зрения как очень сложную.

Одно из наиболее неблагоприятных экологических последствий длительного существования хвостохранилищ - загрязнение подземных вод. Сложность возникающих ситуаций часто обусловлена их непредсказуемостью. Характер и масштабы токсичного и (или) радиоактивного загрязнения подземных вод, площади и скорости миграции этого загрязнения зависят от комплекса факторов, которые достаточно сложно прогнозировать.

В восточной части Чуйской впадины Северного Тянь-Шаня расположены горно-рудные предприятия Ак-Тюз и Орловский горно-металлургический комбинат, а так же нефтебазы, птицефабрики, заводы стройматериалов, комбинаты хлебопродуктов, и прочие объекты, являющиеся потенциальными источниками загрязнения окружающей среды.

Результатом техногенной деятельности явились контрастные полиметаллически-редкоземельно-редкометалльные аномалии в бассейне р.Кичи-Кемин (месторождение Ак-Тюз), аномалии в бассейнах р.р. Бууду, Бюркют, Талдыбулак (месторождения Буурду, Талдыбулак Левобережный). Экологическая опасность в этих районах обуславливается тем, что помимо "обычных макрокомпонентов" - Si, Al, Ca, Mg, Na, K, N, Fe, S - в природный круговорот здесь вовлечены "тяжелые металлы" Pb, Zn, Cu, Ni, Mo, Sb, As, Be, Y и т.д. В связи с этим происходит загрязнение и заражение всех составляющих природной среды - грунтов, вод, растительности.

Хвостохранилища горнорудного района расположенные в восточной части Чуйской впадины содержат торий- содержащие отходы, кадмий, молибден, свинец, цинк, бериллий и влияют на загрязнение окружающей среды. Во всех хвостохранилищах урановое содержание концентратов требует постоянного контроля за состоянием дамбы.

Проведенные эколого-гидрогеологические исследования дают основание заключить, что в целом поверхностные и связанные с ними подземные воды по состоянию на 2010г. не загрязнены и отвечают требованиям, предъявляемым к качеству питьевого назначения. Однако, климатические изменения и связанные с ними природные процессы могут привести в недалёком будущем к ухудшению экологической обстановки. Тенденция потепления климата приводит к устойчивому интенсивному процессу сокращения поверхности ледников, что приведет к первоначальному увеличению водности горных рек и водоёмов. Что в свою очередь будет способствовать развитию паводков, селей и оползней. Эти процессы могут повлечь за собой катастрофическое распространение загрязнений и значительно усложнить экологическую ситуацию.

Сложившаяся геохимическая и радиационная обстановка на исследованной территории позволяют дать следующие рекомендации:

- Бывшие заброшенные склады концентратов необходимо перекрыть нейтральными в радиационном плане грунтами;
- На всех опасных участках необходимо восстановить ограждения и установить предупреждающие знаки;
- Состояние отстойников, вокруг которых расположены населенные пункты, имеют угрожающие значение для местного населения в плане бесконтрольности этих объектов. На этих участках должно проводиться детальное изучение состояния источников загрязнения окружающей среды;

- В пределах аномалий с контрастными содержаниями элементов в почво-грунтах, особенно тяжелых металлов, провести детальные исследования по их содержанию;
- На этих же аномальных участках произвести анализ солевого состава отложений зоны аэрации;
- На выявленных аномальных участках с повышенной радиационной обстановкой провести гамма спектрометрические исследования с раздельным определением содержания U, Th, K и геохимическое определение концентраций тяжелых металлов;
- Систематизировать материалы по изучению минимального и максимального положения уровня подземных вод;
- Вести мониторинг подземных и поверхностных вод с обязательным химическим определением тяжелых металлов: As, Cd, Cr, Si, Pb, Hg, Ni и Zn.

#### Литература

1. Пратов Э.М. Условия загрязнения подземных вод в Восточной части Чуйской впадины. Кыргызская комплексная гидро-геологическая экспедиция. – Бишкек, 2005. – 120 с.
2. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г. Экология горнопромышленного комплекса Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2001. –182 с.
3. Шукуров Э.Д., Оролбаева Л.Э. Комплексный экологический мониторинг высоких горных систем Центральной Азии. – Бишкек 1998. – 157 с.

### ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЕННЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕР БАРГУЗИНСКОЙ ВПАДИНЫ)

Н.А. Пшенникова

Научный руководитель старший научный сотрудник В.А. Бычинский  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Формирование малых озер определяется многими факторами, наиболее важными из которых являются климатические, геоморфологические, гидрогеологические и геологические. Большое влияние оказывают также региональные особенности: северо-восточное простирание высокогорных хребтов и изолированность Баргузинской впадины [1].

Поэтому основная цель настоящей работы – разработка прецизионных методов оценки состава вод в условиях Баргузинской долины. Закономерности, согласно которым устанавливаются равновесия в гетерогенных, многофазных системах, включающих подземные и поверхностные воды, лёд и донные осадки, имеют общегеологическое значение. Именно процесс вымораживания, приводящий к резкой смене окислительно-восстановительных условий, служит первопричиной происхождения различных типов природных вод, формирующихся в сходных гидрогеологических условиях. Здесь уместно отметить, что состав газов, растворенных в подземных и поверхностных водах, находящихся в частично закрытых по отношению к атмосфере условиях, чаще всего трудно определить аналитически. Но именно состав растворенных газов дает возможность наиболее точно раскрыть характерные особенности преобразования природных вод в криогенных условиях. Среди различных подходов моделирования водных систем, применяемых в гидрогеохимии наиболее эффективным является физико-химическое моделирование, основанное на принципах равновесной термодинамики.

Данное исследование базируется на гидрогеологических моделях формирования подземных и поверхностных вод, представленных в опубликованных работах Склярской, Чудненко, Диденкова, Бычинского и др. Моделирование выполнено с помощью ПК «Селектор-W» минимизацией свободной энергии Гиббса [2].

Исследователям, использующим методы физико-химического моделирования, хорошо известно решающее значение полноты химического состава исследуемой системы. В таблице приведены составы наиболее характерных озер центральной части Баргузинской долины.

Для выполнения поставленных задач была сформирована обобщенная модель системы: вмещающие породы - подземные воды - донные отложения - поверхностные (озерные) воды - лёд - атмосфера. Независимые компоненты  $Al - Ar - Na - K - Mg - Fe - Mn - Ca - N - H - O - Si - C - F - Cl - P - S - e$ , где  $e$  – электрон. В список вероятных соединений включено около 300 зависимых компонентов, из них 123 – водные компоненты, 18 – газы и 152 – конденсированные фазы. Термодинамические параметры газов, водных компонентов и минералов взяты без изменений из согласованных баз данных программного комплекса «Селектор-W».

Основной задачей являлось определение физико-химических условий, при которых происходят существенные изменения в составе аутигенной взвеси, формирующей озерные отложения. Несмотря на то, что основное питание озер происходит за счет поступления подземных вод, состав озерных вод определяется в основном равновесием вода – газовая фаза – аутигенные минералы. Поэтому с помощью физико-химической модели мы попытались объяснить закономерности формирования равновесного состава вод и донных отложений в криогенных условиях, учитывая образование льда и присутствия углеводов.

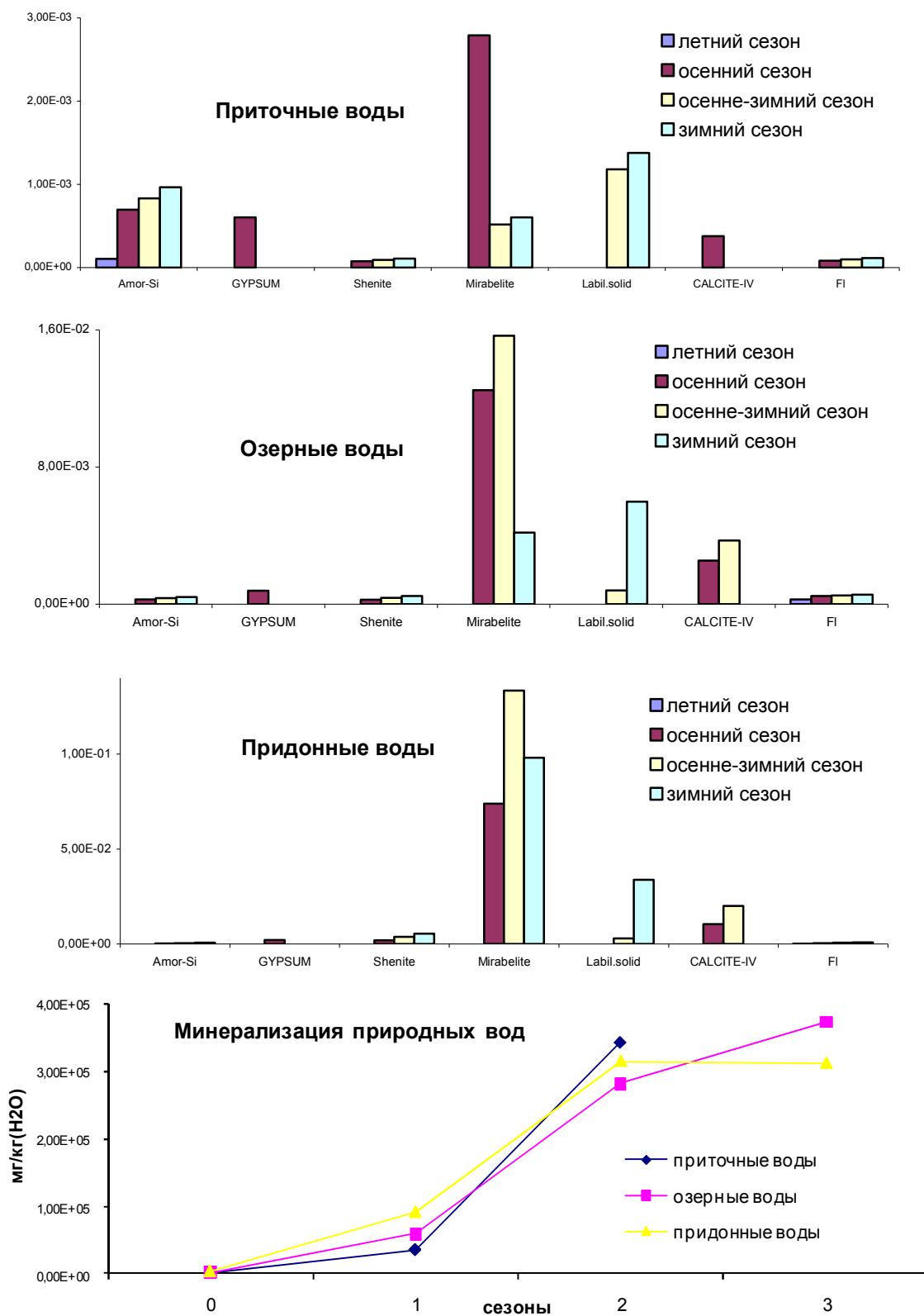


Рис. Изменение минералогического состава и минерализация бессточных озер Баргузинской впадины по сезонам года

Таблица

Химический состав наиболее характерных озер центральной части Баргузинской долины

Объект	№ на карте	HCO <sub>3</sub> , мг/л	Cl, мг/л	SO <sub>4</sub> , мг/л	K, мг/л	Na, мг/л	Ca, мг/л	Mg, мг/л	TDS, г/л	pH
р. Баргузин	916	75	0	9	1,0	2	19	4	0,11	7,7
оз. Безьянское	910	548	55	37	5,5	262	11	3	0,94	8,8
оз. Харомадунское	927	712	4	5	7,1	64	17	102	0,92	9,1
оз. Нуха-Нур	947	3170	298	14	32,9	1342	0	47	4,96	10,1
оз. Б. Алгинское	950	187	66	1950	29,8	842	125	21	3,23	8,4
оз. Турпанье	951	1559	1200	8800	41,0	5412	0	85	17,13	9,6
оз. Гуджирчанское	953	4968	2808	40000	468,0	22050	0	243	70,57	9,6

Согласно предварительным результатам моделирования донные отложения, которые обнаружены в этом озере, не могут образовываться только за счет поступления поверхностных или подземных вод. Установлено, что даже вымораживание поверхностных вод и озерных вод не обуславливает формирование требуемой минеральной ассоциации. Только их взаимодействие с придонными водами приводит к образованию минеральной ассоциации, которую можно обнаружить аналитически, причем оно возможно только в осенний и зимний периоды. Отметим, что если бы процесс образования донных отложений шел только за счет подземных вод, то минеральный состав таких отложений существенно отличался бы от реально существующего состава.

Полученные результаты хорошо согласуются с минерализацией природных вод по сезонам. Минерализация озерных вод по завершению сезонных циклов возрастает (со временем), как это наблюдается в действительности. Состав придонных вод стабилизируется, так как находится в равновесии с донными отложениями, а состав приточных вод в летне-осенний сезон усложняется, в осенне-зимний период или прекращается, что собственно и приводит к росту минерализации озерных вод, поскольку испарение и образование льда продолжают в зимний период.

## Литература

1. Баргузинская котловина. Кол. монография. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1993. – С. 4-16.
2. Бычинский В.А., Карпов И.К., Коптева А.В., Чудненко К.В. Полное и метастабильное равновесие углеводородов в земной коре и верхней мантии // Отечественная геология. 2006, № 2, с. 65-74.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЦВЕТНОСТЬ БОЛОТНЫХ ВОД А.А. Скороходова

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

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

Органическое вещество (ОВ) неотъемлемый компонент природных вод. Его состав и содержание в природных водах определяется совокупностью многих, различных по своей природе и скорости, процессов (Вернадский, 1960; Перельман, 1989; Перельман, Касимов, 1999). Одним из показателей содержания ОВ в водных экосистемах является цветность.

Цветность относится к физико – химическим показателям свойств природной и питьевой воды и характеризует количество, содержащихся в ней окрашенных растворенных веществ. Показатель цветности определяется в градусах платино – кобальтовой или кобальто – бихроматной шкалы фотометрическим методом. В подземных водах норматив значения цветности в зависимости от класса воды подземного водоисточника и находится в пределах 20 – 50 градусов. Значение цветности нормируется для питьевой воды централизованного водоснабжения на уровне 20 градусов, для воды нецентрализованного водоснабжения – на уровне 30 градусов.

Согласно литературным данным [1, 2] цветность природной воды обусловлена наличием в воде органических соединений, главным образом, гуминовых и фульвокислот, связанных с гумусом почвы, имеющих в своем составе хромофорные группировки:  $-NO_2$ ,  $-CH=CH$ ,  $-N=N$  и т.д. Также на цветность воды влияет присутствие соединений железа и других металлов в виде естественных примесей.

Целью работы является изучение химического состава речных и болотных вод, исследование компонентов, определяющих цветность болотных вод. В основу исследований положены материалы изучения состава природных вод района размещения проектируемой Северной АЭС на территории правобережья р.Томь севернее г.Томска в 2008 г. сотрудниками кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Института природных ресурсов ТПУ и Томского филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука СО РАН, полученные при участии автора (лабораторные работы).

В качестве измеряемых компонентов выбраны те, которые обуславливают окраску вод: перманганатная (ПОК) и бихроматная окисляемость (ХПК), железо, марганец и фульвогуминовые кислоты (ФГК). При изучении химического состава вод использовались классические титриметрические методы анализа для определения  $CO_2$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $Fe_{общ}$ ,  $HCO_3^-$ ; потенциометрические методы при определении pH вод. Величины ПОК и ХПК, содержания ФГК определялись титриметрическим методом; величины цветности вод и содержания железа определялись



фотоколориметрическим методом. Для определения органической составляющей вод использовались методы титриметрии и высокотемпературного каталитического окисления (анализатор углерода Vario TOC cube).

По химическому составу исследуемые воды являются гидрокарбонатными кальциевыми. По показателю pH состав вод изменяется от 3,95 до 7,8, общая минерализация колеблется от 14,0 до 87,0 мг/л (табл.1). Из основных биогенных элементов и их соединений присутствуют  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ . Концентрация  $\text{NH}_4^+$  в водах болотных ландшафтов варьирует в пределах от 0,71 до 5,1 мг/дм<sup>3</sup>, среднее значение для исследуемых вод составляет 2,9 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание  $\text{NO}_3^-$  находится в диапазоне 0,6 – 3,4 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация  $\text{PO}_4^{3-}$  в исследуемых водах изменяется в диапазоне 0,08 – 2,7 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица

Среднее содержание органических компонентов,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  Мп в водах, показатели цветности в природных водах района размещения проектируемой Северной АЭС

Компоненты	Реки				Болото				
	р. Шишкобойка	р.Мостовка	р.Камышка	Р.Черная	1	2	3	4	5
pH	5,1	6,15	7,15	7,9	6,7	5,9	4,25	4,65	5,1
M, мг/л	20,5	33,61	86,93	83,14	34,01	35,73	19,88	20,41	35,22
$\text{NH}_4^+$ , мг/л	3,56	1,1	0,82	0,8	0,71	3,35	3,84	3,72	3,56
$\text{NO}_3^-$ , мг/л	3,04	1,36	1,01	0,6	0,6	1,85	1,85	1,94	0,6
$\text{NO}_2^-$ , мг/л	<0,003	0,038	0,016	0,019	0,03	0,044	0,066	<0,003	0,055
$\text{PO}_4^{3-}$ , мг/л	0,534	0,4	0,5	0,2	0,33	0,2	0,2	0,4	0,5
Нефтепрод.	0,021	0,12	0,059	0,039	0,059	0,18	0,106	0,101	0,021
Окисляемость перм., мгO <sub>2</sub> /л	51,2	15,7	19,8	14,8	14,8	88,8	57,6	101,4	70,8
ХПК, мгO <sub>2</sub> /л	64	48	52	100	44	108	92	176	288
Сорг(ХПК), мг/л	24	18	19,5	37,5	16,5	40,5	34,5	66	108
Сорг.(ГК), мг/л	4,8	3,9	5,4	4,5	0,3	4,2	11,4	28,8	10,1
Сорг.(ФК), мг/л	28,6	29,61	16,5	29,7	3	64,8	52,99	157,9	94,1
Цветность, °цв.	732	138	259	96	117	658	570	1240	2035
Геобщ., мг/л	7,55	1,5	3,52	1,32	2,61	8	3,86	9,14	4,3
Mп, мг/л	0,138	0,09	0,11	0,17	0,12	0,13	0,08	0,17	0,16

Примечание: 1 – болото от Мостовки в сторону Кижирово; 2 – зимник, дальняя точка (болото); 3 – болото верховое по дороге на р.Шишкобойка; 4 – болото низинное; 5 – болото у оз.Яково.

Воды рассматриваемой территории отличаются повышенным содержанием органических веществ, причем важная роль в формировании химического состава болотных вод принадлежит водорастворимым гумусовым кислотам, особенно фульвокислотам (ФК), которые, как правило, почти на порядок превышают содержания гуминовых кислот (ГК). Так, содержание ФК для болотных вод составляет 53 ÷ 160 мг/дм<sup>3</sup>, в то время как содержание ГК – 4 ÷ 28 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее содержание органического углерода, соответствующее отмеченному химическому потреблению кислорода (ХПК), составляет 20 мг/л для речных вод и 53 мг/л – для болотных вод (табл. 1).

Концентрации  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  и Мп в водах рассматриваемой территории колеблется в диапазоне 1,3 – 9,1 мг/л и 0,09 – 0,17 мг/л соответственно.

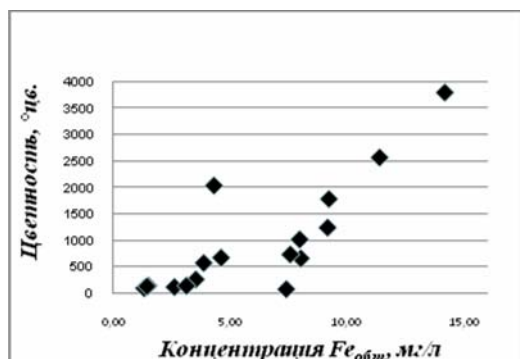


Рис.1. Зависимость цветности воды от концентрации  $\text{Fe}_{\text{общ}}$

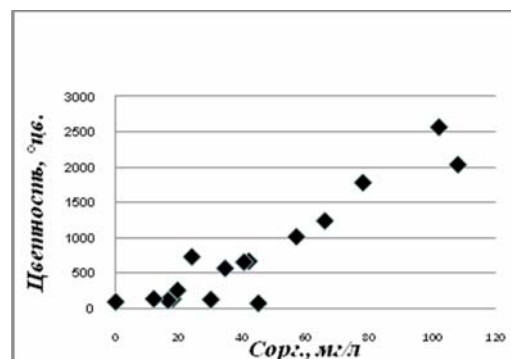


Рис.2. Зависимость цветности воды от концентрации Сорг

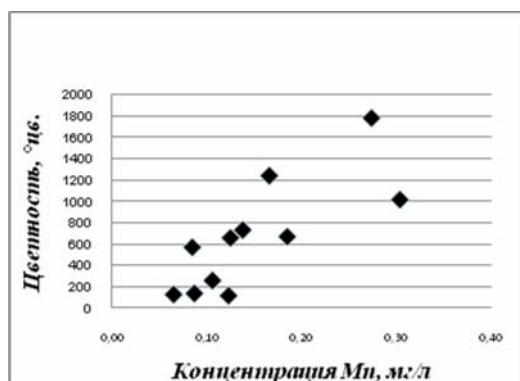


Рис.3. Зависимость цветности воды от концентрации марганца

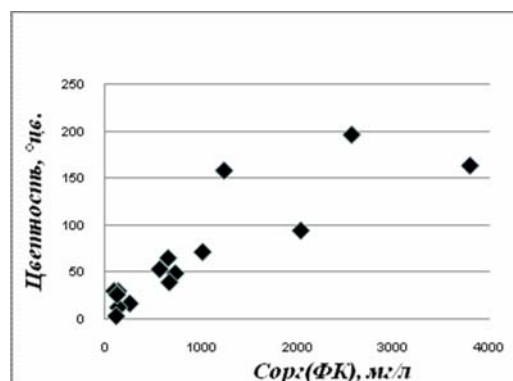


Рис.4. Зависимость цветности воды от концентрации ФК

На рис. 1 – 4 представлены зависимости показателя цветности от параметров, влияющих на окраску исследованных вод. В данном случае можно отметить, что при увеличении параметров органического углерода, ФК, Fe<sub>общ.</sub>, Mn градус цветности тоже увеличивается.

Установлено, что концентрация железа и органических веществ уменьшается при увеличении pH вод.

На основании экспериментальных данных можно констатировать, что цветность исследованных болотных вод в основном обусловлена окраской комплексных соединений Fe (II) и Fe (III) с легко разрушаемыми органическими соединениями.

#### Литература

1. Кирюхин В.К., Мелькановицкая С.Г., Швец В.М. Определение органических веществ в подземных водах. – М.: Недра, 1976. – 192 с.
2. Швец В.М. Органические вещества подземных вод. – М.: Недра, 1973. – 191 с.
3. Труфанов А.И. Формирование железистых подземных вод. – М.: Наука, 1982. – 126 с.
4. ГОСТ Р 52769-2007 Вода. Методы определения цветности
5. Сериков Л.В., Шиян Л.Н., Тропина Е.А., Хряпов П.А. Цветность подземных вод западно – сибирского региона // Известия Томского политехнического университета – Томск, 2009 - Т. 314. № 3 – с.54 – 58.
6. Сериков Л.В., Шиян Л.Н., Тропина Е.А., Видяйкина Н.В., Фриммел Ф.Х., Метревели Г., Делай М. Коллоидные системы подземных вод западно – сибирского региона // Известия Томского политехнического университета – Томск, 2006 - Т. 309. № 6 – с.27 – 31.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВОД РОДНИКОВ ТРОИЦЕ-СЕРГИЕВОЙ ЛАВРЫ

Е.А. Солдатова

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Изучение условий формирования состава природных вод было и остается важной проблемой гидрогеохимии. В настоящее время все большее внимание исследователей привлекают механизмы взаимодействия воды и горной породы, важным вопросом гидрогеохимии становится исследование условий и механизма формирования состава вод с позиции стадийности взаимодействия в системе вода – порода. Классификации вод по химическому составу, разработанные ранее, не всегда отвечают современным потребностям науки, в связи с этим встает вопрос о разработке новых классификаций, отражающих механизмы формирования состава вод.

Целью при исследовании родников Троице-Сергиевой Лавры было изучение условий формирования состава и определение геохимического типа вод, формирующихся в условиях нечерноземной зоны. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучить химический состав подземных вод нечерноземной зоны на примере источника преподобного Саввы Сторожевского, родника Надкладезной часовни и вод Пятницкого колодца Троице-Сергиевой Лавры; исследовать характер равновесия вод с ведущими минералами горных пород; выполнить физико-химическое моделирование геохимических процессов растворения-осаждения минералов.

Опробование на территории Троице-Сергиевой Лавры проводилось 19.08.2010 г.. Изучение химического состава выполнено с использованием различных методов анализа – титриметрических – Т, потенциометрических – П, фотоколориметрических – Ф, атомно-абсорбционных – АА, ионной хроматографии – ИХ в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода» Института природных ресурсов Томского политехнического университета, масс-спектрального с индуктивно связанной плазмой – МС-ИСП в химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Результаты

исследований химического состава вод, приведенные в таблице, показали, что воды опробованных родников околонейтральные с pH 6,78 – 6,97 пресные с минерализацией 790 – 849 мг/л.

Таблица

Химический состав вод родников на территории Троице-Сергиевой лавры, мг/л

Компоненты (мг/л) и показатели	Метод анализа	Место отбора пробы		
		Надкладная часовня	Источник преподобного Саввы Сторожевского	Пятницкий колодец
Удельная электрическая проводимость, мксм/см		1,017	1,085	1,012
pH	П	6,78	6,87	6,97
CO <sub>2</sub> св		30,8	35,2	22
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Т	434,3	437,9	415,3
Cl <sup>-</sup>	Т	70,65	56,4	61,77
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ИХ	92,2	69,9	70
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Т	0,6	0,4	0,5
NH <sub>4</sub>	ИХ	0,43	0,45	0,48
NO <sub>2</sub>	ИХ	0,03	0,02	0,08
NO <sub>3</sub>	ИХ	34,9	88,8	40
F <sup>-</sup>	ИХ	0,12	0,24	0,14
B	МС	0,16	0,075	0,13
Br	МС	0,04	0,053	0,04
J	МС	0,0075	0,013	0,008
Общая жесткость, мг-экв/л		9,5	9,6	8,95
Ca <sup>2+</sup>	Т	138	138	133
Mg <sup>2+</sup>	Т	31,7	32,6	28,1
Na <sup>+</sup>	АА	45	39,4	37
K <sup>+</sup>	АА	2,6	3,2	4,9
Li	МС-ИСП	0,0046	0,0076	0,0057
Al	МС-ИСП	0,00023	0,00029	0,00053
Si	МС-ИСП	20,13	15,25	10,01
Fe	Ф	0,06	0,11	0,14
Sr	МС-ИСП	0,29	0,25	0,29
Ba	МС-ИСП	0,014	0,015	0,055
Минерализация, мг/л		849	847	790

По ионно-солевому составу изучаемые воды относятся к сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатному натриево-магниевому-кальциевому типу (при учёте 10 мг-экв/‰). Характерной особенностью их химического состава является высокая общая жесткость, которая составляет 8,95 – 9,6 мг-экв/л, и содержание кремния, превышающее предельно допустимые концентрации для питьевых вод и находящееся на грани их отнесения к минеральным водам [3]. Микрокомпонентный состав по большинству химических элементов соответствует их содержаниям в речных водах [2]. Значения выше кларковых отмечаются для бора, брома, кремния, фосфора, бария, стронция. Наибольший вклад в микрокомпонентный состав вносят стронций, железо, бор, фосфор (сотни мкг/л), барий, бром (десятки мкг/л). Первые мкг/л составляют йод, литий, хром, мышьяк, марганец, цинк, селен, никель, медь, титан, рубидий и уран. В десятых долях мкг/л присутствуют алюминий, молибден, кобальт. В сотых и тысячных мкг/л представлены иттрий, сурьма, лантан, церий.

Для изучения условий формирования состава вод нечерноземной зоны было оценено равновесие вод родников Троице-Сергиевой Лавры с основными минералами горных пород. При оценке равновесия в системе вода – порода использовались аналитические расчеты с применением методов термодинамики и электронных таблиц MS Excel и расчеты на основе программного комплекса HydroGeo.

В природных условиях не зависимо от глубины залегания и скорости движения вода всегда не равновесна с одними минералами, которые она растворяет, но одновременно равновесна с другими, которые она формирует [4]. По результатам аналитических расчетов было установлено, что воды не насыщены к первичным алюмосиликатам, но находятся в полях устойчивости вторичных минералов. Выполненные расчеты состояния равновесия в системе вода – алюмосиликаты позволяют считать, что система вода – порода прошла путь от стадии насыщения к гидроксидам Al и каолиниту до стадии насыщения к монтмориллонитам.

Особенности вещественного состава пород водоносных горизонтов верхнего карбона, включающих известняки с вкраплениями гипса и ангидрита, к которым относятся воды исследуемых родников, определяют возможность обогащения вод кальцием и сульфат-ионом за счет конгруэнтного растворения карбонатных и сульфатных пород, сформировавшихся в предшествующие эпохи как продукт эволюции системы вода – порода. В этой связи рассмотрена степень насыщения вод к кальциту и гипсу. В результате аналитических расчетов было выявлено, что исследуемые воды достигли равновесия с кальцитом, но не насыщены к гипсу.

При проведении расчетов с помощью программного комплекса HydroGeo в систему были включены следующие элементы:

- Ионы:  $H^+$ ,  $(NH_4)^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Li^+$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $OH^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $Cl^-$ ,  $(NO_2)^-$ ,  $(PO_4)^{3-}$ ,  $F^-$ ,  $(NO_3)^-$ ,  $(SO_4)^{2-}$ ,  $(HCO_3)^-$ ,  $SiO_2$ ,  $H_2O$ .

- Ассоциаты:  $CO_2$ ,  $H_4SiO_4$ .

- Минералы: гиббсит, брусит, каолинит, монтмориллонит, монтмориллонит(Ca), монтмориллонит(Mg), монтмориллонит(K), иллит(K.8), иллит(K), кварц,  $SiO_2$  аморфный, витерит, арагонит, кальцит, доломит, калицит, магнезит, несквегонит, термонарит, натрон(сода), трона, нахколит, стронцианит, сидерит, целестин, барит, ангидрит, меркаллит, кизерит, тенардит, мирабилит, гипс, хлороманганит, карналлит, сильвин, флюорит.

Анализ значений параметра насыщенности (L), полученных при расчете в программном комплексе HydroGeo, показал, что исследуемые воды насыщены ( $L > 0$ ) к гидроокислам Al (гиббситу), глинистым минералам (каолиниту, монтмориллониту, иллиту), кварцу, некоторым карбонатным минералам (арагониту, доломиту). Прослеживается состояние неустойчивого равновесия с кальцитом и баритом, также воды близки к насыщению ( $-5 < L < 0$ ) аморфным кремнеземом, магнезитом, стронцианитом, сидеритом, ангидритом, целестином, гипсом.

Таким образом, по состоянию химического равновесия, воды исследуемых родников относятся к геохимическому типу щелочных и околонеитральных кремнистых карбонатно-кальциевых вод, согласно классификации С.Л. Шварцева [1]. Контролирующими элементами для данного типа являются Si, Ca,  $HCO_3$ , pH. Этот геохимический тип характеризуется равновесием вод с кальцитом и глинами, околонеитральной или щелочной средой, относительно низкими значениями минерализации  $M = 0,6 - 10$  г/л (пресные или солоноватые воды), значительным содержанием кремнезема  $SiO_2 = 10 - 80$  мг/л [1], что соответствует химическому составу исследуемых вод.

Моделирование масштабов вторичного минералообразования в системе вода – порода также было выполнено с помощью программного комплекса HydroGeo. По результатам моделирования из вод родников Троице-Сергиевой Лавры в значительных количествах осаждаются кварц и доломит, в небольших количествах из раствора в твердую фазу переходит монтмориллонит. Наблюдается незначительное растворение кальцита, а также осаждение барита в количествах порядка сотых долей мг/л из вод Пятницкого колодца. Полученные данные подтверждают достижение равновесия вод с карбонатами и их осаждение из вод, а также развитие начальной стадии равновесия и осаждения из вод барита. Это позволяет считать обоснованным выделение кремнистых карбонатно-кальциевых вод, равновесных с глинами и карбонатами и осаждающих из вод доломиты.

#### Литература

1. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: в 5 томах / гл. ред. С. Л. Шварцев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004 – .Т. 2: Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза / отв. ред. Б. Н. Рыженко. – 2007. – 389 с.
2. Краткий справочник по геохимии / Под ред. Г.В. Войткевича и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1977. – 184 с.
3. Солдатова Е.А. Химический состав родников Троице-Сергиевой Лавры // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIV Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2010. – С. 360-362.
4. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1996. – 423 с.

### РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ

**З.Г. Файзрахманова**

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

*Казанский Федеральный университет, г. Казань, Россия*

Цель данной работы – исследование (проверка) наиболее рациональных и эффективных способов очистки воды от железа.

Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Железо реагирует с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами, образуя сложный комплекс соединений, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. В питьевой воде железо может присутствовать также вследствие применения на муниципальных станциях очистки воды железосодержащих коагулянтов, либо из-за коррозии "черных" (изготовленных из чугуна или стали) водопроводных труб. Содержащая железо вода (особенно подземная) прозрачна и чиста на вид. Однако, даже при непродолжительном контакте с атмосферным воздухом, соединение железа  $Fe^{2+}$  окисляется, придавая воде желтовато-бурую окраску. Уже при концентрациях железа выше 0,3 мг/л такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически неприемлемой как для технического, так и для питьевого применения. По органолептическим признакам предел содержания железа в воде практически повсеместно установлен на уровне 0,3 мг/л [2]. Здесь

необходимо подчеркнуть, что это ограничение, прежде всего, именно по органолептическим, а не санитарно-токсикологическим показателям вредности.

Железо в подземных водах обычно находится в форме бикарбоната закисного железа  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  [3]. В случаях подпитки водоносного горизонта поверхностными водами железо в подземных водах может находиться в виде комплексных органических соединений. В восстановительной среде при наличии в воде карбонатов (т.е. при  $\text{pH} > 8,4$ ) из воды может выпасть карбонат железа, а при  $\text{pH} > 10,3$  – гидрат закиси железа. Обычно подземные воды характеризуются  $\text{pH}$  и  $E_h$  условиями, при которых основная часть железа находится в растворенном состоянии (в двухвалентной форме) и не выпадает в осадок [3].

Избыточные концентрации железа в воде могут быть снижены катионированием, однако этот процесс неэкономичен и сложен. Поэтому, чаще всего, для обезжелезивания воды используют следующие методы [3].

- упрощенная аэрация и фильтрование;
- аэрация и фильтрование после окисления закисного железа;
- коагуляция, отстаивание и фильтрование;
- известкование, отстаивание и фильтрование;
- хлорирование и коагуляция или хлорирование и известкование с последующим фильтрованием.

Исследования по обезжелезиванию подземных вод проводились на основе межпластовых вод пермских отложений, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения города Агидель Республики Башкортостан. Эти воды характеризуются варьирующим ионным составом и минерализацией и отличаются сверхпредельными концентрациями железа и марганца, соответственно – до 4,5 и 1,2 мг/л.

Экспериментальные работы включали: на первом этапе – фильтрацию проб подземных вод через песчаный фильтр, на втором – двойную аэрацию с последующей фильтрацией через песчаный фильтр.

Установка песчаного фильтра представляла собой 2 пластиковые трубки (фильтры) длиной по 150 см и внутренним диаметром 41 мм, закрепленные на штативе, специально изготовленном для данного опыта. Фильтр в нижней части был загружен гравием – 30 см, а в верхней – 70 см слоем мелкозернистого песка.

Для аэрации воды использовались два дюралюминиевых сосуда, в которых были просверлены отверстия диаметром 0,5 мм. В первом сосуде с объемом 1 л, диаметром 10 см было просверлено 100 отверстий, во втором – объемом 1,5 л, диаметром 15 см – 225 отверстий. Первый сосуд был установлен на высоте 175 см от земли, второй – непосредственно под первым, на высоте 100 см. Аэрированная вода собиралась в пластиковую посуду объемом 5 л. После аэрации вода, насыщенная кислородом, оставлялась в покое в течении 45 минут для завершения процесса перехода  $\text{Fe}^{2+}$  в  $\text{Fe}^{3+}$  и его гидролиза. Через 45 минут вода пропусклась через песчаный фильтр со скоростью 5 м/ч.

Результаты опыта по обоим использованным методам положительные: концентрация железа в воде при первом способе очистки снизилась с 2,1 мг/дм<sup>3</sup> до 0,26 мг/дм<sup>3</sup>, марганца с 1,04 до 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. При втором способе очистки концентрации железа снизились с 4,37 мг/дм<sup>3</sup> до 0,25 мг/дм<sup>3</sup>, марганца с 1,08 до 0,13 мг/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили, что избыточные концентрации железа (и марганца) в воде можно устранить достаточно простыми и недорогими способами. Используемые методы фильтрования и аэрирования воды могут широко использоваться при организации водоснабжения отдельных мелких водопотребителей.

#### Литература

1. Клячко В.А., Апельцин И. Э. Очистка природных вод – Москва 1971 – 579 с.
2. Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. – Москва: Институт охраны природы и заповедного дела, 1992. – 160 с.
3. Резников А. А., Муликовская А. А., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. – 3-е изд. переработано и дополнено – М.: Недра, 1970. – 488 с.
4. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1074-01. – Москва: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2001. – 111 с.

### ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОЗЕРА ТЁПЛОГО

Е.А. Хахалина

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

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

Водные объекты являются важной составляющей современной городской среды. Учитывая опасность загрязнения, особую актуальность приобретает контроль качества городских водоемов. Поставленная в работе проблема – оценка экологического состояния - является весьма актуальной, поскольку озеро Теплое находится в центре города Анжеро-Судженска и является рекреационной зоной. В тоже время для берегов характерен высокий уровень антропогенной нагрузки.

Целью работы было изучение химического и микробиологического состава акватории озера Тёплого как индикаторов его экологического состояния.

Поставленная цель реализовывалась через решение следующих задач:

1. был изучен литературный материал по данной теме;
2. проведено опробование и выполнены анализы проб воды из акватории озера Тёплого;

3. установлены загрязняющие химические и бактериальные компоненты и сделаны выводы об экологическом состоянии озера Тёплого.

Город Анжеро-Судженск находится на северо-западе Кемеровской области и расположен на водоразделе рек Яя и Мазаловский Китат в пределах Кузнецкого Алатау. Климат по данным Севастьянова В.В. носит умеренно-континентальный характер. Окрестности города представлены в основном типам серых лесных почв: тёмно-серых, серых тяжелосуглинистых. В комплексе с ними по понижениям луговые, болотные, по днищам лугов – луговые и лугово-болотные суглинистые и глинистые почвы.

Озеро Тёплое находится в северо-восточной части Центрального района г. Анжеро-Судженска. Оно образовалось на месте шахты «1-6». Ширина озера – 350 м, длина 450 м, примерная площадь составляет 87 тыс. м<sup>2</sup>. Питание происходит за счёт грунтовых и ливневых вод. Из озера вытекает река Малая Анжера. В радиусе 200 – 50 м вокруг озера находятся различные промышленные и хозяйственные объекты: насыпь железнодорожных путей, автострада, автобусные остановки, городской рынок, магазины («Палата», «Универмаг» и ТЦ «Юбилейный»), ТЦ «Пассаж», спорткомплекс «Юность» и ТЭЦ. В девятисотых годах на месте озера была тайга, в которой даже водились медведи. В 1960 годах ТЭЦ начал использовать озеро для охлаждения оборудования. Воду забирали из озера, а потом горячую выпускали по трубам назад в озеро. В озере стояла деревянная турбина. В 60-тых годах прошлого столетия озеро Тёплое активно использовалось горожанами для отдыха. Жители начинали купание с мая месяца, так как температура воды была 28<sup>0</sup>С. Постепенно озеро уменьшалось, мелело, а также загрязнялось канализационными стоками и бытовым мусором. В 2007 году озеро было благоустроено: очищены берега, построены беседки. Но и в настоящее время происходит загрязнение озера бытовыми отходами объектов, расположенных по его берегам.

Для решения поставленной цели был изучен микробиологический состав воды озера. В зависимости от антропогенной нагрузки по берегам и морфометрических показателей из акватории озера с глубины 50 см были отобраны шесть проб воды. В отобранных пробах выявляли и количественно учитывали органотрофную и автотрофную микрофлору, осуществляющую биогеохимический круговорот основных биогенных элементов: углерода, азота, фосфора и серы. Одновременно изучался химический состав воды и органолептические показатели, как составляющие характеристики среды обитания. Анализ проб проводился в минимальные сроки, минуя стадию хранения.

Результаты химического анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Химический анализ озера Тёплое

Показатели	ПДКр-х	Т.1	Т.2	Т.3	Т.4	Т.5	Т.6
1	2	3	4	5	6	7	8
НСО <sup>3-</sup> , мг/л	-	146,4	155,6	137,3	137,3	158,6	155,6
СL <sup>-</sup> , мг/л	300	74,55	74,55	63,9	67,45	67,45	63,9
SO <sup>2-</sup> <sub>4</sub> , мг/л	100	4	4	4	4	4	4
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	180	95	121	110	142	124	81
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	40	25,01	7,63	4,27	3,05	14,64	25,01
Na <sup>+</sup> , мг/л	120	40	38,2	37,5	35,2	35,7	34,7
K <sup>+</sup> , мг/л		5,9	6,0	5,8	5,9	6,2	6,0
Общ. жёсткость, мг-э/л		6,8	6,7	5,85	7,35	7,4	6,1
NO <sup>2-</sup> <sub>3</sub> , мг/л	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
П.ок., мгO <sup>2</sup> /л		3,6	4,4	5,44	2,7	5,52	4,24
Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,10	2,87	1,06	2,55	0,07	0,17
Fe <sup>общ</sup> , мг/л	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
Fe <sup>3+</sup> , мг/л		-	-	-	<0,3	<0,3	<0,3
Cu, мкг/л	1	2,6	7,6	18	4,7	16	10
Zn, мкг/л	10	22	63	60	35	24	32
Pb, мкг/л	100	2,1	3	3	2,6	2,3	0,75
Cd, мкг/л	5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Вода озера не имеет запаха. По химическим показателям вода озера умеренно пресная, гидрокарбонатная кальциевая. В воде присутствует значительное количество хлора и небольшое количество сульфатов.

Сравнение результатов с нормативами для рыбохозяйственных целей показало, что в воде озера Тёплого количество нефтепродуктов значительно превышает нормативы во всех точках отбора ( в 1,48-57,4 раз). Максимальное количество нефтепродуктов в точке №2, это возможно обусловлено попаданием их со сточными водами от стоящих на берегу гаражей. Также имеются превышения ПДК<sub>р-х</sub> по железу, цинку и меди. Максимальное превышение по меди в точке №3 в 18 раз, минимальная концентрация в точке №1. Максимальное превышение по цинку в точке №2 и №3 в 6 раз.

Таблица 2

Микробиологический состав воды озера Теплого

Физиологические группы бактерий	1	2	3	4	5	6
Этеробактерии, кл/мл	80	10	10	10	10	10
Мезофильные сапрофиты (ОМЧ), кл/мл	20	180	5220	50	220	230
Психрофильные сапрофиты, (РПА) кл/мл	3600	220	4760	3320	1240	2000
Олиготрофы, кл/мл	1800	14000	12000	3300	16000	12000
Индекс олиготрофности	0,5	63,6	2,2	0,8	12,9	6
Нефтеокисляющие, кл/мл	15000	14000	15000	14000	13000	11000
Бензолокисляющие, усл. един.	350	280	340	260	360	240
Пентанокисляющие, усл. един.	150	340	0	260	320	260
Протей, кл/мл	0	180	10	0	220	2000

Как показали проведенные исследования, вода озера содержит разнообразную микрофлору (табл. 2).

Во всех исследованных точках обнаружены энтеробактерии, среди которых присутствует протей. Протей вульгарный является типичным обитателем природных сред, загрязненных органическим веществом животного происхождения. Количество мезофильных сапрофитов, показателей фекального загрязнения воды, составляет от 20 до 5220 кл/мл. Максимальное количество этих бактерий обнаружено в точке опробования №3, где оно более, чем в 100 раз превышает санитарно-гигиенические нормативы. В целом, за исключением точек опробования №1 и №4, количество мезофильных сапрофитов выше принятых нормативов.

Количество психрофильных сапрофитов – основных деструкторов лабильного органического вещества, составляет от 220 до 4700 кл/мл. Максимальное их количество их совпадает с максимальным количеством мезофильных сапрофитов (т.н №3). Индекс олиготрофности, представляющий собой отношение количества олиготрофов к количеству психрофильных сапрофитов, изменяется очень резко, что указывает на разнозначные условия деструкции органического вещества. Низкое значение индекса олиготрофности, выявленное для точек наблюдения №№1 и 4, характеризует застойные условия акватории озера. На других же участках органическое вещество активно перерабатывается микрофлорой, особенно на участке у точки № 2.

В составе органотрофной микрофлоры особенно большим количеством отличаются нефтеокисляющие бактерии: от 11000 до 15000 кл/мл. В воде озера обнаружены также бактерии, окисляющие такие сложные индивидуальные углеводороды, являющиеся индикаторами на присутствие в среде нефти и нефтепродуктов, как бензол и пентан. Пентан является весьма опасным для живых организмов ядовитым углеводородом. Бензол- и пентанокисляющие бактерии, выявленные в воде озера, являются высокоактивными к окислению названных углеводородов практически во всех точках опробования, за исключением т.н. №3. Данные микробиологического анализа по выявлению нефтеокисляющих и углеводородокисляющих бактерий совпадают с данными химического анализа по выявлению количества нефтепродуктов.

Оценка экологического состояния акватории озера Теплое по микробиологическим критериям показывает, что по количеству психрофильных сапрофитов оно является загрязненным, за исключение т.н. №2 (умеренно-загрязненное); по количеству нефтеокисляющих бактерий вода озера характеризуется как умеренно-загрязненная. Таким образом, для озера характерно загрязнение сапрофитами различных трофических уровней (мезофильными, психрофильными) и нефтеокисляющими микроорганизмами. Наличие энтеробактерий и мезофильных сапрофитов характеризует воду как небезопасную для здоровья человека. Присутствие протей говорит о том, что источником загрязнения являются загрязненный органическим веществом береговой сток.

Исследовав озеро Тёплое выявили, что оно не пригодно для рекреационных целей по СанПиН.2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций и концентрация химических веществ не должна превышать ПДК и ОДУ. Озеро может использоваться как эстетический культурный объект в парковой зоне.

Литература

1. Голдаева Н.П., Уколова Т.Ф. и др. Атлас города Анжеро-Судженска. – А-С, 2001
2. Физико-географическая характеристика Г. Анжеро-Судженска и его окрестностей учеб. Пособие; сост. Мершина И.Л. – А-С, 2001
3. ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов»

## ФОРМИРОВАНИЕ СОДОВЫХ ПО СОСТАВУ ШАХТНЫХ ВОД В ГУКОВО-ЗВЕРЕВСКОМ РАЙОНЕ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

М.А. Черникова

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

Южно-Российский государственный технический университет, г.Новочеркасск, Россия

Анализ закономерностей формирования химического состава шахтных, подземных и поверхностных вод Восточного Донбасса – старейшего региона угледобычи в России - важен не только с точки зрения оценки экологического состояния территории, но и с генетических позиций, открывающих принципиально новые возможности использования этих закономерностей. Ниже рассмотрены некоторые аспекты распространения и происхождения в регионе оригинальных по составу содовых вод, которые обнаружены среди шахтных и подземных вод.

По результатам обобщения более 1000 анализов шахтных вод за столетний период (с 20-х годов прошлого столетия до 2006г.) с помощью G-метода многомерного классификационного моделирования [1] выделено четыре главных направления изменения химического состава шахтных вод. В табл. приведен средний состав вод, по которому хорошо видны особенности каждого гидрогеохимического направления.

Таблица 1

Средний состав шахтных вод по геохимическим типам (мг/л и %-моль)

Типы	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CL <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	M
1	6.5	65 2	2900 90	195 8	149 11	286 35	830 54	4390
2	76.8	353 10	1893 67	483 23	76 6	212 30	876 64	3940
3	66.9	299 6	1700 42	1543 52	125 8	284 28	1246 64	5240
4	76.7	545 20	856 39	626 41	39 4	84 15	832 81	2920

Первый тип - кислые сульфатные шахтные воды, значения pH опускается до 2,2, содержание SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> возрастает до 4,0-4,5, а минерализация – до 10 – 11 г/л; воды существенно обогащены Fe, Mn, Al, Cu и другими металлами. Происхождение данного типа связано с интенсивным развитием в горных выработках процессов окисления серы и сульфидов, заключенных в углях и вмещающих породах [2].

Второй тип - хлоридно-сульфатные шахтные воды – формируется в связи, как с процессами окисления серы, так и с притоком хлоридных подземных вод при углублении горных выработок.

В третьем гидрогеохимическом типе еще больше усиливается роль хлоридных ионов, воды становятся сульфатно-хлоридными за счет притока хлоридных подземных вод на глубоких горизонтах отработки угольных пластов, минерализация вод повышается, но процесс окисления серы отходит на второй план.

Четвертый гидрогеохимический тип сформирован из четырех однородных гидрогеохимических видов и свидетельствует о переходе состава шахтных вод от сульфатного к гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридному оригинальному содовому виду. В минерализации вод наибольшую роль играют HCO<sub>3</sub>, Cl и Na; по силе связи с минерализацией компоненты составляют следующий ряд: Na (r=0.77), HCO<sub>3</sub> (0.62), Cl (0.54). Характерной особенностью вод являются очень низкие концентрации Ca и Mg. В среднем по составу воды сульфатно-хлоридные натриевые (табл.). Типоморфными компонентами являются HCO<sub>3</sub> (высокие концентрации), Ca и Mg (низкие концентрации). Происхождение этих вод связано с притоком в горные выработки подземных вод содового состава (обратная гидрогеохимическая зональность), которые представляют большой интерес с генетической точки зрения, поскольку их происхождение связывается авторами с испарительно-конденсационными процессами и наличием в регионе нефте-газовых месторождений.

Воды содового состава обнаружены в 19 из 107 обследованных угольных шахт, то есть в 18% шахт. В южной части региона (Шахтинско-Новошахтинский район) такие воды встречены в 5 шахтах из 39(13%), в центральной части (Гуково-Зверевский район) – в 6 шахтах из 33(18%), в северной части (Донецко-Шолоховский район) - в 8 шахтах из 35(23%), т.е. с юга на север процент шахт с содовыми водами увеличивается [3].

Более детально остановимся на центральном Гуково-Зверевском районе, где содовые воды обнаружены в следующих шахтах: Замчаловская, 60-летия Л.К. (Обуховская), Гуковская, Ростовская, Октябрьская, Антрацит.

В тектоническом отношении шахтное поле Замчаловское расположено на северном крыле Должано-Сулино-Садкинской синклинали. Наиболее крупным разрывным нарушением является Кореновско-Гнилушанский надвиг, секущий шахтное поле в средней его части, имеющий северо-восточное простирание, падение плоскости сместителя на юго-восток под углом от 15° до 65° и амплитуду смещения от 1 до 19 м.

Шахта им. 60-летия ВЛКСМ расположена на северном крыле Сулино-Садкинской синклинали. Из крупных дизъюнктивных нарушений следует отметить Новомихайловский сброс, простиранийся в широтном направлении вдоль северной технической границы шахты. Амплитуда смещения сброса достигает 30м.

Шахта “Октябрьская” прекратила работу в 1996 году после практически полной отработки запасов по пласту  $\epsilon 6$  в пределах технических границ.



Шахта «Гуковская» сдана в эксплуатацию в 1963 г. В тектоническом отношении шахтное поле расположено на северном крыле Должано-Сулино-Садкинской синклинали. Из крупных тектонических нарушений отмечены Главный Гуковский надвиг, ограничивающий шахтное поле с востока, с амплитудой смещения до 40 м. Западнее Главного Гуковского надвига шахтное поле пересекают в меридиональном направлении Платовский и Ивановский сбросы с амплитудами смещения не более 5,0 м, затухающими к югу.

Шахта «Ростовская» сдана в эксплуатацию в 1953г. Шахта расположена на восточной окраине города Гуково. В тектоническом отношении шахтное поле расположено на северном крыле Должано-Сулино-Садкинской синклинали. Крупными разрывными нарушениями являются Главный Гуковский и Чувевский надвиги. Главный Гуковский надвиг является западной границей шахтного поля и влияния на ведение горных работ не оказывает. Чувевский надвиг расположен в средней части шахтного поля и представлен серией мелких разрывных тектонических нарушений, образующих зону нарушения шириной не менее 50 м. С глубиной надвиг затухает, практически не затрагивая разрабатываемых шахтой угольных пластов [4].

Шахта «Антрацит» расположена на северном крыле Должано-Сулино-Садкинской синклинали. Из крупных тектонических нарушений отмечены Западный сброс с амплитудой смещения до 5 м, Ивановский сброс с амплитудой 6÷12 м, Платовский сброс с амплитудой 3÷5 м и Главный Гуковский надвиг с амплитудой смещения до 40 м. Все эти нарушения имеют меридиональное простирание, падение плоскости сместителя на запад с углами 70 – 85° (Западный, Ивановский и Платовский сбросы) и 25 – 40° (Главный Гуковский надвиг). Шахта ликвидирована в 1998г. Горные выработки по пласту  $\delta_{3n}$  было решено использовать для создания рентабельного предприятия – шахты «Платовская».

Все перечисленные шахты расположены рядом друг с другом и имеют гидравлическую связь и в тектоническом отношении приурочены к Должано-Садкинской синклинали. Поступление содовых вод связано с тектоническими нарушениями (Кореновско-Гнилушанский надвиг, крыло Сулино-Садкинской синклинали, северное крыло Должано-Сулино-Садкинской синклинали, Главный Гуковский надвиг, Платовский сброс, Ивановский сброс и т.д.), по которым и происходит подъем их в вышележащие пласты. Можно сделать вывод, что все выходы содовых вод в Центральном районе приурочены к крылу Сулино-Садкинской синклинали, которую также можно считать крылом антиклинали. С этим могут быть связаны возможные нефте-газовые месторождения региона, которые накапливаются в структурах антиклинального типа [5].

#### Литература

1. А.И.Гавришин, А.Корадини. Многомерный классификационный метод и его применение при изучении природных объектов. - М.:Недра, 1994-90 с.
2. А.И.Гавришин, А.Корадини, А.В.Мохов, Л.И.Бондарева. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. Новочеркасск: изд. ЮРГТУ (НПИ), 2003-188 с.
3. М.А.Черникова. Шахтные содовые воды Восточного Донбасса. Материалы Межрегиональной НТК «Студенческая научная весна 2009».Новочеркасск: изд. ЮРГТУ(НПИ). 2009.-с 392.
4. М. А.Черникова. О формировании шахтных содовых вод в Восточном Донбассе. Материалы VII Международной НТК «Проблемы геологии, палеонтологии, геоэкологии и рационального природопользования». Новочеркасск: изд. ЮРГТУ (НПИ), 2009.- с.43-45
5. М. А.Черникова. Классификационный G-метод при изучении содовых шахтных вод Восточного Донбасса. Материалы 58-й НТК профессорско-преподавательского состава, научных работников, аспирантов и студентов ЮРГТУ(НПИ). Новочеркасск: изд. ЮРГТУ (НПИ), 2009.- С.47-50.

### ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ОЗЕРА КИРЕК

Ю.А. Шабалина

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

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

Озеро Кирек – это перспективный объект для курортологического и бальнеологического освоения. Данный объект расположен в 70 км на юго-запад от г. Томска в Томском районе и отнесен к государственному памятнику природы регионального значения.

Площадь озера 0,49 км<sup>2</sup>, оно вытянутую с северо-востока на юг и имеет неправильную форму. Длина озера 1,45 км, ширина 0,4 км при средней глубине 2,7 м. Более глубоководные участки приурочены к центральной и восточной частям озера, где они достигают 7,0 м. В южной части озера отмечаются малые глубины – 0,5 – 2,0 м. По условиям водообмена оно слабо проточное. Из озера вытекает ручей Кирек, впадающий в реку Таган (приток Оби). Вода озера исследована на органическое вещество, сапропели, биологическую активность донных отложений в течение 20-30 лет и к настоящему времени объект достаточно хорошо изучен.

Цель данной работы – характеристика химического и микробиологического состава воды озера Кирек на современном этапе. Предыдущие исследования выполнены НИИ курортологии с 1979 года. Для достижения поставленной цели отобраны 4 пробы, из которых 2 в северо-восточной наиболее глубоководной части и 2 в южной наиболее мелководной. Химический анализ был выполнен сотрудниками НПЦ «Вода» ТПУ. Микробиологический состав изучался в лаборатории микробиологии УНПЦ «Вода» с непосредственным участием автора. Чтобы иметь представление о современном экологическом состоянии озера, были привлечены материалы других исследователей.

В данной таблице презентации представлен перечень изученных компонентов химического и микробиологического состава.

Установлено (таблица 1), что вода озера является слабощелочной, ультрапресной, мягкой гидрокарбонатной кальциево - натриевой. В небольшом количестве присутствуют сульфаты, хлориды, нитриты и нитраты, концентрации которых колеблются в малых пределах. Но наблюдается явное превышение содержания органического вещества (показатель перманганатной окисляемости) над ПДК<sub>р-х</sub> (для рыбохозяйственных водных объектов) почти в 2 раза. Наибольшее его содержание представлено в 5 и 6 точках (8,64 до 9,76 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), а наименьшее - в 4 и 7 точках (5,76 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). В воде озера обнаружены нефтепродукты, их содержание меняется от 0,14 до 0,9 мг/л. Максимальное количество наблюдается в 5 точке и составляет 0,942 мг/л. Минимальное содержание нефтепродуктов выявлено в 4 и 7 точках. Остальные обнаруженные элементы в воде не превышают ПДК<sub>р-х</sub>. Можно предположить, что такое большое содержание нефтепродуктов и органических веществ в воде озера связано с береговым стоком.

В перечень наблюдаемых компонентов микробиологического состава входили бактерии индикаторные на загрязнение фекальное, органическим веществом, в том числе и нефтепродуктами, а так же микроорганизмы, осуществляющие деструкцию минеральных и органических веществ (таблица 2).

В воде озера обнаружены энтеробактерии – обитатели кишечника человека и животных. Максимальное количество энтеробактерий наблюдается в точке №5. Здесь же присутствуют в большом количестве мезофильные сапрофиты, которые так же указывают на загрязнение фекальной микрофлорой. Превышение (> 10 раз) мезофильными сапрофитами санитарно-гигиенической нормы имеется в точке №5 (50кл/мл).

Таблица 1

## Результаты химического анализа воды озера Кирек

Перечень компонентов химического состава и показателей	Ед. измерения	ПДК <sub>р-х</sub>	№ точек опробования			
			№4	№5	№6	№7
			Южная часть озера, мелководная		Северо-восточная часть озера, глубоководная	
pH	ед. pH	6,5-8,5	8,46	8,78	7,88	8,01
Минерализация		-	150,9	137,9	161,9	152,3
HCO <sub>3</sub>	мг/л	-	106	93	120	112
Cl		300	1,14	1,03	1,14	1,03
SO <sub>4</sub>		100	<2	<2	<2	<2
Na		120	6,6	6,7	6,7	6,5
Ca		180	26	22	26	26
Mg		40	6,1	6,1	6,1	4,88
K		50	1,5	1,9	2	1,9
Общая жесткость		мг-э/л	-	1,8	1,6	1,8
Fe <sub>общ</sub>	мг/л	0,1	0,32	0,27	0,32	0,13
Перманганатная окисляемость	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5	5,76	8,64	9,76	5,76
Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,143	0,942	0,375	0,152
NO <sub>2</sub>		0,08	0,01	0,01	0,02	0,007
NO <sub>3</sub>		40	<6	<6	<6	<6

Количество психрофильных сапрофитов – основных деструкторов органического вещества, составляет от 2000 до 4000 кл/мл. Эти микроорганизмы являются основными участниками процесса самоочищения водных сред от органического вещества. По количеству психрофильных сапрофитов вода озера характеризуется как загрязненная.

Наибольшее количество микробов представлено олиготрофами. Это микроорганизмы, которые способны существовать при очень низком содержании органического вещества (меньше 1 мг/л). По соотношению психрофильных сапрофитов и олиготрофов можно судить о направленности процессов самоочищения водных сред, т.е. органическое вещество либо разлагается, либо наоборот идет его накопление в воде. В данном случае индекс олиготрофности больше 1; – это значит, что происходит процесс самоочищения водной среды озера, но с различной скоростью. Максимальное количество олиготрофов наблюдается в 5 точке, где индекс олиготрофности имеет большую величину (370).

В воде озера было обнаружено повышенное количество нефтеокисляющих микробов. Особенно большое их содержание выявлено в точках №6 и №7(самых глубоководных частях озера); здесь их численность почти в 10 раз превышает содержание в мелководной части озера.

Количество фенолоокисляющих микробов в воде озера составляет от 2000 до 8000 кл/мл. Наивысшее их содержание отмечается в точках №5 и №6 - в этих точках высокая фенолоокисляющая активность. Всем этим микробам необходимо для своего существования наличие в воде свободного кислорода.

Таблица 2

Результаты микробиологического анализа воды озера Кирек

Физиологические группы бактерий	Единицы измерения	№ точек опробования			
		№4	№5	№6	№7
Энтеробактерии	Кл/мл	20	110	0	40
Мезофильные сапрофиты		80	520	110	70
Психрофильные сапрофиты		2000	2400	4000	4300
Олиготрофы		130020	890000	32000	41300
Индекс олиготрофности	-	65	370	8	9,6
Нефтеокисляющие	Кл/мл	1300	1640	9300	11300
Фенолоксиляющие		2200	7600	8800	3000
Фенолоксиляющие	Условные единицы	220	500	310	200
Денитрифицирующие	Кл/мл	100	1000	100	1000
Сульфатвосстанавливающие	Баллы/кл/мл	15/1000	15/1000	15/10000	12/1000
Протей	Кл/мл	10	20	0	0

Но в воде озера присутствуют микроорганизмы, которые не требуют присутствия в среде свободного кислорода, а могут дышать кислородом нитратов (денитрифицирующие бактерии) или сульфатов (сульфатвосстанавливающие бактерии). Количество денитрифицирующих составляет от 100 до 1000 кл/мл при наивысшем их содержании в 5 и 6 точках озера.

Сульфатвосстанавливающие бактерий – строго анаэробные бактерии. Для своей жизнедеятельности они используют кислород сульфатов в процессе деструкции органического вещества. Эти микробы активны во всех точках озера, за исключением 7, где содержание бактерий минимальное (12 баллов), но максимальное в 6 точке. В мелководной части озера, а это 4 и 5 точки, обнаружен микроорганизм протей – показатель загрязнения водной среды органическим веществом животного происхождения.

Проведенные исследования показали, что загрязняющими компонентами являются нефтепродукты и органическое вещество. Микробное загрязнение обусловлено высоким содержанием фекальной микрофлоры (энтеробактерии, мезофильные сапрофиты), а так же психрофильными сапрофитами и нефтеокисляющими бактериями. Сравнение полученных автором результатов по микробиологическому составу воды озера с данными других авторов (Тронова 70-й год, Килина 1996 год) выявило одинаковую оценку по санитарно-гигиеническому состоянию озера: как в прошлом, так и сейчас озеро чрезвычайно загрязнено фекальной микрофлорой. Такая ситуация складывается под влиянием антропогенного воздействия, т. к. озеро Кирек активно эксплуатируется как объект рекреации.

Литература

1. Тронова Т.М. Курортные ресурсы и санаторно-курортное лечение в Сибири. – Томск, 1982.-147с.
2. Наливайко Н.Г., Микробиология воды. Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2009.-139с.
3. ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов»

**ЭЛЕМЕНТЫ ВОДНОГО БАЛАНСА УЧАСТКА БАКЧАРСКОГО БОЛОТНОГО МАССИВА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Д.М. Шумакова<sup>1</sup>**

Научные руководители доцент М. В. Решетько<sup>1</sup>, ведущий научный сотрудник Е.А. Дюкарев<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия  
<sup>2</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Болота - неотъемлемая часть ландшафта. Они играют заметную роль в природе, имеют важное научное и хозяйственное значение. Болота оказывают положительное влияние на водный баланс местности, выполняя водоохранную и водозащитную функции. Многие реки берут начало в болотах [1]. Соотношение составляющих водного баланса болот не стабильны во времени. Изменение условий питания и расходования влаги в болоте приводит, согласно уравнению водного баланса, к колебаниям уровня грунтовых вод, который обычно находится близко от поверхности болота и быстро реагирует на изменения составляющих водного баланса. Положение уровня вод относительно поверхности болота является не только основным показателем степени обводненности болот, но и важной характеристикой водного режима болот (влагосодержания). Как известно, изменения уровня воды на болотах определяются целым рядом факторов: осадками, испарением, стоком и водно-физическими свойствами деятельного слоя болот. Поскольку структура и водно-физические свойства деятельного слоя различных болотных микроландшафтов отличаются друг от друга, то даже при одних и тех же погодных условиях колебания уровней воды будут различаться если не характером хода уровня, то его амплитудой [2].

Целью данной работы является оценка водного баланса участка Бакчарского болотного массива. В работе приведены результаты исследования колебаний уровней болотных вод с июня по сентябрь и варианты

математической модели урвневового режима болотных вод, основанной на данных об осадках в точке наблюдений и данных метеостанции Бакчар.

Исследования временных изменений уровней болотных вод на Бакчарском болотном массиве (площадью около 1400 км<sup>2</sup>), расположенном в зоне южной тайги Западной Сибири в междуречье рек Икса и Бакчар в Бакчарском районе Томской области, проводились на территории геофизического стационара «Васюгань» (56°58' с.ш. 82°36' в.д.) Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН. Пункт измерения расположен на низком рьяме олиготрофного болота в 200 м от окраины болотного массива. Мощность торфяной залежи в пункте наблюдений составляет 1,8 м при возрасте около 2600 лет [3]. Растительность представлена сосново-кустарничково-сфагновым фитоценозом. Подробное описание растительности в исследуемом фитоценозе представлено в [4]. Пункт наблюдений расположен на расстоянии 7 км от самого близкого населенного пункта (пос. Полюнянка), и на расстоянии в 200 км от самого близкого города (Томск).

Ряды осадков получены с самопишущего прибора HOBO Rain Gauge RG3-M (США) в виде количества регистраций их изменения на 0,2 мм. Данные переведены в количество осадков, выпавших за текущие сутки на исследуемом участке, выраженное в миллиметрах слоя воды. Суммы осадков за сутки могут варьировать на разных участках болота за счёт отличий в интенсивности и неравномерного их перераспределения по территории.

Ряды данных уровней воды на болоте получены с автоматического измерителя HOBO Water Level Logger U20-001-01 (США), который регистрировал атмосферное давление и давление в воде на некоторой глубине. С помощью дифференциальной методики рассчитывался уровень воды на исследуемой точке. Регистрация данных измерений выполнялась с шагом 15 минут. Для исследования водного режима были найдены среднесуточные значения уровней болотных вод. Общий период измерений данных уровня с 26 мая 2009 г. по 20 мая 2010 г. Данные для уровней болотных вод с 31 июля по 15 сентября 2009 года отсутствуют из-за ошибки оператора при программировании измерителя. На пункте наблюдений УБВ измерялся с периодичностью 3 раза в год и эти значения использовались для корректировки показаний автоматического регистратора.

Анализ рядов данных выполнен с помощью Microsoft Excel, программы, которая представляет возможности статистических расчётов, а также визуального анализа графиков зависимостей. Программой Statistica 8.0 были оценены коэффициенты модели с использованием множественной регрессии [5].

Совместный анализ временного хода сумм суточных осадков и изменений уровня воды показал, что, как правило, интенсивному выпадению дождей соответствует резкое повышение уровня воды. Последнее может происходить с запаздыванием, связанным со стеканием дождевой воды с вышерасположенных элементов болота. Сделано предположение, что запаздывание в большинстве случаев составляет 2 суток, что в последующем подтвердилось, так как изменения уровня воды совпали со значениями наиболее интенсивных осадков.

Анализ взаимосвязи между изменением уровня и суммой суточных осадков показал, что существует линейная связь между исследуемыми величинами. Она свидетельствует, что чем больше выпадает осадков, тем интенсивнее будет изменение уровня воды. Из рассмотрения мы исключили дни с незначительными осадками (меньше 1 мм). В некоторых случаях видно, что небольшие осадки вызывают сильное повышение уровня. Это может объясняться, например, наличием осадков до этого дня, или же небольшим расходом воды на испарение, поверхностный и подземный отток из болота для данных суток.

Коэффициент детерминации установленных линейных зависимостей составляет 0,59 и 0,67 для 2009 и 2010 года соответственно. Таким образом, можно говорить о том, что подъём уровня вод приблизительно на 60 % определяется выпадением осадков.

Выполненный анализ хода уровней болотных вод и сумм осадков суточного разрешения позволил сформулировать гипотезы, которые далее использованы для разработки модели урвневового режима болотных вод.

Рассмотрим уравнение водного баланса для точки наблюдений, которое будет включать в себя приходную часть, состоящую из получения влаги за счёт атмосферных осадков и притока воды с прилегающих повышенных частей рельефа. Предположим, что приток воды зависит от интенсивности осадков, выпадавших в предыдущие дни, а интенсивность стока связана с уровнем воды в точке наблюдений. Тогда уравнение баланса запишется следующим образом:

$$dW = W_1 - W_0 = k_0 P_0 + k_1 P_1 + k_2 P_2 - k_S (W_1 - W_m), \quad (1)$$

где  $W_0$  – уровень воды в текущий день,  $W_1$  – уровень воды в предыдущий день,  $P_0, P_1, P_2$  – суммы осадков текущего предыдущего и предпредыдущего дня,  $k_0, k_1, k_2$  – коэффициенты трансформации осадков, показывающие какая доля осадков идет на изменение уровня,  $k_S$  – коэффициент интенсивности стока,  $W_m$  – минимальный уровень воды после достижения которого сток прекращается.

Коэффициенты модели были оценены из данных измерений с использованием множественной регрессии для 2009 и 2010 гг. По значениям коэффициентов можем определить величину минимального уровня ( $W_m$ ), после которого сток практически прекращается. Полученный уровень располагается на глубине 19 и 37 см для 2009 и 2010 гг. соответственно.

Проверка модели производилась сравнением уровней вод на болоте, рассчитанных по модели с помощью осадков на исследуемой точке, и уровней замеренных автоматическим прибором. Уровень рассчитывался следующим образом:

$$W_1 = (W_0 + k_0 P_0 + k_1 P_1 + k_2 P_2 + k_S W_m) / (1 + k_S), \quad (2)$$

Прогнозные значения УБВ в целом удовлетворительно повторяют ход наблюдаемых изменений уровней. Наибольшие расхождения между прогнозными и фактическими значениями получаются для пиковых всплесков в изменении уровня воды, для которых предсказанные значения гораздо ниже наблюдаемых (до 8,5% от амплитуды колебания уровней).

Рассматривалась зависимость изменения уровней болотных вод на исследуемой точке и уровней, рассчитанных по осадкам на ближайшей метеостанции Бакчар. В целом, кривые повторяют ход друг друга. Следовательно, значения осадков на станции Бакчар могут быть использованы для расчёта изменения уровней болотных вод за период с 1999 по 2010 гг. (рис.).

На рисунке отображено колебание УБВ за период с 1 июня по 30 сентября 2008 г., скорректированного относительно уровней, измеренных в период проведения экспедиций.

Разработанная модель удовлетворительно согласуется с данными натурных наблюдений. Уровни болотных вод, рассчитанные с использованием данных по осадкам метеостанции Бакчар, могут быть использованы для анализа изменения уровней вод на исследуемом участке болота или динамики процессов в болотных экосистемах.

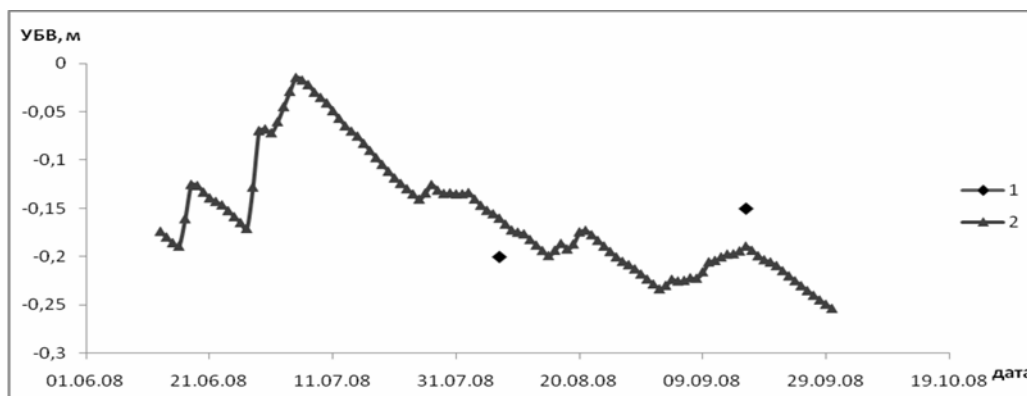


Рис. Модель поведения уровней болотных вод за период 2008г. с использованием коэффициентов 2009г. (1 - УБВ рассчитанные по модели и скорректированные, 2 - УБВ измеренные во время экспедиции).

#### Литература

1. Денисенков В.П. Основы болотоведения: Учеб. Пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та. 2000. – 224 с.
2. Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири. Под. Ред. С.М. Новикова – СПб. : ВВМ, 2009. – 536 с.
3. Дюкарев Е.А., Головацкая Е.А. Моделирование водного режима олиготрофного болота / Материалы третьей всероссийской конференции с международным участием «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов» 24-28 августа 2010- Барнаул: изд-во АРТ, 369-371 с.
4. Головацкая Е.А., Порохина Е.В. Ботаника с основами фитоценологии: Биологическая продуктивность болотных биогеоценозов. Учебно-методическое пособие/ Под ред. к.б.н., доцента В.А. Дырина. – Томск: Издательство Томского гос. пед. ун-та, 2005. – 64 с.
5. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

## Секция 6

# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГРАВИМЕТРИИ, ГЕОТЕРМИИ И ГЕОХИМИИ ПРИ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЙ ОЦЕНКЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

В.И. Исаев, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Введение.** На примере Югорской зоны нефтенакопления (центральная часть Западно-Сибирской плиты) выполнена оценка перспектив нефтегазоносности доплитного комплекса и юрско-меловых отложений на базе интерпретации геолого-геофизических и геохимических материалов, определены первоочередные зоны и объекты для постановки геологоразведочных работ.

**Актуальность.** На структурной карте по отражающему горизонту А (рис. 1) в центральной части Западно-Сибирской плиты в зоне, расположенной между Сургутским сводом на востоке и Красноленинским сводом на западе, обособляется серия положительных структур, которая выделена в качестве положительной структуры Югорского свода [1]. Эта группа поднятий в рельефе кровли юры не объединена в единый тектонический элемент и для мезозойско-кайнозойских отложений рассматривается академиком А.Э. Конторовичем как Югорская зона нефтенакопления [2]. По своим размерам рассматриваемая территория аналогична Сургутскому, Красноленинскому и Нижневартовскому сводам - гигантским зонам нефтегазонакопления и может быть сопоставима с ними по ресурсам. Это предопределяет актуальность и практическую значимость выполненных исследований.

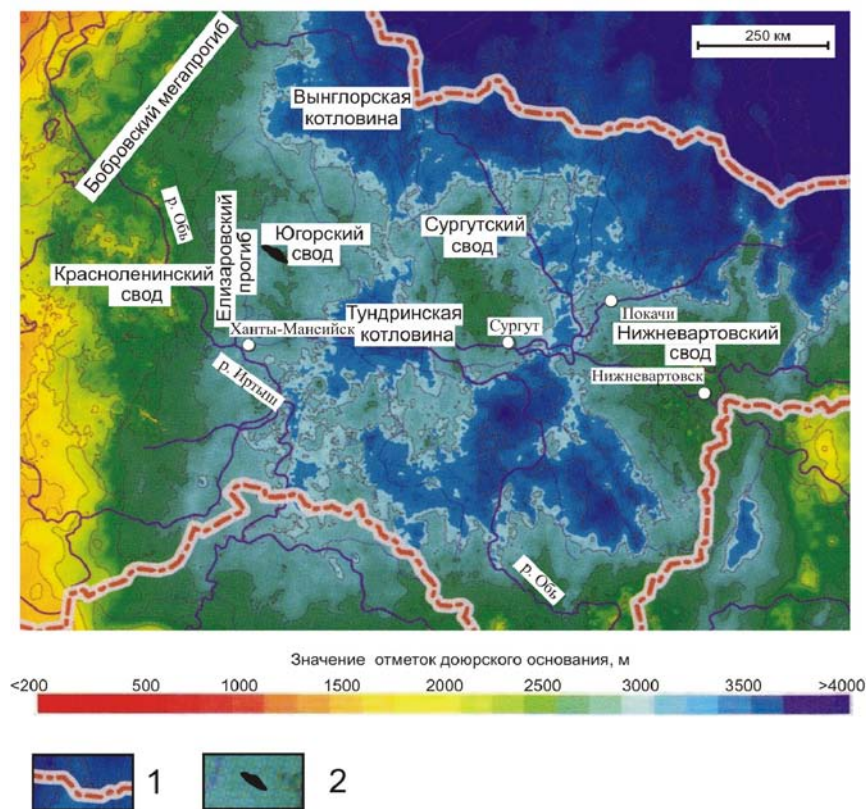


Рис. 1. Фрагмент структурной карты по поверхности доюрского основания осадочного чехла центральной части Западно-Сибирской плиты [3]: 1) административная граница Ханты-Мансийского автономного округа; 2) положение Верхнеяминского вала

**Решение задачи исследований включало следующие этапы.** 1. Построение на базе геоплотностного моделирования моделей геологического строения и прогноз нефтегазоносности меловых, юрских отложений и доплитного комплекса вдоль регионального сейсмического профиля, пересекающего основные положительные

структуры Югорской зоны. Анализ геохимических и температурных данных, прогнозирование очагов генерации юрских нефтей и зон их аккумуляции в пределах Верхнеляминского вала, расположенного в центральной и западной частях Югорской зоны (рис. 1). 3. Оценка нефтегазоносности локальных объектов Югорской зоны (показано на примере Восточно-Панлорской площади, расположенной на северо-восточном склоне Верхнеляминского вала, рис. 2).

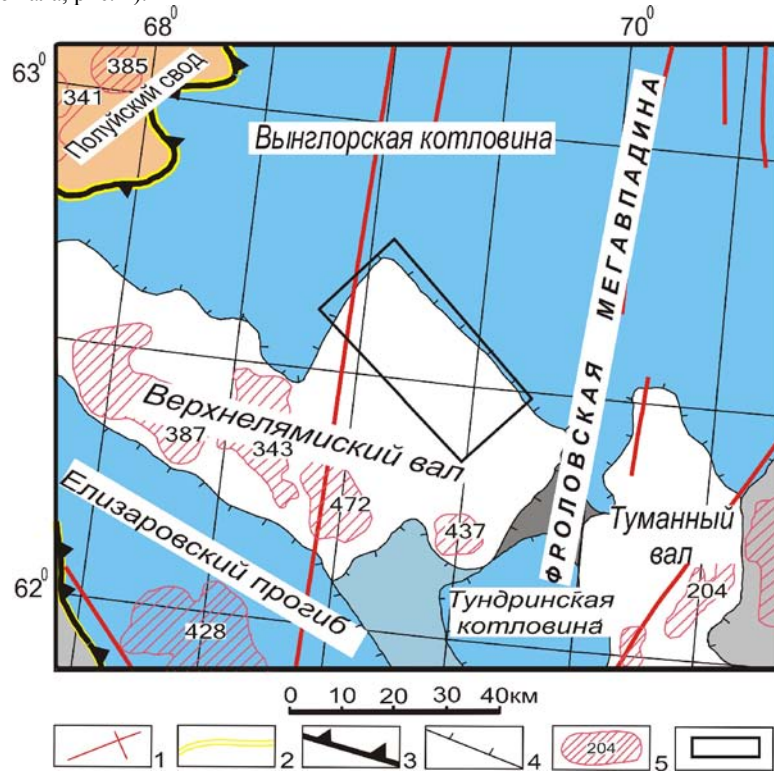


Рис. 2. Фрагмент тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты [3]: 1 - тектонические нарушения; 2 - границы геоблоков; 3 - границы тектонических элементов I порядка; 4 - границы внутреннего районирования; 5 - месторождение углеводородов; 6 - Восточно-Панлорская площадь

**Применен комплекс современных методик нефтегеологического моделирования:** 1) геоплотностное моделирование на основе решения обратной задачи гравиметрии в режиме формализованного подбора для сложных блоково-слоистых разрезов [4]; 2) геотемпературное моделирование и палеотектонические реконструкции на основе решения прямой и обратной задач геотермии в условиях седиментации, с учетом палеоклимата и данных лабораторного изучения градаций катагенеза по отражательной способности витринита в породах, слагающих разрез [5]; 3) методика оценки продуктивности ловушек по аномалиям концентраций ароматических углеводородов в приповерхностных отложениях [6].

**Практические результаты работы.** 1. Выполнено сопоставление месторождений, распространения нефтегазоносных комплексов с установленной моделированием в гравитационном поле плотностной структурой фундамента и плитного чехла. Установлена связь плотностной структуры с крупными месторождениями. Выделенные зоны разуплотнения отождествляются с резервуарами, каналами миграции и материнскими толщами. На этой основе выполнен прогноз ряда зон нефтегазоаккумуляции в доюрском разрезе и плитном чехле (рис. 3). В восточной части территории исследований с зоной разуплотнения доюрской толщи и меловых отложений коррелируют Ай-Пимское нефтяное месторождение с залежами в средне-, верхнеюрском и меловом НГК и Северо-Камыньское месторождение с залежами нефти в верхнеюрском и меловом НГК (рис. 3,А). Западная же часть территории (сочленение Верхнеляминского и Туманного валов), расположенная также над разуплотненными доюрской и меловой толщами, может являться перспективной зоной в отношении скопления УВ в юрском и меловом НГК. Разуплотненные триасовые эффузивы кислого состава (Т), органогенные известняки девона (D) могут служить резервуарами для нефтей (?), газоконденсата и газа, генерируемых глинистыми прослоями девона. Генерация нефти на Итьяхском месторождении связана, вероятно, с нефтематеринскими верхнеюрской тутлеймской свитой (tt) и нижнеюрскими радомской (rd) и тогурской (tg) пачками (рис. 3,Б). Залежи сформировались в отложениях средне-, и верхнеюрского НГК. Разуплотненные меловые отложения, залегающие над этими очагами генерации, имеют потенциальные аккумулярующие возможности, в них могут быть обнаружены залежи нефти. Над зоной разуплотнения всего доюрского комплекса западного склона Рогожниковского вала находится одноименное нефтяное месторождение с залежами от доюрского до мелового нефтегазоносных комплексах (рис.3,В). Основным источником нефти этих залежей являются материнские породы баженовской свиты (bg). По глубине положения баженовская свита вошла в «нефтяное окно». Разуплотненная структура посленюрских отложений способствовала миграции нефти в ловушки викуловской свиты (пласт ВК<sub>1</sub>). Непосредственное примыкание к материнским отложениям пластов

абалакской свиты и верхней подсвиты тюменской свиты способствовало миграции нефти в ловушки этих пластов (Ю<sub>0</sub>, Ю<sub>2</sub>). Отсутствие нижнеюрских отложений позволило нефти мигрировать в ловушки горизонтов зоны контакта осадочного чехла и фундамента (Тг). Масштабная зона разуплотнения доюрского комплекса на участке Рогожниковского вала представляется нам сосредоточением резервуаров и генерирующих толщ (подводящих каналов?) в слабометаморфизованных палеозойских терригенно-карбонатных породах или в трещиновато-кавернозных магматических породах (D, C).

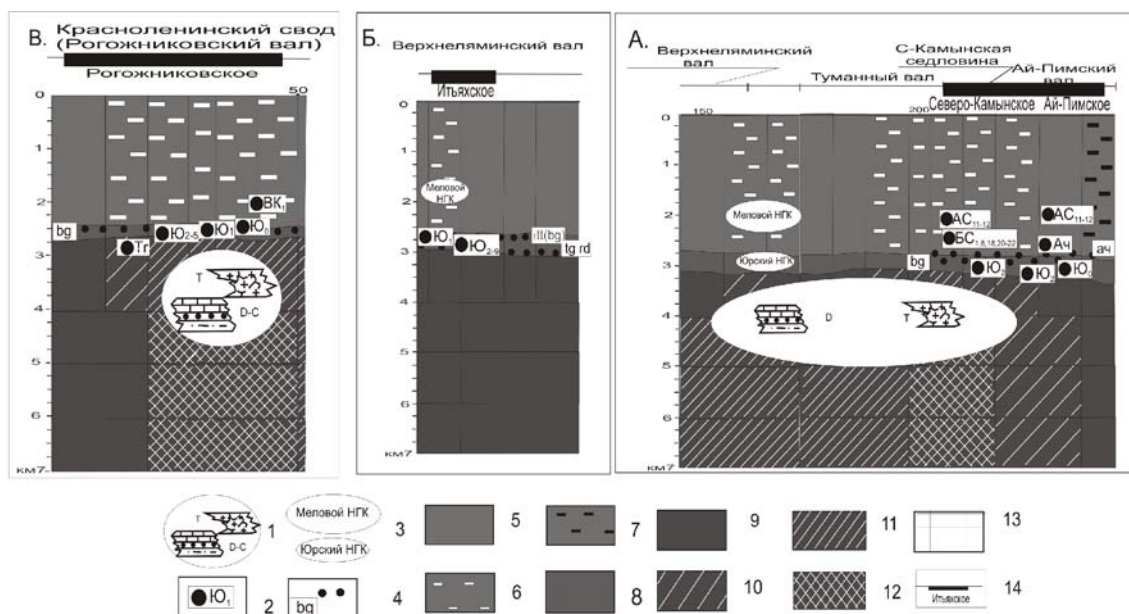


Рис. 3. Схемы нефтегеологической интерпретации геоплотностной модели на участках: А – Ай-Пимский вал– Северо–Камыньская седловина–Туманный вал–восточная часть Верхнеямынского вала; Б – Верхнеямынский вал; В – Красноленинский свод (Рогожниковский вал): 1) прогнозируемые зоны нефтегазонакопления в доюрском комплексе и их литолого-петрографическая интерпретация с качественной оценкой генерационного потенциала; 2) нефтяные месторождения; 3) перспективные нефтегазоносные комплексы плитного чехла; 4) материнские отложения; 5) послееюрские отложения; 6) участки латерального разуплотнения послееюрских отложений, до 0.05 г/см<sup>3</sup>; 7) участки латерального уплотнения послееюрских отложений, до 0.05 г/см<sup>3</sup>; 8) юрские отложения; 9) доюрские отложения; 10) разуплотнения доюрских отложений, до 0.05 г/см<sup>3</sup>; 11) разуплотнения доюрских отложений, на 0.05-0.10 г/см<sup>3</sup>; 12) разуплотнения доюрских отложений, на 0.10-0.15 г/см<sup>3</sup>; 13) блокировка разреза при моделировании; 14) месторождение УВ и его название

2. Выданы рекомендации по очередности доразведки и поисков (на меловой, юрские и доюрский НГК) для 13 участков Верхнеямынского вала. Эти рекомендации основываются на прогнозе очагов генерации УВ, оценке площадей нефтесбора и определении зон аккумуляции (рис. 4). Поисковые перспективы отдельных зон аккумуляции нефти (месторождений, площадей поискового бурения) определены интегральным показателем, зависящим от размеров палеоплощадей нефтесбора, палеотемператур и времени действия очагов генерации.

3. Установлено, что «кольцевые» зоны аномальных концентраций ароматических УВ в приповерхностных отложениях Восточно-Панлорской площади соответствуют в латеральном плане выявленным сейсморазведочными работами ловушкам. С учетом интенсивности аномалий, четкости аномальных зон и состава ароматических углеводородов выполнено ранжирование ловушек по степени перспективности. В качестве первоочередной скважины рекомендована к бурению скважина 1 Ненсьюганской структуры (рис. 5).

**Научные результаты работы.** 1. Выполнены исследования новой крупной Югорской зоны нефтенакопления, расположенной в слабоизученной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. 2. Выполнено регионально-зональное и локальное прогнозирование нефтегазоносности для малоизученных стратиграфических уровней – отложений доюрского фундамента Югорской зоны нефтенакопления.

**Методологический аспект выполненных исследований** заключается в следующем. Работа содержит 3-и самостоятельные части. Первая – это геоплотностное моделирование фундамента и плитного комплекса вдоль регионального сейсмопрофиля XIII и последующая нефтегеологическая интерпретация. Вторая часть – это локализация прогнозных ресурсов юрских нефтей в пределах Верхнеямынского вала, выполненная на базе палеотемпературного анализа. И третья часть – оценка продуктивности локальных ловушек по приповерхностным геохимическим индикаторам.



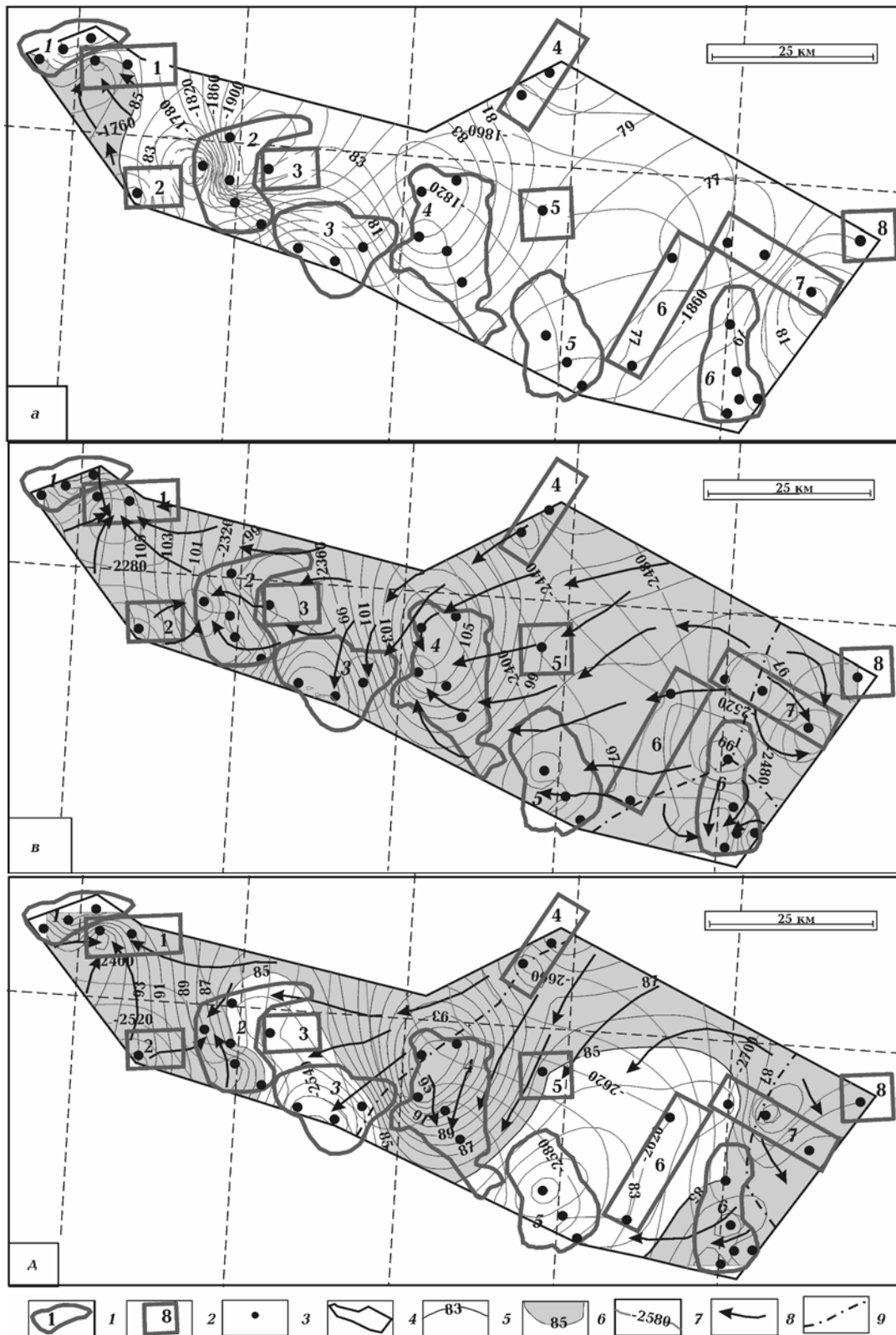
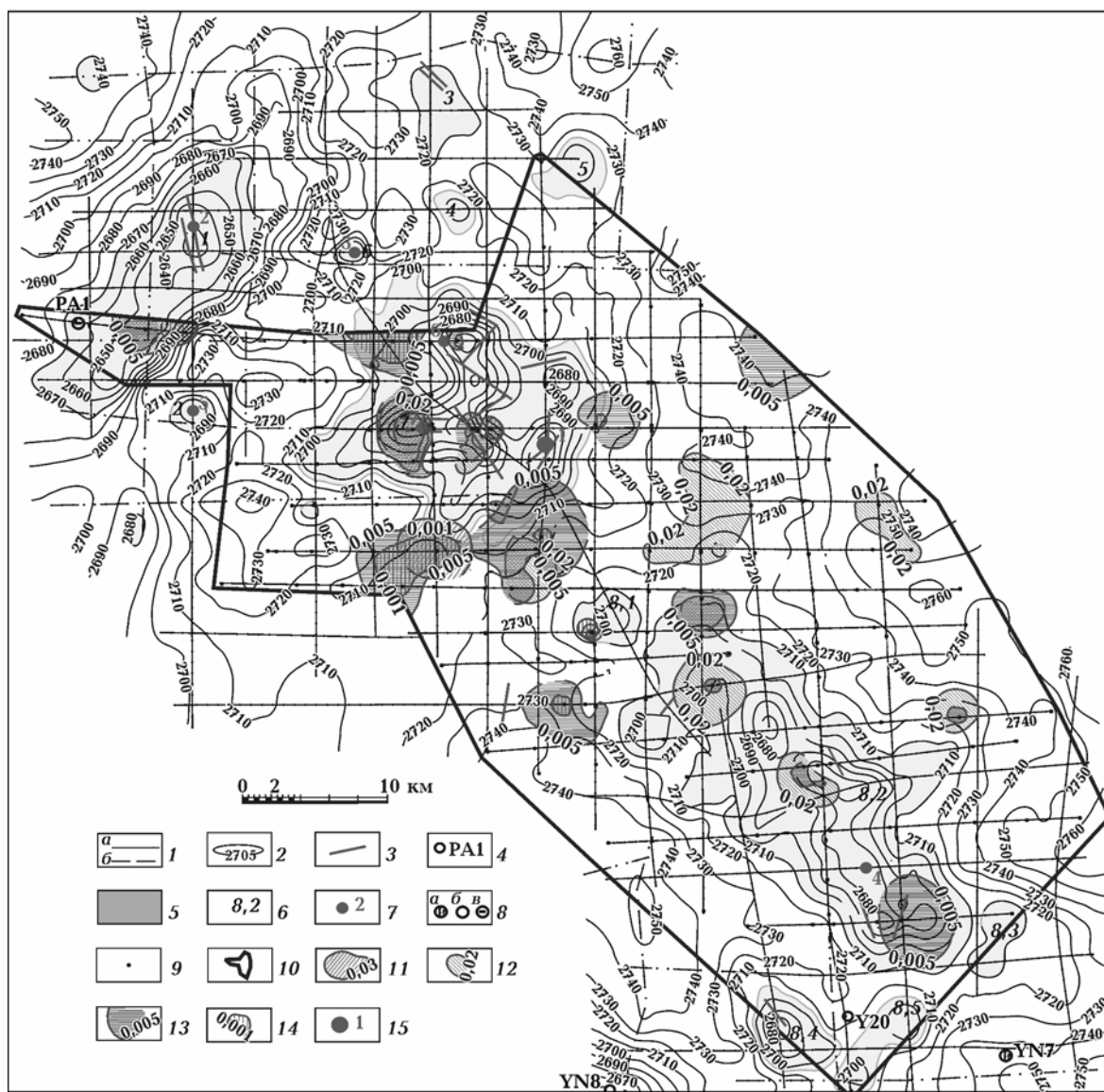


Рис. 4. Схемы положения очагов генерации и направлений возможной миграции баженовских нефтей 62 млн лет назад (а), 38 млн лет назад (в) и современное состояние (д) Верхнеильминского вала: 1) месторождение; 2) площадь нефтепоискового бурения; 3) поисково-разведочная скважина; 4) контур построения прогнозных карт; 5) изолинии значений (палео)температур в баженовской свите, °С; 6) контур очага генерации нефтей; 7) (палео)изолинии кровли баженовской свиты, м; 8) направления линий тока флюидов; 9) генерализованные («тальвеговые») границы зон нефтесбора



**Рис. 5. Схематическая карта перспектив нефтегазности Восточно-Панлорской площади сейсморазведки: 1) сейсмические профили; 2) изогипсы отражающего горизонта Б (ОГ Б) – кровли юрских отложений; 3) предполагаемые тектонические нарушения по ОГ Б; 4) пробуренная скважина, её индекс и номер; 5) зона локального поднятия по ОГ Б; 6) локальная структура, её номер и номер купола; 7) рекомендуемая скважина по материалам сейсморазведки; 8) результаты испытаний: газ (а), «сухо» (б), нефть (в); 9) точки геохимического опробования; 10) контур площади геохимического опробования; аномальные зоны концентраций: алкилбензолов нормального строения (11); соединений с нафталиновым ядром (12); соединений с фенантреновым ядром (13); полициклических углеводородов (14); 15) первоочередная скважина, рекомендуемая по результатам геохимической оценки**

В тоже время, объекты исследования всех 3-х частей работы территориально объединены Югорской зоной нефтенакопления. Содержание последнего термина следует из стадийности процессов генерации, миграции и аккумуляции УВ.

Таким образом, объединяющий лейтмотив проведенных исследований – это теория нафтидогенеза, базирующаяся на учении о «главной фазе» (Вассоевич, 1967) и «главной зоне» (Конторович, 1967) нефтегазообразования. Прогностические критерии, вытекающие из теории нафтидогенеза, органически объединяют результаты всех 3-х частей работы как последовательность региональных и прогнозно-поисковых исследований.

## Литература

1. Волков В.А. Новые данные о морфологии поверхности доюрских отложений Широкого Приобья // Вестник недропользователя ХМАО. Вып.11. – 2002. – С.38 – 40.
2. Исаев В.И. Комплексный анализ региональной зоны нефтегазоаккумуляции. // Региональные проблемы. – 2009. – №11. – С. 13 – 19.
3. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа» / Ред. Ахпателов Э.А., Волков В.А., Гончарова В.Н. и др. – Екатеринбург: Изд-во «ИздатНаукаСервис», 2004. – 148 с.
4. Исаев В.И., Лобова Г.А. Корреляция плотностной структуры доюрских отложений и зон нефтегазоаккумуляции вдоль регионального сейсмопрофиля XIII (центральная часть Западно-Сибирской плиты) // Геофизический журнал. – 2008. – Т.30. – №1. – С.3–27.
5. Исаев В.И., Лобова Г.А., Рояк М.Э., Фомин А.Н. Нефтегазоносность центральной части Югорского свода // Геофизический журнал. – 2009. – Т.31. – №2. – С. 15–46.
6. Исаев В.И., Коржов Ю.В., Романова Т.И., Бочкарева Н.М. Оценка продуктивности локальных ловушек по составу тяжелых углеводородов в приповерхностных отложениях центральной части Западно-Сибирской плиты // Геофизический журнал. – 2006. – Т. 28. – № 6. – С.58–74.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ  
НЕЙТРОННЫХ МЕТОДОВ****П.М. Адигешова**

Научный руководитель доцент Д.Ю. Пак

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

Угли являются важнейшим энергетическим и металлургическим сырьем, используемым в различных отраслях производства. Качество углей характеризуют такие параметры как зольность, влажность, содержание серы, коксующесть, теплота сгорания. Наиболее важной является зольность, которая является основным качественным параметром, определяющим потребительские свойства углей.

Инструментальные ядерно-физические методы для определения зольности, основанные на эффекте взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, превосходят стандартный термовесовой способ по производительности, представительности и оперативности, позволяют автоматизировать процесс измерений.

Для контроля зольности твердого топлива нейтронными методами используют гамма-излучение неупругого рассеяния быстрых нейтронов, радиационного захвата тепловых нейтронов и искусственных радиоактивных продуктов, возникающих при облучении угля мощным потоком нейтронов.

Большие возможности для контроля зольности имеют нейтронные методы, основанные на совместном использовании неупругого рассеяния быстрых и радиационного захвата тепловых нейтронов. Различие во времени возникновения гамма-квантов, сопровождающих неупругое рассеяние быстрых нейтронов на ядрах углерода и радиационный захват тепловых нейтронов ядрами минеральной части угля, а также обратная зависимость между содержаниями этих компонентов позволяют использовать сигналы от углерода и минеральных примесей для более эффективного определения зольности угля [1].

Нейтронный активационный метод основан на измерении потока излучения радиоактивных нуклидов, образовавшихся в результате воздействия на исследуемое вещество нейтронами. Возможность определения зольности нейтронным активационным методом базируется на наличии благоприятных активационных характеристик золообразующих элементов (алюминия и кремния) и тесной корреляционной связи между наведенной активностью и зольностью угля. Минеральная масса углей большинства месторождений состоит из алюмосиликатов. Между их содержанием в золе и зольностью угля нет четкой корреляции. Поэтому точный контроль зольности угля по содержанию алюмосиликатов возможен лишь при относительном постоянстве суммы алюмосиликатов в золе. Только в этом случае будет наблюдаться корреляция между зольностью и содержанием алюмосиликатов в угле. Определение зольности по суммарному содержанию алюмосиликатов проводится по наведенной активности радионуклида  $Al^{28}$ .

Совместное использование импульсных нейтронных гамма-методов неупругого рассеяния быстрых нейтронов и радиационного захвата тепловых нейтронов позволяет одновременно анализировать зольность, весовую влажность и содержание углерода в твердом топливе.

Контроль зольности твердого топлива можно осуществлять по отношению интенсивностей гамма-излучения неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах углерода и кислорода. Такая возможность обеспечивается аппроксимацией органической массы угля углеродом, а минеральной – кислородом. Принято, что в углях одной степени метаморфизма некоррелируемые с зольностью колебания содержания кислорода незначительны.

При исследовании импульсного метода по неупругому рассеянию применительно к угольным скважинам установлена возможность выявления угольных пластов и оценки их зольности. Анализ спектрального вторичного гамма-излучения показал, что в спектре угля наблюдается четко дифференцированный пик в области 4,43 МэВ.

Известен способ определения зольности угля, основанный на облучении угля потоком быстрых нейтронов и измерении отношения интенсивности гамма-квантов радиационного захвата тепловых нейтронов с энергией выше 5 МэВ к интенсивности гамма-квантов с энергией 4,43 МэВ [3]. Недостатком данного способа является низкая точность определения зольности угля, обусловленная непостоянством вещественного состава минеральной (золообразующей) части угля, и в частности колебаний содержания железа в золе.

Макроскопическое сечение радиационного захвата тепловых нейтронов у железа ( $2,81 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{г}$ ) почти в 4 раза выше макроскопического сечения захвата тепловых нейтронов других золообразующих элементов: алюминий, кремний, сера и кальций ( $\sim 0,7 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{г}$ ). Поэтому при перераспределении состава золы (железо замещается другими элементами) существенно меняется интенсивность гамма-квантов радиационного захвата тепловых нейтронов с энергией выше 5 МэВ, что искажает результаты и вносит погрешность в определении зольности.

Также известен способ, заключающийся в облучении угля потоком быстрых нейтронов и регистрации гамма-квантов неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах золообразующих элементов в диапазоне энергий 0,8-3,8 МэВ и плотности потока быстрых нейтронов с энергией выше 3,84 МэВ - максимального порога реакции неупругого рассеяния нейтронов на золообразующих элементах [2]. Недостатком данного способа является относительно невысокая чувствительность к зольности, обусловленная применением лишь информативного параметра о золообразующих элементах.

Особенностями предлагаемого метода является повышенная чувствительность и расширение сферы применения в условиях значительных вариаций зольности угля.

В процессе облучения угля потоком быстрых нейтронов дополнительно регистрируют гамма-кванты неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах углерода с энергией 4,43 МэВ. Углерод, входящий в состав органической (горючей) части угля, испускает при неупругом рассеянии быстрых нейтронов гамма-кванты с энергией 4,43 МэВ. Интенсивность этих гамма-квантов зависит от содержания углерода в угле, которое находится в обратной зависимости от зольности угля. При изменении зольности угля интенсивности гамма-квантов неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах золообразующих элементов с энергией 0,8-3,8 МэВ и ядрах углерода с энергией 4,43 МэВ меняются в обратной зависимости. Это делает результаты предлагаемого способа более дифференцированными к изменениям зольности угля.

Таким образом, необходимость дополнительной регистрации гамма-излучения с энергией 4,43 МэВ, несущего информацию о содержании углерода, вызвана тем, что содержание углерода, находящееся в обратной зависимости от зольности угля, является дополнительным информативным параметром угля.

Существенным отличием метода является то, что дополнительно регистрируют гамма-кванты неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах углерода с энергией 4,43 МэВ, а зольность угля определяют по величине отношения интенсивности гамма-квантов неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах золообразующих элементов с энергией 0,8-3,8 МэВ к плотности потока быстрых нейтронов с энергией выше максимального порога неупругого рассеяния на ядрах золообразующих элементов ( $\sim 3,84 \text{ МэВ}$ ) и интенсивности гамма-квантов неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах углерода с энергией 4,43 МэВ.

Исследуемая проба угля облучается быстрыми нейтронами от Po-Be источника, имеющего сложный спектр нейтронов, простирающийся до 10,87 МэВ. Регистрацию гамма-квантов неупругого рассеяния и плотность потока быстрых нейтронов осуществляется в геометрии «на просвет». Измеряются интенсивности гамма-квантов неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах золообразующих элементов в энергетическом интервале 0,8-3,8 МэВ ( $N_1$ ) и ядрах углерода с энергией 4,43 МэВ ( $N_2$ ) и плотность потока быстрых нейтронов с энергией выше 3,84 МэВ ( $N_3$ ).

Зависимость величины отношения  $N_1$  к сумме  $N_2+N_3$  от зольности угля служила эталонировочной зависимостью. Чувствительность определения зольности, которая определялась как относительное в процентах приращение показаний при единичном (на 1% абс.) изменении зольности угля в диапазоне 10-36% составляет 1,6%. Предлагаемый метод определения зольности угля характеризуется повышенной чувствительностью к зольности, что значительно расширяет сферу его применения.

#### Литература

1. Пак Д.Ю. Состояние ядерно-физических методов и средств контроля зольности угля и продуктов его переработки // Труды университета КарГТУ. – Караганда, 1998. – Вып. 3. – С. 161-164.
2. Физические методы и приборы контроля качества угля / Под ред. Ю.Н. Пак. – Караганда.: Издательство КФ АО «НЦНТИ», 2010. – 62 с.
3. Старчик Л.П., Пак Ю.Н. Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива. – М.: Недра, 1985. – 224 с.

### АЛГОРИТМ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ДОЛИ АДСОРБИРОВАННОЙ ВОДЫ В СОСТАВЕ ОСТАТОЧНОЙ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Ш.Ж. Байболова

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

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

Остаточная водонасыщенность является важной характеристикой пород-коллекторов, поскольку определяет ту долю порового пространства, которая физически связана с поверхностью твердой фазы водой. От величины остаточной водонасыщенности зависит эффективная пористость и предельная нефтенасыщенность коллектора - максимальное количество углеводородов, которое может содержать данный коллектор в так называемой зоне предельного нефтегазонасыщения залежи.

Остаточная водонасыщенность складывается из адсорбированной и капиллярно удержанной воды. Адсорбированная вода связана с поверхностью твердой фазы электростатическими силами (вода двойного

электрического слоя). Повышенную активность в этом случае проявляют глины, обладающие аномально большой удельной поверхностью и высоким отрицательным электрическим потенциалом на этой поверхности, который обусловлен катионным обменом глин с поровым электролитом. Капиллярно удержанная вода удерживается в микропорах благодаря действию капиллярных сил. В гранулярных коллекторах капиллярно удержанная вода присутствует, в основном, в карбонатном цементе. В соответствии с моделью М.М. Элланского [4], для коэффициента остаточной водонасыщенности ( $K_{во}$ ) справедливо следующее соотношение:

$$K_{во} = \omega_{зл} \cdot \frac{K_{зл}}{K_n} + \omega_k \cdot \frac{K_k}{K_n}, \quad (1)$$

где  $K_{зл}$  и  $K_k$  – коэффициенты глинистости и карбонатности соответственно, определенные в долях объема породы-коллектора;  $K_n$  – коэффициент пористости;  $\omega_{зл}$  и  $\omega_k$  – содержание адсорбированной воды в микропорах глинистого цемента ( $\omega_{зл}$ ) и капиллярно удержанной воды ( $\omega_k$ ) в карбонатном цементе, рассчитанные в долях объема твердой фазы цемента. Слагаемые уравнения (1) представляют собой коэффициенты адсорбированной ( $K_a$ ) и капиллярно удержанной водонасыщенности.

С. Дж. Пирсоном [3] теоретически обоснована возможность расчета относительных фазовых проницаемостей по электрическому параметру насыщения. Экспериментальными данными об электрическом параметре насыщения ( $P_n$ ) обеспечено большинство месторождений углеводородов Западной Сибири, поскольку модели  $P_n$  используются при подсчете запасов месторождений. В соответствии с моделью Пирсона формула для расчета относительной проницаемости по воде  $K_{np}(в)$  содержит коэффициент адсорбированной воды ( $K_a$ ):

$$K_{np}(в) = S_n^{1/2} \cdot \left[ 1 - \frac{(1 - P_n^{-2})^{3/2}}{1 - K_a} \right], \quad (2)$$

где  $S_n = (K_v - K_{во}) / (1 - K_{во})$  - подвижность воды в порах,  $K_v$  – задаваемая при расчетах водонасыщенность коллектора. Вхождение коэффициента адсорбированной воды в формулу (2) существенно усложняет расчеты относительной проницаемости по воде на основе параметра насыщения [2], поскольку сведения о значениях  $K_a$  на месторождениях практически отсутствуют.

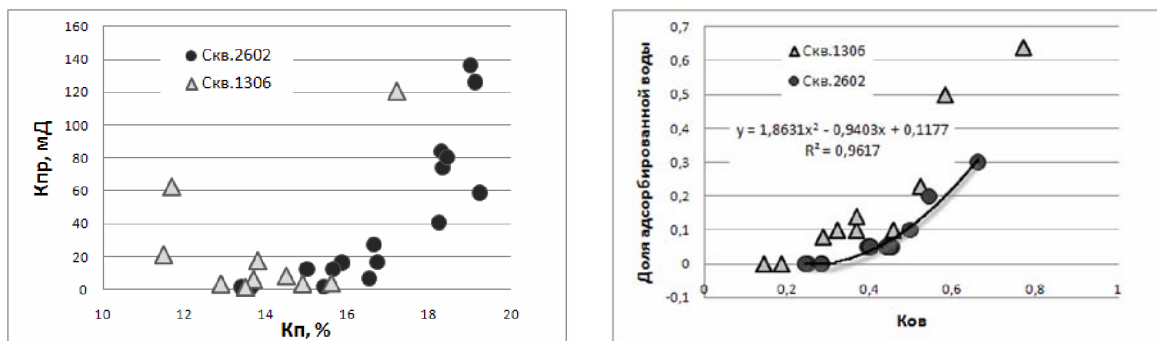


Рис. 1. Фильтрационно-емкостные свойства песчаников пласта Ю1-2 разрезов Игольско-Талового месторождения,  $K_{пр}$  и  $K_p$  – коэффициенты абсолютной проницаемости и открытой пористости

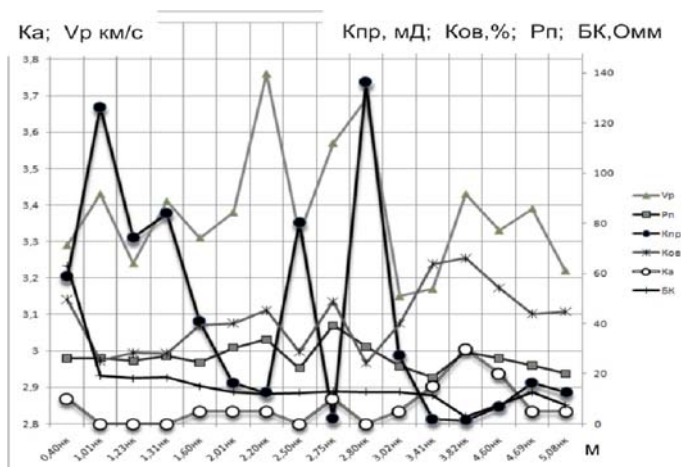


Рис. 2. Графики изменения физических параметров песчаников пласта Ю1-2 по разрезу скважины 2602 ( $V_p$  – скорость продольных упругих волн,  $P_n$  – электрический параметр пористости,  $BK$  – показателя бокового электрического каротажа, по горизонтальной оси – расстояние от кровли пласта)

В настоящей статье приводятся результаты расчета коэффициента адсорбированной водонасыщенности коллекторов пласта Ю1-2 по разрезам двух скважин Игольско-Талового нефтяного месторождения (Нюрольский нефтегазоносный район Западной Сибири). По этим скважинам петрофизической группой Л.М. Дорогиницкой [1] были проведены порометрические измерения с определением относительных фазовых проницаемостей, которые были использованы автором настоящей статьи для расчета коэффициента адсорбированной водонасыщенности.

Алгоритм расчета был построен на основе совмещения моделей Элланского и Пирсона и заключался в следующем. Используются образцы керна, для которых проведены порометрические измерения и определены относительные фазовые проницаемости. По электрическому параметру насыщения рассчитываются относительные фазовые проницаемости для воды при условии:  $Ka=0,5K_{во}$ . Рассчитанные значения  $K_{np}(s)$  сравниваются с экспериментальными данными и определяется сумма абсолютных расхождений по образцу. Способом подбора определяют то значение  $Ka$ , при котором получается наименьшее расхождение. Это и есть искомое значение  $Ka$ .

Результаты определения коэффициента адсорбированной водонасыщенности приведены на рис. 1, 2 и в таблице и кратко сводятся к следующему.

1. Между коэффициентами адсорбированной ( $Ka$ ) и остаточной ( $K_{во}$ ) водонасыщенности наблюдается тесная корреляционная взаимосвязь параболического типа с высокими (больше 0,9) коэффициентами достоверности (рис. 1).

Выявленная закономерность позволяет по измеренным значениям остаточной водонасыщенности определять долю в ней адсорбированной воды, если в результате аналогичных исследований будут получены уравнения типа « $Ka$ - $K_{во}$ ». Так для пласта в скв. 1306 это уравнение имеет вид:

$$Ka = 1,306 \cdot K_{во}^2 - 0,118 \cdot K_{во} - 0,015 \quad (R^2=0,913). \quad (3)$$

2. Пласт Ю1-2 в разрезах Игольско-Талового месторождения является неоднородным, что следует из различия уравнений связи « $Ka$ - $K_{во}$ » для двух изученных разрезов (рис.1, уравнение (3)), а также из существенного их различия по петрофизическим параметрам, в первую очередь по  $K_{np}$  и  $Ka$ . Среднее значения этих параметров в разрезе скв. 2602 составляет 49,6 мД и 0,064 соответственно, а в разрезе скв. 1306 – 24,7 мД и 0,19. Таким образом, для определения  $Ka$  по  $K_{во}$  необходимо обоснование применимости соответствующего уравнения.

Таблица

Средние значения физических параметров пласта Ю1-2 в разрезе скважины 2602

	$Ka$	$K_{np}$ , мД	$BK$ , Омм	$ПС$ , мВ	$K_{ов}$ , %	$Pn$	$ГК$ , мкР/ч	$Kn$ , %	$W$ , %	$Vp$ , км/с
Цемент карбонатный	<b>0,03</b>	<b>59,94</b>	19,05	20,13	36,15	28,0	4,32	17,7	25,1	3,41
Цемент глинистый	<b>0,15</b>	<b>7,87</b>	8,35	38,7	54,53	23,4	5,2	15,0	24,2	3,31
Отношение	<b>0,20</b>	<b>7,62</b>	2,28	0,52	0,66	1,2	0,83	1,08	0,52	1,03

3. Петрофизическая неоднородность пласта Ю1-2 Игольско-Талового месторождения обусловлена явлениями карбонатизации коллектора, сменой глинистого цемента на карбонатный, приводящей к аномальному увеличению проницаемости коллектора. В пользу этого заключения говорят уже отмеченные различия петрофизической характеристики разрезов двух исследованных скважин, а также изменения физических параметров по разрезу скв. 2602 (рис. 1,2, табл.). Интервалы разреза с нулевой или аномально низкой  $Ka$  (карбонатный цемент) при близкой пористости отличаются высокими значениями абсолютной проницаемости коллектора, что также проявляется в изменении показаний методов каротажа.

#### Литература

1. Количественная оценка добычных характеристик коллекторов нефти и газа по петрофизическим данным и материалам ГИС /Л.М. Дорогиницкая, Т.Н. Дергачева, А.П. Анашкин и др. – Томск: СТТ, 2007. – 278с.
2. Коровин М. О. Закономерности изменения фильтрационных свойств пласта Ю1-2 месторождения Нюрольского нефтегазоносного района // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIV Труды Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова, Т. 1, 2010. – С. 443-444.
3. Пирсон С. Дж. Учение о нефтяном пласте. - М.: Гостоптехиздат, 1961. – 566с.
4. Элланский М.М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин. – М.: Изд-во ГЕРС, 2001. – 229 с.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ КАРБОНАТИЗАЦИИ ПОРОД НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ А.А. Беспалов

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В терригенных разрезах месторождений углеводородов Западной Сибири часто встречаются карбонатные породы, хорошо выделяемые по материалам геофизических исследований скважин. Изучение этих образований в палеозойских и мезозойских разрезах различными методами показало (Сердюк, Слепокурова,

2001), что они в основном вторичные, постседиментационные, образовавшиеся в условиях углекислого метасоматоза разуплотненных пород. Освободившиеся при преобразовании плагиоклазов ионы кальция в реакциях с глубинной углекислотой образуют карбонат.

В настоящей статье излагаются результаты изучения карбонатизированных пород по данным геофизических исследований скважин (ГИС). Был изучен нижнемеловой-верхнеюрский разрез нефтяного месторождения Нюрольского нефтегазоносного района Западной Сибири (Томская область). Используются данные ГИС: гамма-каротажа (ГК), каротажа по тепловым нейтронам (НКТ), каротажа самопроизвольной поляризации (ПС), бокового электрического каротажа (БК).

При карбонатизации происходит следующее изменение геофизических параметров: повышаются показания БК и НКТ и понижаются показания ГК, а также (слабо) ПС. Судя по приведенной модели карбонатизации, проблемы выделения карбонатизированных пород по данным ГИС заключается в том, что признаки карбонатов и песчаников среди глинистого разреза схожи, различие заключается лишь в интенсивности изменения геофизических параметров.



Рис. 1. Интервалы карбонатизации пород васюганской свиты (стрелки сплошной линией) по результатам интерпретации геофизических исследований скважины. Приведены нормированные значения показаний ГИС. Значения НКТ умножены на -1

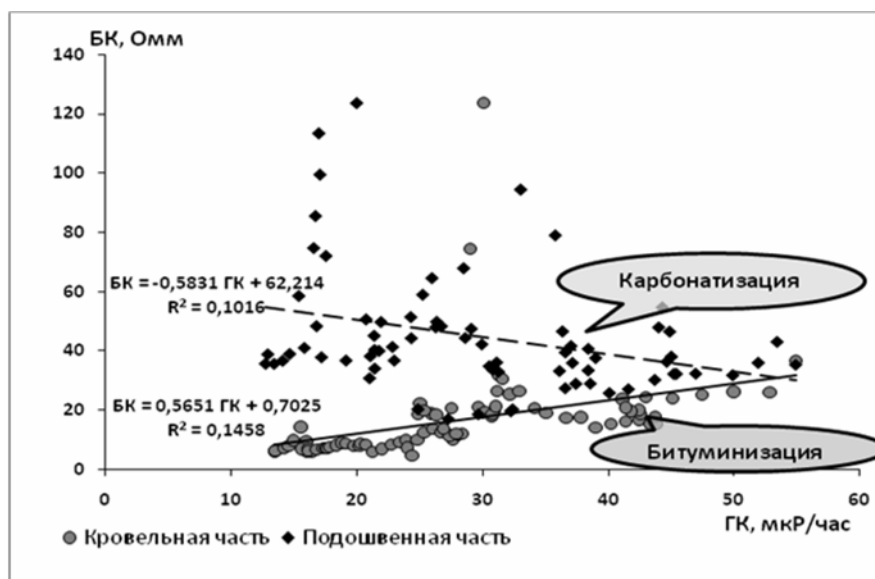


Рис. 2. «Раздвоение» корреляционной зависимости между базовыми геофизическими параметрами аргиллитов баженовской свиты при наложении процессов карбонатизации.

Для выделения карбонатизированных пород наблюдаемые показания ГИС были нормализованы по схеме вычисления  $\alpha$ ПС (для юрского разреза) или с учетом среднего и стандартного отклонения (для мелового разреза), в результате чего различные геофизические параметры оказались безразмерными и изменяющимися в одних и тех же пределах. В качестве кривой сравнения взята кривая ПС ( $\alpha$ ПС), поскольку этот параметр слабее всего реагирует на карбонатизацию.

Результаты исследований приведены на рис. 1, 2 и кратко сводятся к следующему.

1. Процессы карбонатизации широко развиты в разрезе месторождения. Карбонатизация проявляется как локально, в виде отдельных слоев ((2757,5-2758 м на рис.1), так и в рассеянной форме. Локально карбонатизация развивается преимущественно по коллекторам и выделяются при стандартной интерпретации данных ГИС как плотные песчаники. Рассеянная карбонатизация может быть выявлена только при нормировании показаний методов ГИС. Карбонатизация коллекторов, как правило, ухудшает их фильтрационно-емкостные свойства; карбонатизация глинистых образований, проявляясь в изменении их геофизической характеристики, по-видимому, существенно не влияет на их изоляционные свойства.

2. Карбонатизация сопровождается перераспределением в породах радиоактивных элементов, образованием областей повышенной радиоактивности (показаний ГК) на фронте карбонатизации без существенного изменения других геофизических параметров (например, интервал 2792-2802 м рис.1). В разрезе баженовской свиты это явление выражается в смещенности аномалий ГК и БК друг относительно друга.

3. В разрезе васюганской свиты (рис.1) интенсивность карбонатизации возрастает в направлении к нефтенасыщенному пласту Ю1-2 и перекрывающим его аргиллитам баженовской свиты, являющейся в Западной Сибири региональным флюидоупором. На границах пласта (граница углеводородной и водной среды) развита локальная карбонатизация по коллектору.

В свою очередь, в аргиллитах баженовской свиты карбонатизация развита с подошвенной стороны, то есть со стороны нефтеносного пласта (рис.2). Этот процесс существенно изменяет базовые аномальные характеристики аргиллитов баженовской свиты – еще больше увеличивает удельное электрическое сопротивление (по показаниям БК) и понижает естественную радиоактивность (показания ГК). Из-за разнонаправленности влияния карбонатизации на эти параметры в их корреляционной зависимости появляется раздвоенность (рис.2), которая является признаком нефтеносности разреза и не проявляется за пределами месторождений (Номоконова, Гарус, Коровин, 2011).

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают широкое развитие постседиментационных процессов на месторождениях углеводородов, их взаимосвязанность с нефтеносностью разрезов и положением регионального флюидоупора – аргиллитов баженовской свиты. Возможно, что и аномально высокая радиоактивность баженовской свиты, наблюдаемая, как правило, в кровельной ее части, является результатом карбонатизации пород юрского разреза, сопровождающейся выносом радиоактивных элементов.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРГИЛЛИТОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЕРХНЕЮРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО КОМПЛЕКСА

Ф.А. Бурков

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

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

Битуминовые аргиллиты баженовской свиты являются региональной покрывкой для месторождений верхнеюрского нефтегазоносного комплекса Западной Сибири и в то же время – регионально проявленным отражающим сейсмическим горизонтом и геофизическим репером в разрезах скважин. Это обусловлено, в первую очередь, битуминозностью аргиллитов свиты и связанные с битуминозностью их гидрофобностью, пониженными плотностью и скоростью сейсмических волн и аномально высокими радиоактивностью и удельным электрическим сопротивлением. В связи с высокой функциональной нагруженностью баженовской свиты важно выяснить – отражается ли в ее геофизических параметрах продуктивность ниже размещенных нефтяных залежей?

Эта задача решалась на примере месторождения Каймысовского нефтегазоносного района (Томская область), нефтеносность которого связана с горизонтом Ю1. Используются данные геофизических исследований скважин: гамма-каротажа (ГК), акустического каротажа (АК), нейтронного гамма-каротажа (НГК), каротажа самопроизвольной поляризации (ПС), бокового электрического каротажа (БК). Для исследования взяты разрезы трех скважин с разной нефтеносностью пласта Ю1-2: скважина 212 с промышленным притоком нефти, скважина 192 с непромышленным притоком нефти и скважина 213 за пределами месторождения (контура нефтеносности).

Результаты исследований приведены в таблице и на рис. 1, 2 и кратко сводятся к следующему.

1. Аргиллиты баженовской свиты являются наиболее аномальным с геофизической точки зрения геологическим образованием изученных разрезов. В наибольшей степени отличаются аргиллиты баженовской свиты от подстилающих и перекрывающих их песчано-глинистых пород васюганской и куломзинской свит по показаниям ГК и БК (рис.1), в меньшей степени – по показаниям АК и НГК (положительными аномалиями). В изученных разрезах показания каротажа ПС против аргиллитов баженовской свиты мало отличается от таковых против других глинистых образований разреза.



По показаниям акустического каротажа граница баженовской свиты с васюганской более резкая, чем с куломзинской (рис.1), так что отражающий горизонт «Па» (подошва баженовской свиты) является более энергетичным по сравнению с горизонтом «Б» - кровля баженовской свиты и граница юры и мела.

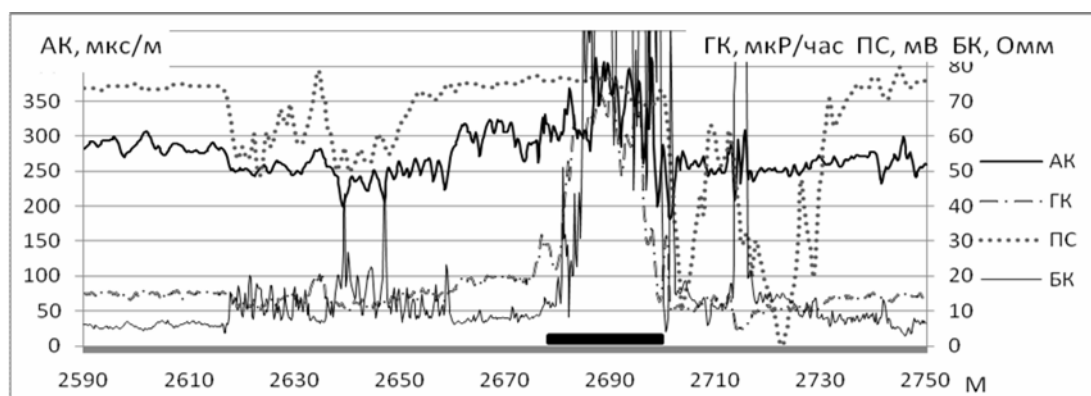


Рис. 1. Геофизическая характеристика разреза продуктивной скважины в окрестности баженовской свиты (2677-2698 м глубины)

В наибольшей степени аргиллиты баженовской свиты в изученных разрезах отличаются от вмещающих пород по корреляционным зависимостям между геофизическими параметрами (табл.). Наиболее информативны в этом плане зависимости АК-ГК, АК-НГК, ГК-НГК и НГК-БК.

2. Несмотря на то, что продуктивные пласты Ю1-2 размещены исключительно в васюганской свите, геофизические характеристики разрезов разной продуктивности различаются между собой в целом, то есть и в границах других стратиграфических единиц. Так показания АК и НГК в продуктивной скважине (212) значительно более высокие в пределах всех трех стратиграфических подразделений. Самой высокой радиоактивностью аргиллиты баженовской свиты отличаются именно в разрезе продуктивной скважины. Различаются разрезы разной продуктивности и по корреляционным зависимостям (табл.).

3. Геофизическая характеристика баженовской свиты является самым информативным признаком продуктивности расположенных под ней пластов Ю1 верхнеюрского нефтегазоносного комплекса. Наиболее ярко это проявляется в корреляционных зависимостях между геофизическими параметрами (рис.2, табл.).

Таблица

Значения коэффициентов достоверности линейной аппроксимации корреляционных зависимостей между показаниями методов геофизических исследований разрезов скважин разной продуктивности

№ СКВ	РАЗРЕЗ	ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДОСТОВЕРНОСТИ (ЛИНЕЙНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ)									
		АК-ГК	АК-ПС	АК-НГК	АК-БК	ГК-ПС	ГК-НГК	ГК-БК	ПС-НГК	ПС-БК	НГК-БК
192	МЕЛ	0,135	0,024	0,187	0,050	0,535	0,007	0,751	0,059	0,932	0,068
	БАЖЕН.	0,535	0,391	0,327	-0,12	0,659	0,337	0,065	0,071	0,024	0,002
	ЮРА	0,223	0,312	0,059	0,018	0,454	0,304	-0,204	-0,149	0,001	0,101
212	МЕЛ	0,083	0,019	-0,427	-0,286	0,309	0,296	0,002	0,047	0,011	0,104
	БАЖЕН.	0,216	0,012	0,083	0,024	0,003	0,555	0,095	0,08	-0,1	0,304
	ЮРА	0,11	0,028	-0,251	-0,2	0,326	0,137	-0,108	-0,18	0,104	0,101
213	МЕЛ	0,115	0,015	-0,242	0,008	0,065	0,009	0,224	0,005	0,206	0,016
	БАЖЕН.	0,537	0,028	0,394	0	0,015	0,909	0,07	0,05	-0,41	0,1
	ЮРА	0,002	0,087	-0,279	0,228	0,003	0,002	0,08	-0,126	0,191	0,17

Из анализа данных таблицы видно, что в продуктивной скважине (212) аргиллиты баженовской свиты отличаются ослаблением имеющихся зависимостей (АК-ГК и ГК-НГК), появлением новых зависимостей (НГК-БК) и исчезновением «старых» (АК-НГК).

Поскольку причины изменения каждого из геофизических параметров в общем случае известны, можно сделать прогноз причин геофизического отличия аргиллитов баженовской свиты в разрезах, вмещающих промышленные залежи в пластах верхнеюрского нефтегазоносного комплекса. Это: карбонатизация, приводящая к понижению показаний ГК и повышению показаний НГК (рис.2), зоны аномально высокого порового давления (понижение НГК) и вторичная битуминизация (?), аномально повышающая радиоактивность аргиллитов баженовской свиты.

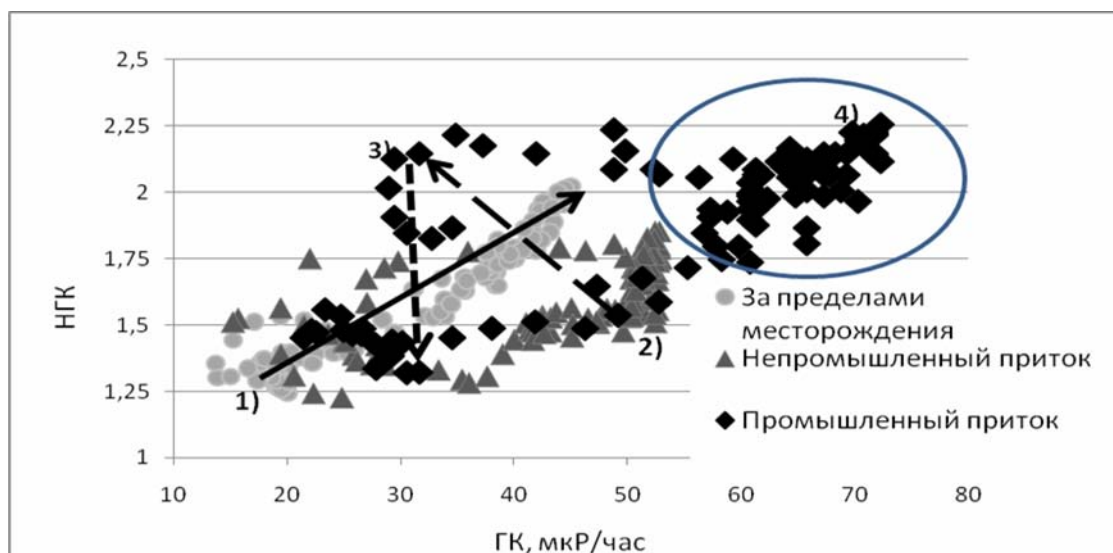


Рис. 2. Отражение продуктивности верхнеюрского нефтегазового комплекса в корреляционной зависимости показаний радиоактивного каротажа.

Прогнозируемые причины изменения показаний ГК и НГК: 1) первичная битуминизация; 2) карбонатизация; 3) обводнение (АВПД); 4) вторичная битуминизация

Таким образом, на примере одного из месторождений Западной Сибири по данным геофизических исследований скважин (включая акустический каротаж) установлена взаимосвязь между геофизической характеристикой аргиллитов баженовской свиты и продуктивностью размещенных ниже залежей нефти. Следует ожидать выявления таких взаимосвязей и в сейсмических данных.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙТРОННЫХ МЕТОДОВ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВОДОНЕФТЕГАЗОВЫХ КОНТАКТОВ

М.М. Витвицкая

Научный руководитель профессор Д.Д. Федоришин

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,  
г. Ивано-Франковск, Украина

При исследовании нефтегазовых скважин важной и сложной задачей является определение положений газожидкостных контактов залежи: водонефтяного (ВНК), газоводяного (ГВК), газонефтяного (ГНК). Определение текущего положения ВНК и ГВК повышает надежность рекомендаций по испытанию пластов, дает возможность оценить коэффициенты нефтегазоизвлечения и остаточной нефтегазонасыщенности.

Понятие ВНК не имеет строгой однозначной трактовки, это привело к разрыву между физическим понятием ВНК и практической реализацией отбивки его положения в скважине. В продуктивных нефтенасыщенных пластах между предельно нефтенасыщенной и водонасыщенной частями пласта находится зона постепенного замещения нефти водой – переходная зона [2]. Принято считать, что переходная зона отсутствует в гидрофильном коллекторе с очень высокой проницаемостью или частично в гидрофобном коллекторе с какой-либо проницаемостью. Присутствие переходной зоны возможно только у гидрофильных коллекторов. В этом случае толщина ее тем больше, чем ниже проницаемость коллектора. Такая трактовка основана на предположении о возникновении переходной зоны под действием капиллярных сил. Но только действием капиллярных сил невозможно объяснить случаи, когда толщина переходной зоны достигает 20-30 м. Некоторые исследователи считают, что такие зоны возникли в результате гравитационного перераспределения нефти и воды во время формирования нефтяной залежи [4]. Границу, размещенную в переходной зоне пласта, выше которой во время испытаний получают промышленный приток нефти (газа), принимают за ВНК (ГВК).

Для выделения ВНК и ГВК в обсаженных скважинах применяют импульсные методы нейтронного каротажа ИННК, ИНГК и стационарные НГК, НК-Т. В отдельных случаях для этой цели можно использовать диаграммы ГК и ГГК.

Определение водонефтяного контакта в большинстве модификаций нейтронных методов базируется на аномальных нейтронных свойствах хлора, который находится в пластовых водах. Разница в показаниях нейтронных методов против нефтеносного и водоносного пластов уменьшается с уменьшением хлоросодержания, то есть с уменьшением пористости пласта или минерализации пластовой воды [3].

Основные положения интерпретации заключаются в том, что против нефтеносной части пласта значения НГК ниже, чем против водоносной. По кривым НКТ и ИНК нефтегазонасыщенные пласты отмечаются повышенными значениями по сравнению с водоносными. Из-за малой глубинности методов радиоактивного

каротажа измерения эффективны в скважинах, простоявших после цементирования некоторое время, достаточное для расформирования зоны проникновения. Это время меняется от 2 – 3 недель для высокопористых песчаных пластов до 1 года и более для карбонатных пород средней пористости [4].

Определение водонефтяного контакта стационарными нейтронными методами возможно при высокой (более 100 – 250 г/л) хлоронасыщенности однородных нефтеносных песчаных пластов. Показания НГК против водоносной части пласта завышаются при этом в среднем на 15 – 20 %, а показания НК-Т занижаются на ту же величину. Однако эти методы малоэффективны при определении положения ВНК в скважинах, не обсаженных колонной или только что вышедших из бурения из-за проникновения в пласт фильтрата пресной ПЖ; в пластах, вскрытых перфорацией – вследствие перемешивания пластовой воды с ПЖ, находящейся в скважине.

Определить местоположение водонефтяного контакта в литологически неоднородном пласте с изменчивой продуктивностью и в карбонатном разрезе также трудно. Для карбонатного разреза это вызвано: большим сечением захвата кальция, дающим при захвате нейтронов примерно то же излучение, что и хлор; меньшей пористостью карбонатных пород по сравнению с терригенными, а следовательно, и меньшим хлоросодержанием в единице объема породы, что также снижает эффективность стационарных методов НГК и НК-Т. При определении местоположения ВНК и контроле за его продвижением значительно более результативными являются импульсные методы нейтронного каротажа. Различия в показаниях ИНК против нефтеносной и водоносной частей пласта почти в 10 раз больше, чем на диаграммах НГК и НК-Т. В высокопористых и однородных пластах импульсным методом возможно контролировать перемещение ВНК даже при относительно невысокой (30 – 35 г/л) минерализации пластовых вод, что недостижимо для стационарных нейтронных методов.

В скважинах, которые бурятся на высокоминерализованных буровых жидкостях, пласты с нефтью или пресной водой иногда могут быть разделены по скорости расформирования зоны проникновения фильтрата бурового раствора, если бурение проводить на соленом растворе. В пластах, обводненных пресной водой, фильтрат соленого раствора, который контактирует с пресной водой, опресняется быстрее по сравнению с нефтеносными пластами, в которых соленая вода в зоне проникновения сохраняется намного дольше. В связи с этим, проведя измерения ИННК или ИНГК через время, достаточное для опреснения зоны проникновения в обводненных пластах, можно выделять нефтеносные интервалы пласта по обратному эффекту, то есть по более низким значениям среднего времени жизни тепловых нейтронов в сравнении с обводненными пластами.

Основные задачи, решаемые методами ИНК, заключаются в изучении изменений во времени характера насыщения неперфорированных и перфорированных пластов. Импульсные нейтронные методы в комплексе с другими исследованиями используются также для определения затрубного движения воды, ревизии скважин старого фонда, контроля за выработкой основных объектов эксплуатации и поисков пропущенных нефтеносных пластов.

Контроль разработки перфорированных пластов с подошвенной водой заключается в определении текущего положения ВНК и в выяснении причин обводнения. Обводнение скважин через перфорационные отверстия возможно из-за: 1) естественного подъема ВНК в процессе эксплуатации и достижения им перфорационных отверстий; 2) подтягивания конуса подошвенной воды; 3) притока воды по прискважинной части коллектора через некачественное цементное кольцо; 4) вытеснения нефти вдоль напластования водой по наиболее проницаемым пластам. Все эти случаи поддаются изучению импульсными методами.

Обводнение нефтяных пластов опресненной водой существенно снижает эффективность разделения нефтеносных и водоносных пластов импульсными методами. При законтурном и внутриконтурном обводнении возможно горизонтальное перемещение нефти и пластовой воды. Это характерно в первую очередь для литологически неоднородных пластов. В результате ранее водоносные или обводненные пласты могут оказаться нефтенасыщенными, а высокоминерализованные пластовые воды – замещенными пресными. На диаграммах ИНК нефтеносные пласты, как и насыщенные пресной водой, будут отмечаться практически одинаковыми высокими показаниями.

Определение газонефтяного контакта (условной границы, выше которой при эксплуатации получают нефть со свободным газом, ниже – нефть без свободного газа) осуществляется в неперфорированном интервале пласта по кривым радиоактивного каротажа (НГК, НК-Т, ГК, ИНК). На кривой ИНК газонасыщенная часть пласта отмечается повышением показаний (увеличением времени жизни тепловых нейтронов) по сравнению с показаниями против нефтенасыщенной или водонасыщенной (независимо от концентрации соли в воде) частей пласта. Положение ГНК устанавливают путем сравнения двух измерений НГК, НК-Т, ГК или ИНК, выполненных в разное время. По смещению одной кривой относительно другой судят об изменении положений ГНК во времени. Более надежные результаты при этом получают в обсаженных скважинах после истечения времени, достаточного для расформирования зоны проникновения и установления в пласте естественного режима распределения флюида.

Следует учитывать влияние скважины на показания нейтронных методов исследования. С увеличением диаметра необсаженной скважины дифференциация кривых ИННК и глубинность исследований, как и в случае стационарных методов НК, снижаются. Проникновение пресной промывочной жидкости в пласт сказывается на показаниях ИННК так же, как увеличение диаметра скважины, заполненной таким же раствором. При глубине проникновения фильтрата промывочной жидкости, превышающей глубинность ИННК, определение нейтронных параметров пласта исключается. Следует учитывать, что непосредственно после окончания облучения плотность тепловых нейтронов в скважине больше, чем в пласте [1].

Интенсивность счета при регистрации диаграмм ИННК существенно изменяется в случае хлоросодержания жидкости в колонне и положения прибора относительно оси скважины. Минерализованная

вода, окружающая прибор, является экраном для потока тепловых нейтронов, направленных из пласта в скважину, и ее влияние может быть принято за влияние колонны. Замена нефти или пресной воды в колонне соленой водой при задержках больше 500 мкс приводит к существенному уменьшению показаний ИННК в несколько раз, в то время как показания ИНГК при этом уменьшаются лишь на десятки процентов. Столь сильное снижение показаний ИННК по сравнению с показаниями ИНГК объясняется тем, что длина пробега  $\gamma$ -квантов в воде значительно больше длины пробега нейтронов.

При смещении прибора от централизованного положения в скважине к эксцентрированному (прибор прижат к стенке скважины) происходит возрастание показаний ИНГК на 10 – 15 %, а показаний ИННК в 2 – 3 раза, что является результатом экранного влияния слоя жидкости в скважине. В связи с этим метод ИНГК более помехоустойчив по сравнению с ИННК и более перспективен при исследовании скважин, особенно малогабаритной аппаратурой в действующих скважинах.

Таким образом, использование результатов нейтронных методов позволяет с высокой точностью определять водонефтегазовые контакты. Наиболее эффективными методами при решении этой задачи являются ИННК в комплексе с ИНГК, а комплексное применение результатов ИНГК и ИНК-Т позволяет выделять ВНК в неоднородных пластах.

#### Литература

1. Промысловая геофизика / [В.М. Добрынин, Б.Ю. Вендельштейн, Р.А. Резванов, А.Н. Африкян]: под ред. В.М. Добрынина, Н.Е. Лазуткиной: учеб. для вузов: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина - М.: Нефть и газ, 2004. – 382 с.
2. Дьяконова Т.Ф. Проблемы обоснования водонефтяного контакта по материалам геофизических исследований скважин при построении детальных геологических моделей / Т.Ф. Дьяконова, С.И. Билибин, А.М. Дубина [и др.] // Каротажник. – Тверь, 2004. - № 3 – 4. – С. 83-97.
3. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин: учеб. пособие для вузов. С.С. Итенберг – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 375 с.
4. Орлинский Б.М. Контроль за обводнением продуктивных пластов методами промысловой геофизики / Б.М. Орлинский, В.М. Арбузов - М.: Недра, 1971. – 152 с.

### СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ЗАБОЙНОЙ ТЕЛЕСИСТЕМЫ СИБ 2.0 И ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ИНКЛИНОМЕТРА ИГН-73

**Е.В. Голодных**

Научный руководитель В.В. Бочкарев

*Общество с ограниченной ответственностью «Томсгазпромгеофизика», г. Томск, Россия*

Наклонно направленное бурение постепенно становится основным видом бурения как на суше, так и на море при проходке скважин со стационарных морских платформ. Одновременно существует тенденция повышения требований к точности попадания забоя скважин в заданную точку и к соблюдению проектного профиля скважины. Поэтому необходимо обеспечивать эффективный контроль пространственного положения ствола скважин.

Инклинометрия — метод определения пространственных координат скважины, позволяющий установить правильность бурения в заданном направлении. Жизненная необходимость сокращения сроков строительства скважин и увеличения производительности труда в бурении ставит перед создателями инклинометрических приборов и систем задачу повышения не только точности соответствующей измерительной аппаратуры, но и оперативности получения инклинометрической информации, а также сокращения затрат времени при проведении инклинометрических работ. Это привело к разработке новых приборов и информационно-измерительных систем с использованием последних научно-технических достижений. Особо актуальной проблемой является сходимостъ результатов (зенитный угол, азимутальный угол, угол положения отклонителя) телеметрических систем и инклинометрических приборов на кабеле. По результатам сопоставления измерений судят об адекватности показаний телесистемы и надежности проведения сопровождения бурения скважины [1].

В данной работе сделана попытка сравнения данных гироскопической инклинометрии на кабеле и магнитной забойной телеметрической системы, а также описаны внешние факторы, порождающие ошибки измерений. В процессе использования все измерительные приборы подвергаются воздействию внешних факторов, порождающих ошибки, к которым относятся систематические ошибки и ошибки, которые вносят заметную неопределенность в положение скважины. Эти внешние факторы включают в себя температуру, зенитный угол, азимутальное направление, географическое положение, конструкцию компоновки низа бурильной колонны, продолжительность замеров и другие характеристики скважины. Влияние некоторых источников систематических ошибок, влияющих на точность измерений, имеет тенденцию возрастать по мере отклонения скважины к горизонтали. Поэтому инклинометрия горизонтальных и наклонно-направленных скважин представляет собой особую область науки об инклинометрии. Чтобы полностью оценить это, необходимо понять принцип действия инклинометра, происхождение главных ошибок и их влияние на результаты инклинометрии.

Электронные магнитные инклинометрические системы типа СИБ 2.0 измеряют земное магнитное поле магнитометрами, а гравитационное поле - акселерометрами. Такие измерения, произведенные с помощью

электронного датчика, можно затем обработать математически и получить азимут ствола, зенитный угол и положение направления действия отклонителя [2].

Прецессионные гироскопы типа ИГН-73 или гироскоп, наводимый на север, использует горизонтальную составляющую оси вращения Земли для нахождения севера. Подобно тому, как магнитные горизонтальные составляющие уменьшаются в высоких широтах, скорость вращения Земли в высоких широтах также уменьшается. Это снижение расчетной горизонтальной скорости влияет на способность гироскопа наводиться на север, увеличивает продолжительность точного наведения на север и снижает точность привязки к северу [2].

При сравнении данных магнитной телеметрической системой с данными гироскопического инклинометра следует учесть несколько особенностей:

Магнитная и гироскопическая системы измерений дают систематическую разницу азимута. Это может быть вызвано следующим: ошибка в поправке на склонение, ошибка сходимости координатных сеток, ошибка сочетания склонения и сходимости сетки, неправильные исходные данные для формулы коррекции азимута, ошибка реперной точки гироскопа, неточная ориентация гироскопа, неточные географические координаты.

На диаграмме азимута имеется сдвиг глубины, возможно, из-за ошибки в измерении длины бурильной колонны или ошибки в длине каротажного кабеля. Ошибки в измерении бурильных труб обычно происходят из-за отклонений размеров одиночной трубы или свечи. Ошибки из-за каротажного кабеля обычно являются последовательными или накопленными ошибками.

Детальное исследование кривых зенитного и азимутального углов (см. рис.) следует проводить в три этапа: набор зенитного угла (290м-700м), стабилизация по зенитному углу (700м-2100м), падение угла скважины и выход в ноль (2100м-2960м).

Измерения гироскопическим инклинометром и магнитной телесистемой на участке набора зенитного угла. В этом случае гироскопический прибор спускали после крепления ствола обсадной колонной, чтобы снизить погрешность траектории скважины. На рисунке имеет место невязка зенитных углов (в интервале 290 – 600 метров), которая может быть вызвана влиянием кривого проводника на зенитный угол. В данном случае кривой переводник вызывает смещение компоновки низа бурильной колонны при отклонении скважины от вертикали. На начальной стадии азимут неустойчив, поскольку направление боковых сил изменяется относительно направления ствола. По мере возрастания зенитного угла ошибки азимута становятся более явными. Нередки ошибки  $2-3^{\circ}$ . Азимут выравнивается, когда направление действия отклонителя ориентируется в сторону верхней стенки ствола с первоначально набранным зенитным углом. Магнитные помехи начинают оказывать влияние, как только зенитный угол увеличивается. Магнитный инклинометр начнет также показывать большее смещение к северу, чем гироскопический. При стабилизации зенитного угла магнитный и гироскопический азимуты параллельны.

При рассмотрении интервала стабилизации по углу стоит отметить, что показания телесистемы и гироскопического инклинометра практически идентичны. В интервале 2200 – 2300 метров наблюдается увеличение показаний телесистемы по азимутальному углу, такой эффект создают намагниченные аргиллиты алымской свиты в результате влияния вкраплений магнетита.

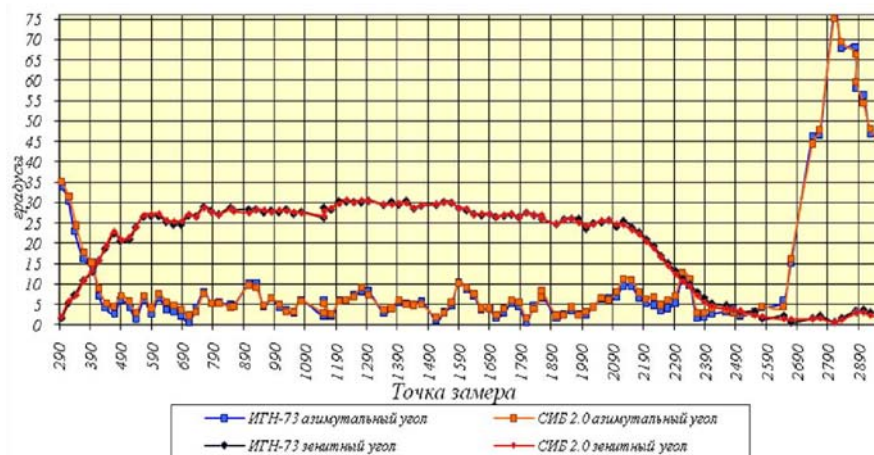


Рис. Сравнение азимутального и зенитного угла

При малых зенитных углах очень трудно точно измерить азимут, так как составляющая по направлению «Z» стремится к нулю, в результате чего отчетливо видны расхождения показаний азимута. При малых зенитных углах наличие разницы между данными магнитной телесистемы и гироскопического инклинометра является обычным. Различия в азимуте могут быть вызваны также магнитными помехами, хотя магнитные помехи обычно не создают больших затруднений в вертикальных участках скважины. Однако такие затруднения возникают по мере возрастания зенитного угла скважины. Магнитные помехи будут в основном вызывать отклонения значения азимута, полученного с помощью магнитного инклинометра ближе к направлению на север, чем значение азимута гироскопического инклинометра (в результате того, что составляющая направлена на север). В данном

случае азимут гироскопического инклинометра смещен к северу от азимута магнитной телесистемы. Ошибка по азимуту, вероятно, является ошибкой ориентации для гироскопической системы.

#### Литература

1. Инженерный подход к бурению горизонтальных скважин. / Представлено фирмой Sperry-Sun Drilling Services. Хьюстон, штат Техас, США, 1992. – 89 с.
2. Мальцев А. В., Дюков Л. М. Приборы и средства контроля процессов бурения: Справочное пособие. – М.: Недра, 1989. – 253 с.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ ГРАДИЕНТА МАГНИТНОГО ПОЛЯ

**Д.М. Дадаев**

Научный руководитель старший научный сотрудник И.П. Сидорова  
*Институт геологии и геофизики, г. Ташкент, Узбекистан.*

В магниторазведке под градиентом геомагнитного поля обычно понимают производные скалярной функции по заданным направлениям, т. е. понятие «градиент» отождествляется с понятием «составляющая вектора градиента». Иными словами градиент — вектор, характеризующий скорость изменения физического поля. Составляющие этого вектора — частные производные скалярной функции по направлениям координатных осей, т. е. величины, получающие значение в результате предельного перехода при устремлении интервала изменения аргумента к нулю.

На практике вместо направленных производных приходится оперировать с конечными разностями значений какого-либо элемента земного магнетизма. Эти разности определяются по одному из множества горизонтальных направлений или по вертикали и приводятся к единице расстояния делением измеренной разности на длину базы — интервала между точками пространства, для которых сравниваются значения геомагнитного элемента. Значение «градиента», понимаемого в определенном выше смысле, приписывается точке пространства, находящейся в середине базы.

На современном уровне технической оснащенности магниторазведки реальны лишь измерения градиентов модуля геомагнитного вектора. Их обозначают  $T_x'$ ,  $T_z'$  или  $\partial T/\partial x$ ,  $\partial T/\partial z$ . Наиболее целесообразны измерения вертикального градиента  $T_z'$ , так как карты вертикальных градиентов поля легче «читаются», чем карты горизонтальных градиентов, а графики легко интерпретируются, например, по формуле Эйлера. Метод, основанный на применении уравнения Эйлера, позволяет оценить глубину намагниченного объекта, если примерно известна его форма, или уточнить представления о форме тела при ориентировочно известной глубине его залегания.

В эпицентре аномалии ( $x=y=0$ ) измеренное аномальное значение поля  $A$ , его вертикальный градиент  $\Delta A/\Delta h$ , глубина до верхней кромки (или центра) объекта  $h$  и коэффициент формы  $n$  связаны равенством:

$$h = n \frac{A}{\Delta A / \Delta h}$$

Коэффициент  $n$  для прямоугольного блока и тонкого вертикального пласта (дайки) равен 1 (при  $w = 2,5 h$ ), для горизонтального цилиндра  $n=2$ , для сферы  $n = 3$ , где  $w$  — горизонтальная мощность тела.

Использование приведенной формулы оправдано при выполнении следующих условий:

- измеренные значения  $A$  и  $\Delta A/\Delta h$  относятся именно к эпицентру аномалии (для нецентральных пересечений аномалий формула неверна);
- обе аномальные кривые выведены на нулевой уровень, от которого отсчитываются амплитуды аномальных эффектов  $A$  и  $\Delta A/\Delta h$ ;
- суммарное поле, как в измеряемой характеристике магнитного поля, так и ее вертикального градиента, свободно от трендов линейного и более высоких порядков;
- ориентировочная глубина до объекта должна превосходить длину базы, к которой отнесена измеренная конечная разность (градиент), не менее чем в 10 раз.
- аномальные эффекты существенно отличаются частотой от аномалий помех.

При сравнительно неглубоком залегании возмущающих объектов, а также при сложных полях подставлять вместо градиента в формулу рассчитанные значения  $\Delta A/\Delta h$  не рекомендуется.

Так, например, произведя расчет с соблюдением всех условий уравнения Эйлера, и подставляя значения, полученные на диаграмме Алягуз, мы получили глубину залегания намагниченного объекта:

$$h = n \frac{A}{\Delta A / \Delta h} = \frac{139}{43} - h_1 = 3.2 м - 1.9 м = 1.3 м, \text{ где } h_1 - \text{высота измерения прибора.}$$

Расчет определения глубины залегания намагниченного тела по аномалии  $\Delta T$  на участке Алягуз дал следующие результаты:

- метод Пятницкого — 3,4 м;
- вертикальный пласт не ограниченный по глубине — 2,8 м.
- среднее значение глубины залегания, вычисленной по магнитному полю, составляет 3,1 м.
- Фактическая глубина залегания трубки взрыва Алягуз по данным горных работ составила 0,5 м.

Сравнение полученных данных убедительно показывает, что при неглубоком залегании намагниченного объекта с наименьшей погрешностью удастся определить глубину его залегания по значениям вертикального градиента магнитного поля, используя метод, основанный на применении уравнения Эйлера.

Массовые измерения градиентов магнитного поля целесообразны при детальной разведке месторождений с неглубоким залеганием исследуемых геологических объектов в целях более точной локализации рудных тел и выявления деталей их строения, при разбраковке известных аномалий, решении картировочных задач, а также при конкретизации распределения магнитных масс в крупном геологическом объекте.

Факторами, препятствующими постановке градиентометрических наблюдений, являются:

- резкая неоднородность намагничивания геологических тел (интрузивов, осадочно-эффузивных толщ и т.п.), над которыми предполагается проведение наблюдений;
- наличие магнитных фракций в покровных осадочных образованиях (если обнаружение ареалов повышенной концентрации магнитного минерала не является одной из задач съемки);
- неровность рельефа на участке наблюдений - обрывы, каналы, выступы коренных пород в непосредственной близости от съемочного профиля особенно резко искажают именно наблюдения градиентов поля.

Примером использования значений вертикальных градиентов в производственной практике является опыт геофизиков Центральной геолого-геофизической экспедиции (ЦГГЭ) при поисках алмазоносных тел, перекрытых рыхлыми отложениями.

Так на участке Тусун была выполнена комбинированная съемка на известных диатремах высокоточными протонными магнитометрами-градиентометрами Оверхаузера системы GSM-19 (Канада). Магниторазведочные работы проводились в масштабе 1:2000 и помогли решить следующие задачи:

- оконтурить и проследить местоположение трубок взрыва под наносами по магнитному полю и его вертикальным градиентам, при этом было установлено, что определение границ трубок в плане по магнитному полю производится с ошибкой  $\pm 20$  м, а по полю вертикальных градиентов ошибка оконтуривания составляет  $\pm 10$  м;

- рассчитать глубину залегания магнитовозмущающих тел, при этом ошибка определения глубины залегания по магнитному полю составляет 2,6 м, а по значениям вертикальных градиентов 0,8 м;

- дали возможность литологического расчленения трубок по магнитным данным, т. е. возможность вещественного прогнозирования состава трубок по характеру магнитного поля.

Проведенные работы установили закономерность, согласно которой над магнитными аномалиями, обусловленными трубками взрыва (Тусун, Караташ) и техногенными помехами (Верхнеалаянгузская магнитная аномалия), наблюдаются различные градиенты магнитного поля. При изучении магнитного поля и разбраковки техногенных помех от аномалий трубочного типа был использован положительный опыт уральских геофизиков при поисках бокситов. Для Среднего Урала была установлена закономерность, согласно которой над магнитными аномалиями, обусловленными пластами бокситов (наклонные пласты безграничного распространения на глубину) и магнитными наносами (объекты, ограниченные по глубине), наблюдаются различные вертикальные градиенты магнитного поля. В эпицентрах аномалий, вызванных пластами бокситов, отмечаются сравнительно малые значения вертикальных градиентов – в пределах 5-15% по отношению к интенсивности аномалий. В эпицентрах же аномалий, связанных с магнитными наносами, наблюдаются довольно большие значения вертикальных градиентов – в пределах 50-200 % и более по отношению к интенсивности аномалий.

Трубки взрыва Тусун, Алянгуз представляют собой вертикальные тела, неограниченного распространения на глубину, источники же техногенных помех ограничены по глубине и располагаются между плоскостью наблюдений, проходящей на высоте 1,9 м, и дневной поверхностью.

В эпицентрах аномалий, наблюдаемых над трубками взрыва и источниками техногенных помех, были вычислены значения вертикальных градиентов по отношению к интенсивности аномалий  $d_z T / T_a$ , где  $T_a$  – значение магнитного поля в эпицентре аномалии,  $d_z T$  – вертикальный градиент в эпицентре аномалии.

В результате было установлено следующее. В эпицентрах магнитных аномалий, обусловленных трубками взрыва, наблюдаются сравнительно небольшие значения вертикальных градиентов - 5-36% по отношению к интенсивности аномалий. При этом интенсивность положительных аномалий составляет 62-715 нТл, значения вертикальных градиентов в эпицентрах 12-131 нТл/м. В эпицентрах отрицательных аномалий интенсивность магнитного поля  $-93 \div -540$  нТл, значения градиентов  $-13 \div -119$  нТл/м. Во всех случаях отмечается совпадение по знаку магнитных аномалий и вертикальных градиентов, поэтому значения  $d_z T / T_a$  всегда положительные.

В результате проведенного статистического анализа магнитных аномалий и вертикальных градиентов установлены достаточно убедительные (с большой долей вероятности) критерии разбраковки магнитных аномалий на трубочные и техногенные, а также обусловленные магнитными телами, ограниченными по глубине (геологические помехи).

К перспективным на поиски трубок взрыва относятся положительные магнитные аномалии, у которых  $d_z T / T_a = 5-36\%$ ,  $T_a \geq 62$  (или  $\leq -93$ ) нТл и  $d_z T \geq 12$  ( $\leq -13$ ) нТл/м.

Аномалии с  $d_z T / T_a \geq 37\%$  и  $d_z T / T_a \leq 0$ ,  $T_a \leq 62$  ( $\geq -93$ ) нТл и  $d_z T \leq 12$  ( $\geq -13$ ) нТл/м соотносятся с помехами как техногенными, так и геологическими.

Преимуществом градиентометрии является независимость результата измерений от геомагнитных вариаций и значений нормального поля. Наземные инструментальные определения градиентов приобретают тем большую ценность, чем выше уровень вариаций в районе работ. Площадная съемка градиентов (вертикального, реже горизонтальных) является равноправным со съемкой поля  $\Delta T$  ( $\Delta Z$ ) видом магнитных наблюдений при съемках в высоких широтах. Это преимущество реализуется лишь при непосредственном прямом измерении градиентов специальным прибором, предназначенным для измерения и регистрации конечных разностей значений геомагнитного элемента (модуля), т. е. только при работе с градиентометрами.

#### Литература

1. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. // Издание 4-е Л., Недра, 1974г.
2. Миков Д. С. Методы интерпретации магнитных аномалий // Издание 2-е, Томск, 1975 г.

### РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КАПИЛЛЯРНОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАСЫЩЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТИ И ГАЗА ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

**И.С. Дешененков, А.Н. Петров**

Научные руководители профессор Кожевников Д.А., доцент Коваленко К.В.  
**Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия**

В настоящее время существует большое количество моделей капиллярного давления для изучения распределения углеводородов в переходной зоне (в зависимости от высоты над зеркалом воды). Наиболее распространенные из них  $J$ -функция, модели Тульбовича, Хасслера-Бруннера, Тиксье и Брукса-Кори и др [1,2,4,6].

Наиболее известной является  $J$ -функция, соответствующая модели фиктивного грунта. Согласно этой модели геометрия порового пространства представляет собой идеальные непересекающиеся трубки с круглым постоянным сечением одинаковой длины. Её недостатками являются:

большая область неоднозначности в области низких значений текущей водонасыщенности;

модель описывает некую усредненную кривую, кривизна которой определяется параметром

$$\sqrt{K_{пр}/K_{п}}.$$

Модель Леверетта неудовлетворительно описывает изменение насыщения в коллекторах различных литотипов и морфологией емкостного пространства. Более общей является модель Брукса-Кори. В этой модели капиллярная кривая для каждого образца управляется параметрами  $K_{во}$ ,  $P_{d\text{ выт}}$  и  $\lambda$ , коррелирующими с соответствующими величинами  $K_{пр}$ ,  $K_{п}$  или комплексным параметром  $\sqrt{K_{пр}/K_{п}}$ .

Однако модель Брукса-Кори неточно описывает форму кривых капиллярного давления в различных диапазонах изменения проницаемости.

Модель Тиксье неудовлетворительно описывает капиллярные кривые при высоких давлениях.

Величина капиллярного давления соответствует определенной высоте залегания коллектора над «зеркалом» чистой воды, определяющей роль капиллярных сил при установлении равновесия и движении углеводородов в переходной зоне в процессе формирования залежей и их разработке [4].

Исходными для расчета насыщенности коллекторов являются данные капилляриметрии, приведенные к пластовым условиям. Мощность переходной зоны оценивается модельными соотношениями между капиллярными давлениями и текущей водонасыщенностью [3].

Нами предложена модель связи текущей водонасыщенности с капиллярным давлением (давлением вытеснения) в виде:

$$K_{в}(P_{di}) = 1 - \frac{1 - K_{во}}{\kappa + (1 - \kappa) P_{max}/P_{di}}, \quad (1)$$

где  $K_{в}$  – текущее значение коэффициента водонасыщенности,  $P_{di}$  – текущее значение капиллярного давления в лабораторных условиях,  $K_{во}$  – коэффициент остаточной водонасыщенности,  $\kappa$  – параметр кривизны разработанной функции,  $P_{max}$  – капиллярное давление, при котором нефтенасыщенность становится меньше предельной.

Предложенная модель позволяет определять долю вытесненного флюида при заданном капиллярном давлении и может быть записана с заменой водонасыщенности на долю нефти в объеме эффективной пористости  $K_{н\text{эф}}$  ( $K_{н\text{эф}} = 1 - (K_{в} - K_{во})/(1 - K_{во})$ ):

$$K_{н\text{эф}} = \frac{1}{\kappa + (1 - \kappa) P_{max}/P_{di}}. \quad (2)$$



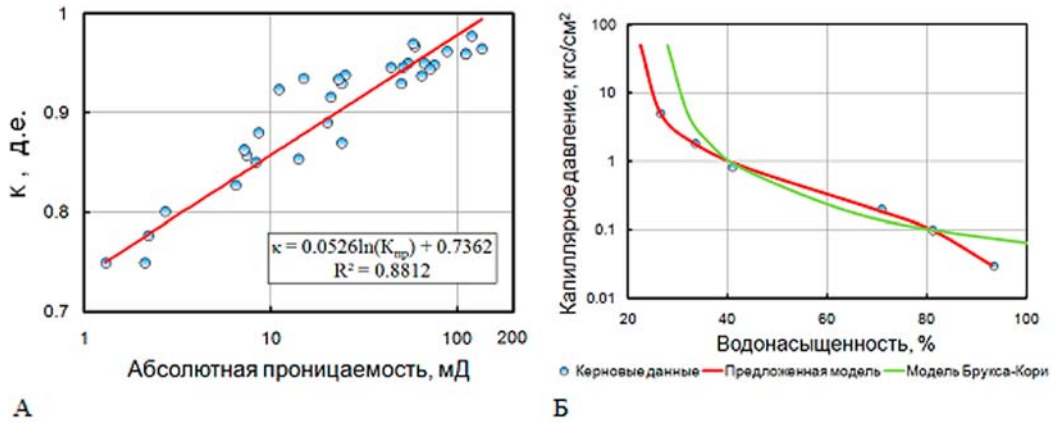


Рис.1 Сопоставление моделей капиллярных давлений для юрских песчаников Западной Сибири: А. Связь параметра  $\kappa$  с абсолютной проницаемостью; Б. Пример для образца с  $K_n=16.7\%$ ,  $K_{пр}=54$  мД.

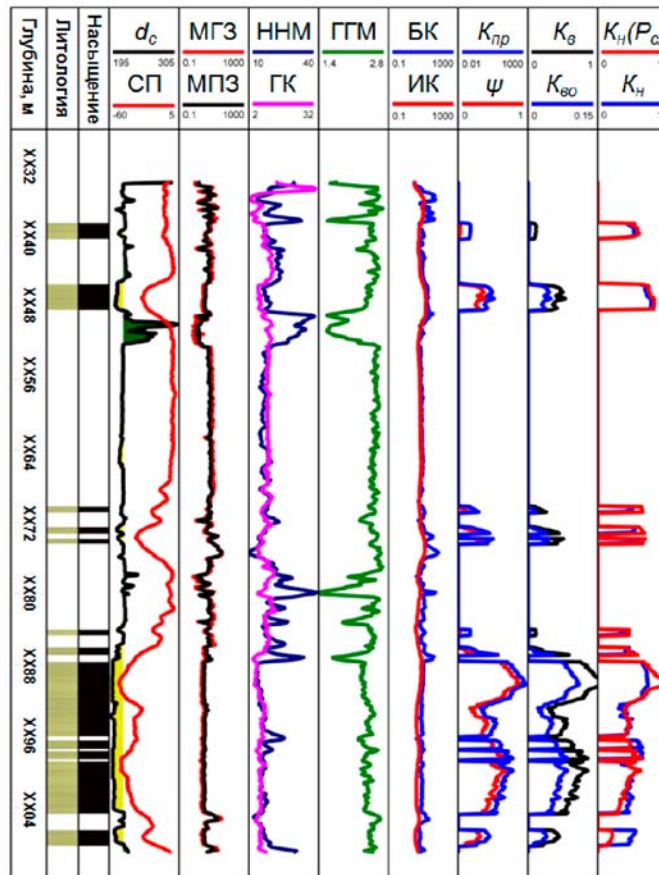


Рис.2 Результаты расчёта начальной водонасыщенности по мощности нефтяного пласта.

Капиллярное давление определяется выражением:

$$P_{di} = \frac{P_{\max}(1 - \kappa)}{K_{H \text{ эф}}^{-1} - \kappa} \quad (3)$$

Проверка модели проведена для представительной коллекции юрских коллекторов (более 200 образцов) – песчаников сложного минерального состава из различных месторождений Западной Сибири и Каспийского региона. Модель обеспечивает более точное описание данных лабораторных исследований ядра по сравнению с моделями Брукса-Кори и Тиксье (рис. 1, а).

Управляющий параметр модели интенсивно коррелирует с остаточной водонасыщенностью, петрофизическим инвариантом и проницаемостью (рис. 1, б). Это значит, что величина этого параметра может

быть определена по данным геофизических исследований скважин (ГИС) с применением разработанной нами технологии адаптивной интерпретации [5].

Получено выражение для расчета текущей нефтенасыщенности  $K_n$  на текущей глубине  $H$  (рис.2):

$$K_n = \frac{(H_{зв} - H)(1 - K_{во})}{(H_{зв} - H_{чнз})(1 - \kappa) + (H_{зв} - H)\kappa} \quad (4)$$

Предложенная модель капиллярных кривых обладает рядом принципиальных преимуществ по сравнению с существующими. Она позволяет точнее описывать данные лабораторных капилляриметрических исследований. Параметр кривизны модели имеет более тесную корреляцию с фильтрационно-емкостными свойствами коллекторов (проницаемостью и комплексным параметром  $\sqrt{K_{пр}/K_{п}}$ ).

Капилляриметрическая модель позволяет достаточно достоверно "прогнозировать" нефтенасыщение в тех ситуациях, когда электрический каротаж оказывается неэффективным ввиду его ограниченной вертикальной разрешенности и как следствие неспособности достоверно оценить удельное электрическое сопротивление прослоев тоньше 1,5-2 м.

#### Литература

1. Adams S.J., Van den Oord R. J. Capillary Pressure and Saturation-Height Functions. Report EP 93-0001, SIPM BV. 1993.
2. Brooks R. H., Corey A. T. Hydraulic properties of Porous Media. Colorado State University Hydrology, 1964, № 3.
3. Физика нефтяного и газового пласта/Гиматулинов Ш.К. – М., Недра. 1971.
4. Определение физических свойств нефтеводосодержащих пород/Гудок Н.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г. – М., Недра-Бизнесцентр. 2007.
5. Кожевников Д.А., Коваленко К.В., Макрописание остаточной водонасыщенности коллекторов, Каротажник, 2000 – № 75 – с. 70 – 94.
6. Петрофизическое обеспечение эффективного извлечения углеводородов/Тульбович Б.И. – М., Недра. 1990.

### ОБОСНОВАНИЕ ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГРАНУЛЯРНОГО КОЛЛЕКТОРА

**И.С. Дешенников, А.Н. Петров**

Научные руководители профессор Д.А. Кожевников, доцент К.В. Коваленко

*Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина, г. Москва, Россия*

Инструментом проектирования разработки месторождений нефти и газа и средством управления ею является цифровая флюидодинамическая 3D геомодель, являющаяся синтезом данных разведочной и промысловой геофизики. Выявилась проблема адекватности получаемых геомоделей и реальных объектов и необходимость перехода из «абсолютного порового пространства» в эффективное поровое пространство, базисными параметрами которого являются динамические петрофизические характеристики – эффективная (динамическая) пористость, эффективная проницаемость [1]. Петрофизическое моделирование актуально для перехода от традиционной концепции к концепции эффективного порового пространства.

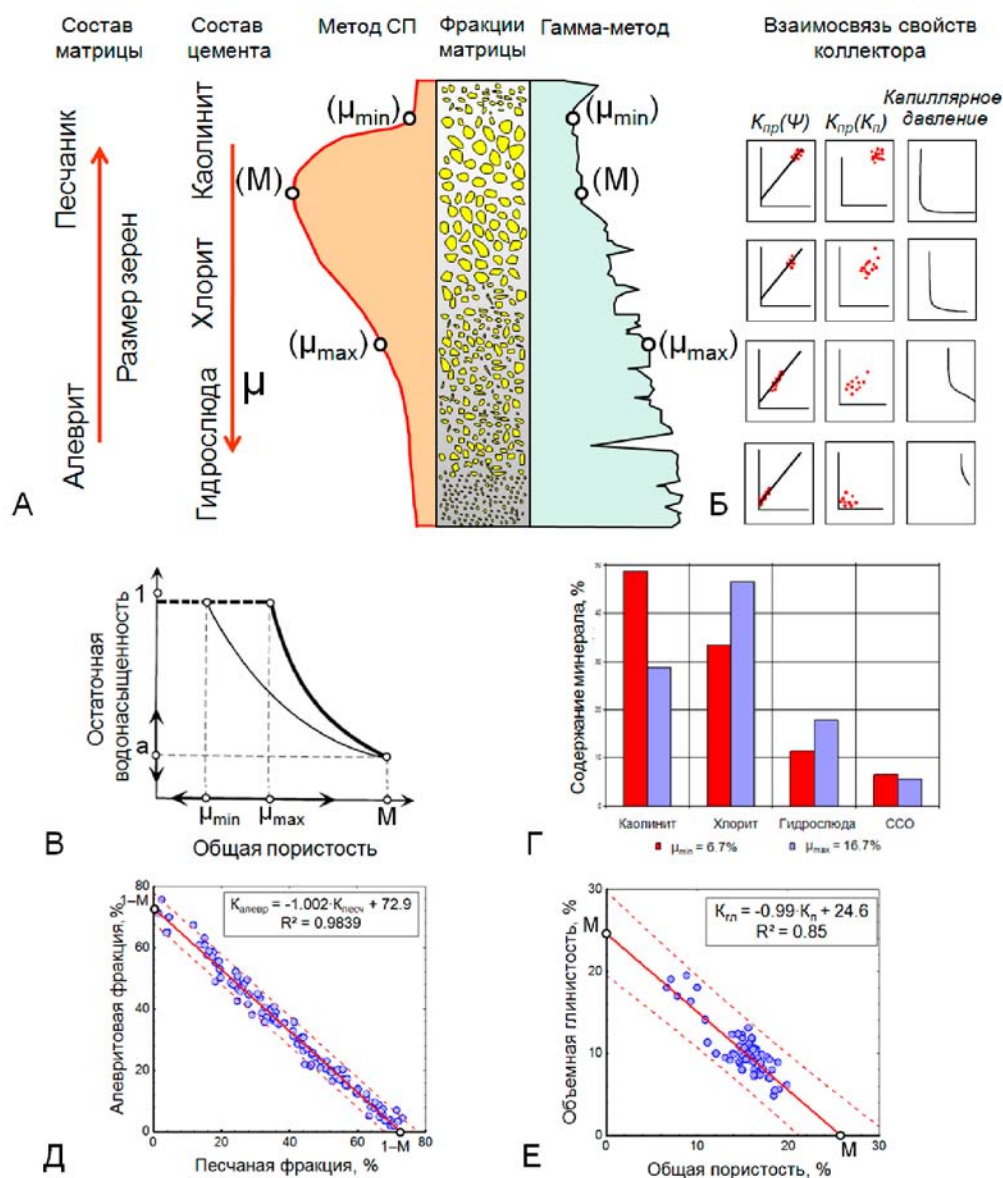
Петрофизическое моделирование приводит к обоснованию связей показаний методов ГИС с величиной петрофизического инварианта  $\Psi$  как интерпретационного и петрофизического параметра, отражающего совокупность множества факторов, характеризующих условия образования, залегания и вторичных техногенных литогеохимических преобразований коллекторов. К ним относятся: распределения пор по размерам, удельная поверхность, минеральные составы и флюидоудерживающие способности матрицы и цемента, термобарические условия и т.д. Величина  $\Psi$  представляет текущую эффективную пористость, нормированную на максимальную эффективную пористость для данного коллектора [3]. Для обоснования используемых петрофизических моделей используются «законы сохранения», извлекаемые из данных лабораторных анализов керн. Изменения минерального состава и свойств цемента гранулярных коллекторов отражаются на ФЕС, распределении капиллярных давлений, определяющих направление фильтрационных потоков при разработке месторождений нефти и газа (рис. 1, А, Б, Г).

Характеристические параметры модели {доля неснижаемого объема воды (в единице объема породы), удерживаемая матрицей  $\mu_0$ ; доля объема воды (в единице объема породы), удерживаемая цементом  $\Delta\mu$ ; пористость матрицы  $M$ } позволяют адаптивно настраивать петрофизические модели непосредственно по результатам керновых анализов (рис. 1, В). Для характеристических параметров коллекторов определяются соответствующие показания методов ГИС, на которые (вместо «опорных» пластов) настраиваются алгоритмы интерпретации [2].

Условием применимости модели гранулярного коллектора является справедливость равенства

$$K_n + K_{эл} = K_{пск} = M,$$

где  $K_{эл}$  представляет объемное содержание твердой части тонкодисперсной компоненты, которая заполняет емкость матрицы  $M$ , численно равную скелетной пористости  $K_{пск}$ . Между этими параметрами наблюдается четкая обратная зависимость, а их сумма равна пористости матрицы (рис., Е), что полностью соответствует приведенному выше равенству. При этом сумма объемных содержаний песчаной и алевритовой фракции должна быть постоянной. Это свидетельствует о том, что пористость матрицы остается стабильной по мере изменения размера зерен скелета коллектора (рис., Д).



**Рис.** Соответствие между амплитудами СП и показаниями ГМ и характеристическими значениями  $\mu_{max}$ ,  $\mu_{min}$  и  $M$  петрофизической модели коллектора (А, В), изменениями содержаний глинистых минералов вдоль оси общей пористости и остаточной водонасыщенности (Г). «Законы сохранения» содержаний мелких фракций (Д) и (Е) и соответствующими изменениями тесноты корреляций абсолютной проницаемости с петрофизическим инвариантом и общей пористостью, а также капиллярных давлений с текущей водонасыщенностью (Б).

Таким образом, при постоянстве минеральной составляющей матрицы на показания методов ГИС основное влияние оказывает изменение содержания тонкодисперсной компоненты, непосредственно определяющей ФЕС коллектора.

Для сложных коллекторов в качестве основного интерпретационного параметра методов ГИС целесообразно рассматривать эффективную пористость (петрофизический инвариант). Петрофизическая модель гранулярного коллектора позволяет настраивать интерпретационные алгоритмы различных методов ГИС по показаниям, зарегистрированным в условиях естественного залегания, непосредственно по результатам керновых анализов. Но при этом не происходит потери информации, и полнота описания всего многообразия свойств коллектора сохраняется.

Петрофизические модели «универсальны» в том смысле, что они справедливы для любого *гранулярного* коллектора, и действуют так же, как физические законы, — независимо от географических координат, геологического возраста, термодинамических условий и глубины залегания.

## Литература

1. Кожевников Д.А., Коваленко К.В. Макроописание остаточной водонасыщенности коллекторов // НТВ АИС «Каротажник». – Москва, 2000. – № 75. – С. 26-35.
2. Кожевников Д.А., Коваленко К.В. Моделирование гранулярных коллекторов на основе петрофизической инвариантности // НТВ АИС «Каротажник». – Москва, 2007. – № 161. – С. 48-61.
3. Кожевников Д.А., Коваленко К.В. Набухаемость цемента терригенных коллекторов // НТВ АИС «Каротажник». – Москва, 2001. – № 84. – С. 63-72.

### ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ СОПОСТАВИТЕЛЬНЫХ КРОСС-ПЛОТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ЗЕРКАЛА СВОБОДНОЙ ВОДЫ И НАЛИЧИЯ ОШИБОК В ЗАМЕРАХ ИНКЛИНОМЕТРИИ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Е.С. Забуга, С.В. Кайгородов  
ООО "СИАМ-Инжиниринг", г. Томск, Россия

Уровни зеркала свободной воды (ЗСВ) и водо-нефтяного контакта (ВНК) играют важнейшее значение во многих прикладных задачах нефтяной отрасли. От них зависит объем геологических запасов нефти, динамика работы месторождения (скорость обводнения добывающих скважин), и оптимальность принимаемых решений по разработке месторождения. При этом важно правильно определить не только значения этих контактов, но и их тип: наклонный или горизонтальный.

Для определения уровней ЗСВ и ВНК существует множество различных методов. Можно, например, анализировать результаты опробований скважин и результаты интерпретации геофизических исследований скважин (РИГИС). Однако, при наличии ошибок в замерах инклинометрии или в определении скоростного закона сейсмичности, все результаты этих анализов также могут оказаться ошибочными.

В работе [1] предлагается для обоснования введения поправок в инклинометрию скважин при построении геологической модели месторождения использовать сопоставительный кросс-плот, по одной оси которого откладывается величина отклонения положения ВНК в скважине по РИГИС от принятого ВНК для данного пласта по условно-вертикальным скважинам, а по другой – величина отклонения положения кровли пласта в скважине от структурной карты кровли пласта, построенной по условно вертикальным скважинам.

Авторы данной статьи предлагают использовать подобный кросс-плот для оценки наличия ошибок в замерах инклинометрии и данных сейсморазведки, а также определения типа контакта. Методику можно использовать как для определения типа зеркала свободной воды, так и водо-нефтяного контакта, поэтому далее мы будем просто использовать термин «контакт».

В зависимости от качества входных данных и типа контакта (см. таблицу) существует 8 вариантов расположения точек на характеристическом сопоставительном кросс-плоте, показанных на рисунке.

Таблица

Варианты данных для теоретических сопоставительных кросс-плотов

№ графика	Наличие ошибок		Тип контакта
	сейсмичка	инклинометрия	
1	нет	нет	горизонтальный
2	да	нет	горизонтальный
3	нет	нет	наклонный
4	нет	да	горизонтальный
5	да	да	наклонный
6	нет	да	наклонный
7	да	нет	наклонный
8	да	да	горизонтальный

1. Качество сейсмических данных и замеров инклинометрии в скважинах является допустимым. Контакт горизонтальный. Точки на кросс-плоте локализируются вблизи нуля, и значения вдоль осей не превышают значения допустимой погрешности сейсморазведки.

2. В случае наличия некачественных сейсмических данных при горизонтальном контакте и при безошибочных замерах инклинометрии на кросс-плоте наблюдается сосредоточение точек вблизи оси ординат в силу того, что невязка между отбивками пласта в скважинах и сейсмической поверхностью превышает допустимые значения, в то время как определение абсолютного значения горизонтального уровня контакта в скважинах является точным и его значение во всех скважинах одинаково.

3. При хорошем качестве исходных данных можно очень наглядно продемонстрировать наличие негоризонтального уровня контакта: данные сейсморазведки и отбивки в скважинах ведут себя идентично, в то время как абсолютные значения уровня контакта в скважинах различны, поэтому точки располагаются вдоль оси абсцисс.

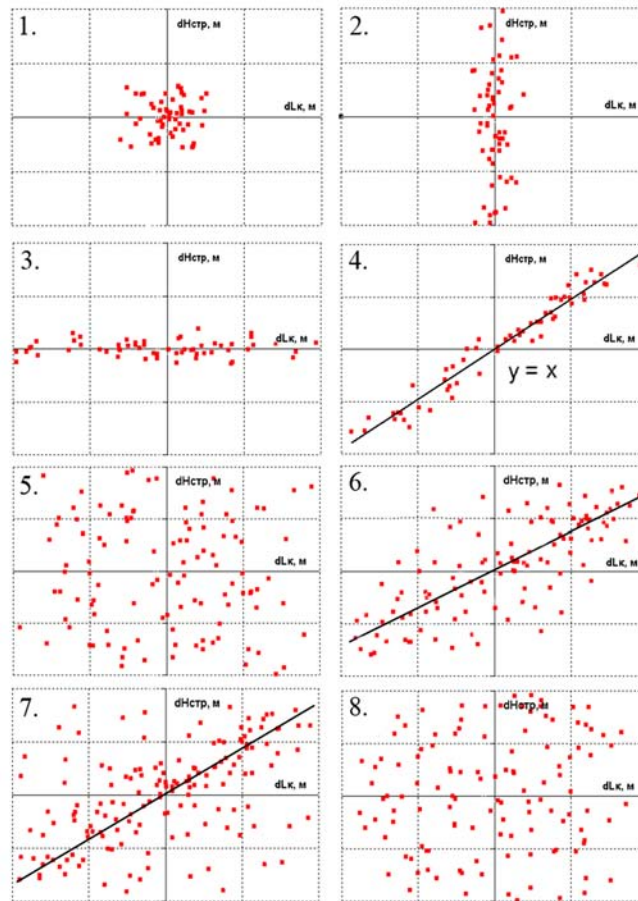
4. При наличии ошибок только в замерах инклинометрии скважин и при горизонтальном уровне контакта отклонения значений отбивок пласта совпадают со значениями отклонений определения уровня контакта в скважинах, следовательно тренд по данным точкам будет иметь наклон, близкий к 45 градусам.

5. Наложение ошибок всех данных друг на друга характеризуется на кросс-плоте хаотическим облаком точек. Определение типа контакта по виду кросс-плота в данном случае невозможно.

6. В случае наклонного контакта и при наличии ошибок в инклинометрии скважин, можно заметить, что линия, около которой локализуются точки кросс-плота, проходит через ноль. Если наклон контакта минимален, то аналогично случаю 4, эта линия будет иметь наклон, близкий к 45 градусам. Чем ближе будет угол наклона тренда к нулю, тем существенней изменяется уровень контакта вдоль всего месторождения.

7. Если имеется существенная погрешность в структурной поверхности, построенной по сейсмическим данным, контакт наклонный, а замеры инклинометрии в скважинах правильны, то на графике наблюдается облако точек. Это объясняется тем, что, во-первых, абсолютные значения уровня контакта в скважинах определяются точно, потому будет наблюдаться разброс значений вдоль оси абсцисс; во-вторых, невязка сейсмических данных с отбивками даст большой разброс по вертикали. Если в невязке сейсмических данных с отбивками имеется закономерность, т.е. например, некорректен скоростной закон, в силу чего больше отклонения там, где наблюдаются возвышения или углубления, то возможно наблюдение сосредоточения точек вдоль прямой линии, проходящей через ноль.

8. Наложение ошибок всех данных друг на друга характеризуется на кросс-плоте хаотическим облаком точек. Определение типа контакта по виду кросс-плота в данном случае невозможно.



$dL_k$  - отклонение положения контакта в скважине от принятого горизонтального контакта  
 $dH_{стр}$  - отклонение кровли пласта в скважине от положения кровли пласта в данной точке на карте, построенной на сейсмической основе и подтянутой на отбивки вертикальных скважин

**Рис. Теоретические варианты сопоставительных характеристических кросс-плотов**

Если же по оси абсцисс на кросс-плоте отложить сами величины положения контакта в скважине, то можно определить уровень контакта на месторождении в целом более или менее точно даже при наличии ошибок в замерах инклинометрии и сейсмических данных (для графика №4 это точка пересечения тренда с осью абсцисс).

Методика была успешно опробована на одном из месторождений Западной Сибири. Все выявленные с её помощью факты были впоследствии подтверждены рядом других данных: анализ РИГИС, опробований скважин, динамика работы скважин, результаты расчета гидродинамических моделей с различными уровнями и типом ЗСВ.

## Литература

1. Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртламов В.Р. Оценка качества 3D моделей. – М.: ООО "ИПЦ Маска", 2008. – 272 с.
2. Левянт В.Б., Ампилов Ю.П., Глоговский В.М., Колесов В.В., Коростышевский М.Б., Птецов С.Н. Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки (2D, 3D) для подсчета запасов нефти и газа. – М.: ОАО "ЦГЭ", 2006. – 40 с.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ БУРЕНИИ В ТЕРРИГЕННЫХ РАЗРЕЗАХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ**

**В.Н. Калинин**

Научный руководитель профессор А. В. Мананков  
*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

В последние годы роль геолого-технологических исследований (ГТИ) в обеспечении оптимизации процесса строительства скважин на нефть и газ все более увеличивается. Расширяется круг задач и требований к качеству проведения исследований, оперативности получения информации, наполняемости комплекса ГТИ.

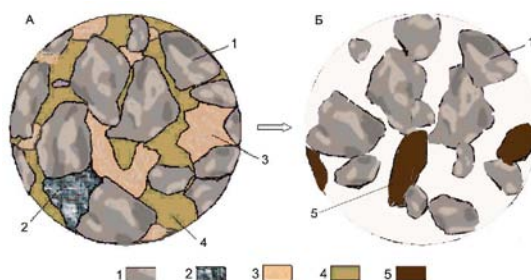
Высокая техническая и экономическая эффективность достигается при бурении горизонтальных скважин и горизонтальных боковых стволов из существующих скважин. На сегодняшний день количество подобных объектов существенно увеличилось, что не могло не отразиться и на проведении ГТИ. Специфика строительства горизонтальных скважин и боковых стволов с горизонтальным окончанием, особенности применяемых технологий бурения, оборудования и буровых растворов показали, что традиционные программно-методические средства для решения подобных задач малоприспособлены. Назрела необходимость анализа факторов, влияющих на эффективность проведения ГТИ. Имеющиеся методики и оснащение требуют существенных изменений и выработки новых подходов в проведении исследований.

При осуществлении ГТИ в горизонтальных скважинах происходит смещение приоритета решаемых задач в сторону возможности оперативной корректировки траектории ствола скважины. Соответственно, основной геологической задачей является выдача оперативной геологической информации о вскрытии проектного пласта и предупреждении выхода бурящегося ствола из продуктивной части пласта.

Горизонтальные скважины зачастую характеризуются сложными траекториями с интенсивными наборами азимутальных и зенитных углов. Проводка таких скважин осуществляется с помощью "слайдирования". Кроме того, значительная часть инструмента находится в постоянном контакте со стенками скважины. В результате данные детально-механического каротажа (ДМК) не всегда отражают истинную картину пройденного разреза, так как скорость проходки в подобных случаях зависит больше не от крепости разбуриваемых пород, а от технологии бурения.

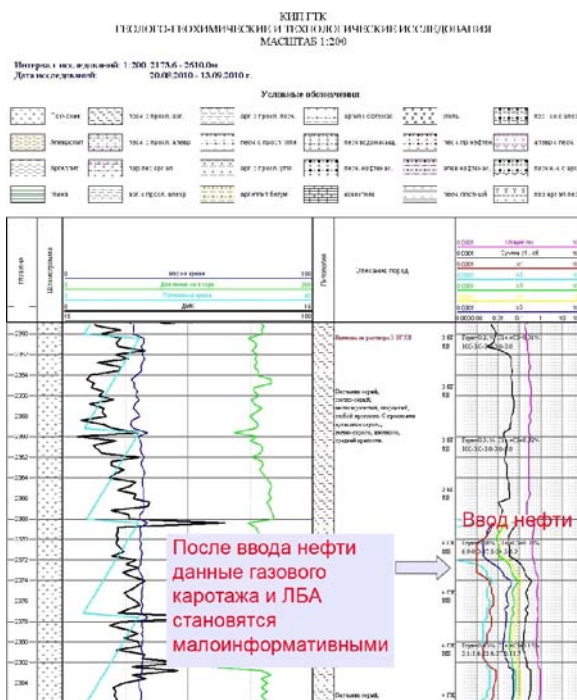
Специфические растворы, особенности режима бурения и применяемая компоновка бурового инструмента вносят свои трудности в отбор и анализ шлама. Горизонтальные участки скважин имеют протяженность до 1500 м, и, как следствие, на этих участках буровой инструмент "лежит" на стенках скважины. При перемещении инструмента происходит постоянная выработка стенок скважины муфтами и изменение профиля сечения скважины и, как следствие, значительное поступление обвальная породы. Постоянный контакт бурового инструмента, особенно на субгоризонтальных участках и в интервалах максимального искривления траектории скважины, значительно (до 90%) увеличивает долю обвальная породы в шламе. При этом обвальная порода практически неотличима от разбуриваемой. Применение долот истирающего типа приводит к практически полному измельчению породы. Шлам обычно представлен фракцией менее 1,5 мм, а считающаяся наиболее информативной фракция 3-7 мм отсутствует или представлена обвальная породой. При бурении нефтенасыщенных песчаников на преимущественно глинистом, поровом цементе фракция шлама менее 1,5 мм представляет в большинстве своем отдельные зерна (рис.1). Применение и интерпретация данных люминесцентно-битуминологического анализа (ЛБА) в таких случаях имеет ряд ограничений. Так как в шламе, представленном отдельными обломками, отсутствует цементирующий материал, в результате интенсивность хлороформных вытяжек получается заведомо заниженной.

При проведении комплекса ГТИ в горизонтальных скважинах большое внимание уделяется газовому каротажу как одному из основных методов при выделении продуктивных коллекторов. Однако очень часто по ряду причин метод газового каротажа оказывается малоинформативным или совершенно неинформативным. Применение буровых растворов, обладающих повышенной вязкостью и, соответственно, низким коэффициентом дегазации, влечет к уменьшению газопоказаний. При этом показания порой настолько занижены, что газовая аппаратура начинает работать на пределе чувствительности, что делает газовый каротаж малоприспособленным для использования. После перехода на высоковязкие растворы в течение нескольких циклов происходит постепенное насыщение промывочной жидкости газом разбуриваемых пород, и лишь потом отмечается слабая дегазация раствора. Из-за физических свойств подобных буровых растворов легкие составляющие углеводородных газов ( $C_1$ ) успевают дегазироваться в емкостях, а более тяжелые ( $C_3$ - $C_5$ ) накапливаются в промывочной жидкости. Это приводит к тому, что при длительном бурении наблюдается аномальный рост показаний тяжелых компонентов.



**Рис. 1** При разбурировании коллекторов шарошечным долотом, шлам обычно представлен фрагментами песчаника с сохранившимся цементом и межпоревым пространством (А), при использовании долота истирающего типа шлам зачастую представлен отдельными зернами, лишенными цементирующего материала, и обломками обвалных пород (Б). 1 – зерна кварца; 2 – карбонатный цемент; 3 – глинистый цемент; 4 – межпоровое пространство; 5 – обломки аргиллитов и алевролитов.

Особенно губительными для проведения газового каротажа (и геохимических исследований) являются вводы нефти и нефтепродуктов (рис.2). Зачастую это происходит несанкционированно, и возникают сложности не только в получении объективной информации о составе и объемах добавок, но и в подтверждении самого факта ввода. При подобных вводах приходится аномальные значения принимать за фоновые и, впоследствии, по косвенным признакам (увеличение или изменение ЛБА и газопоказаний) делать предположения о насыщении коллекторов. Нередко, после добавок происходит снижение информативности только одного из параметров. Так, например, при добавках на основе асфальтенов снижается только информативность ЛБА.



**Рис. 2** Ввод нефти или добавок на углеводородной основе делает газовый каротаж и ЛБА малоинформативными.

Постоянно появляются новые химические реагенты для буровых растворов. Взаимодействие горных пород с технологическими жидкостями состоит из диффузии реагента жидкой фазы и реакционной поверхности твердого тела, химической реакции между обоими веществами и последующим выносом продуктов реакции с поверхности. Влияние на газовый каротаж и геохимические исследования всевозможных ингибиторов, консервантов, смазывающих добавок, стабилизаторов, эмульгаторов, структурообразователей, пеногасителей и т.п., требует детального изучения.

Таким образом, не смотря на то, что в последние годы значимость ГТИ заметно выросла, для выполнения задач, сформировавшихся при строительстве горизонтальных скважин, необходима разработка новых методик. На сегодняшний день это одно из перспективных направлений для инновационных разработок. Использование адаптированных для горизонтальных скважин методов ГТИ, позволит более качественно осуществлять проводку скважин и оптимизировать весь процесс бурения.

## ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ

В.Н. Калинин

Научный руководитель профессор А.В.Мананков  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

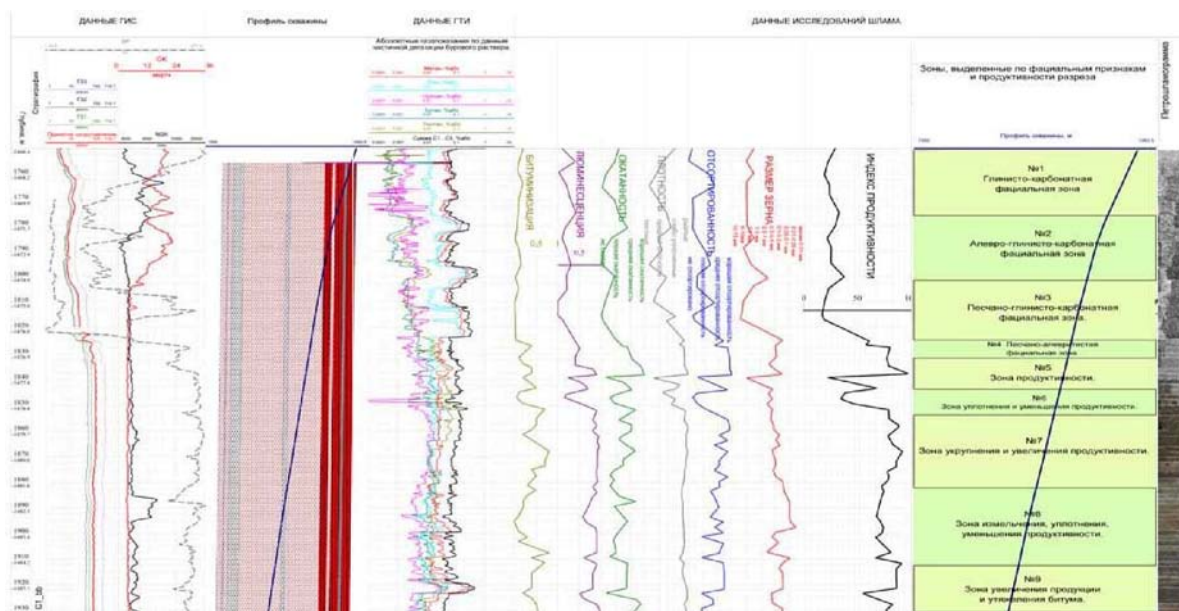
Основные методы геолого-технологического контроля (ГТИ), такие как детально-механический каротаж (ДМК), газовый каротаж, геохимические исследования шлама при бурении горизонтальных стволов порой могут нести недостоверную информацию. Следовательно, к данным ГТИ следует относиться очень внимательно и рассматривать их в комплексе, с учетом всех особенностей проводки скважины. Варианты устранения или уменьшения воздействия факторов, влияющих на проведение исследований, можно разделить на три направления:

Уменьшение влияния технических и технологических факторов.

Изменение и разработка новых методик проведения ГТИ.

Усовершенствование оборудования и программного обеспечения.

В большинстве случаев уменьшить влияния технических и технологических факторов не представляется возможным, так как все нововведения в технологию проводки скважин нацелены на увеличение скоростей бурения и улучшение подготовки ствола скважины. Здесь необходимо сделать акцент на предоставлении подрядчику по ГТИ полной информации об используемом оборудовании, технологиях, реагентах (особенно на углеводородной основе), возможном влиянии соседних скважин и своевременном проведении лабораторного анализа буровых растворов на предмет их воздействия на газовый каротаж и геолого-геохимические исследования. При использовании видеонаблюдения и удаленного мониторинга бурения, у ключевых специалистов, принимающих управленческие решения, появляется уникальная возможность участвовать в процессе строительства скважин в режиме реального времени. Это способствует нахождению оптимальных технологий. В любом случае, заказчик работ должен четко себе представлять, какие данные, при определенных условиях, возможно, а какие невозможно получить при проведении комплекса ГТИ и степень достоверности этих данных.



**Рис. Использование метода фациально-литологических исследований шлама позволяет вести геологический контроль траектории бурения скважины и наглядно демонстрировать геологический разрез**

Задача создания и утверждения единых стандартов на проведение ГТИ в горизонтальных скважинах, с учетом особенностей региона работ, по-прежнему остается не решенной. Проблема изменения и разработки новых методик проведения ГТИ назрела уже давно и это касается не только исследований в горизонтальных скважинах.

При определении наиболее информативной фракции шлама, помимо физико-механических свойств разбуриваемых пород, необходимо учитывать тип долота, траекторию ствола скважины, особенности бурового раствора. Момент входа в пласты и пропластки может характеризоваться не резким увеличением процентного содержания пород, а появлением (порой единичных зерен) той или иной литологической разности, с определенными фациальными признаками. Производить расчленение разреза скважины на фациальные зоны, с целью навигации по наиболее продуктивной части, можно с помощью фациально-литологических исследований



шлама (рис.). Данные исследования, помимо оперативных задач по проводке скважин со сложными траекториями, могут решать и более глобальные задачи, такие как восстановление палеофациальной обстановки территории и изучение геологической истории их развития. По мере сбора и составления базы данных по отдельным структурным регионам, появляется возможность построить генерализованные модели, отражающие строение геоструктурных элементов различного ранга.

При оценке выбуренных горных пород на содержание битуминозных веществ или битумоидов наибольшее распространение получил метод жидкостных хлороформных вытяжек, с использованием хлороформа в качестве растворителя. Это дает ориентировочную оценку качественного и количественного состава битумоидов. Более детальное представление о содержании углеводородов можно получить, проведя тест на определение флуоресценции шлама в растворителе. В качестве растворителя пригоден не только хлороформ, но и спиртобензол, бензол, петролейный эфир, четыреххлористый углерод. В данном тесте определяется характер окрашивания растворителя, интенсивность флуоресценции образца. В случае подозрения на содержание легкой нефти и газоконденсата, можно провести водно-ацетоновый тест. Важно при проведении тестов на флуоресценцию использовать эталонные коллекции, подготовленные из основных типов битумоидов.

Особое внимание должно уделяться интерпретации данных газового каротажа и ДМК. При этом необходимо учитывать индивидуальность геологического разреза, влияние технологии бурения и особенности используемого оборудования. При использовании буровых насосов с регулируемой подачей давления должна быть соответствующая методика расчета времени отстаивания шлама и газа.

Производители программного обеспечения и оборудования ГТИ периодически, с переменным успехом, осуществляют различные попытки создания новых продуктов в данной сфере. Но, как правило, подобные разработки либо не имеют должного результата, либо не получают широкого распространения. Причина этого кроется, главным образом, в низких расценках данных исследований и отсутствии заинтересованности заказчика. Тем не менее, существует целый ряд заслуживающих внимания и весьма перспективных разработок, как у отечественных, так и у зарубежных производителей. Для выявления неоднородностей и корректировки траектории горизонтального участка при его выходе за пределы продуктивной зоны пласта целесообразно использовать виброакустический каротаж, который следовало бы включить в основной комплекс ГТИ.

Существенным дополнением люминескопа (или заменой его) может стать флуориметр, позволяющий, благодаря специальному программному обеспечению, отказаться от субъективной оценки люминесценции и получить объективные численные значения.

В качестве прибора используемого для анализа газа наиболее информативным является применение масспектрометра. Основным недостатком данного оборудования является плохая приспособленность к полевым условиям работы. Масспектрометр обладает самой высокой чувствительностью среди всех классов газоаналитического оборудования и позволяет получать информацию о содержании как органических, так и неорганических элементов. В случае перевода данных приборов из разряда лабораторных, и широкого их применения вместо хроматографов и суммарных газоанализаторов, спектр задач, решаемых при проведении газового каротажа, значительно расширится (хотя некоторые подрядчики по ГТИ уже успешно используют масспектрометры в качестве основных газоанализаторов). При транспортировке газа по газовоздушной линии (ГВЛ) происходит процесс расслоения газа на компоненты. Используя фторопластовые трубки и обеспечивая регулируемый обогрев ГВЛ, можно свести к минимуму указанный недостаток.

Для решения проблем нестабильности пласта и обвала стенок скважин может послужить объемный счетчик бурового шлама, который позволяет контролировать процесс очистки ствола. Также, с помощью специального программного обеспечения, можно прогнозировать зоны аномально высокого пластового давления, предотвращать поглощения и проявления, определять вертикальные колебания долота и перекручивание буровой колонны.

Основные выводы:

В горизонтальных стволах сегодня невозможно проведение стандартного комплекса геофизических скважин (ГИС), поэтому, производятся лишь отдельные виды каротажа, которые не могут дать однозначные ответы на все поставленные вопросы. При этом ГТИ, особенно при проведении работ в терригенных разрезах, является наиболее перспективным направлением исследований. Сама собой возникает необходимость комплексной интерпретации данных ГИС и ГТИ, с учетом всех особенностей бурения.

На современном этапе ГТИ, при бурении горизонтальных скважин, имеет ряд ограничений по применению и достоверности выдаваемых результатов. В свете этого становится необходимым разработку новых технологий и специального оборудования для проведения ГТИ в горизонтальных скважинах, что, в свою очередь, потребует объединения усилий производителей оборудования и программного обеспечения, и исполнителей геолого-технологических исследований для решения стоящих задач и выработки единого подхода к их решению.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИМАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ

И.Б. Ковалев, Д.И. Тенгелиди

Научный руководитель доцент Е.В. Гусев

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

В практике интерпретации гравимагнитных аномалий широко используются различного вида трансформации, т. е. преобразования полей с целью наиболее полного разделения исходного наблюдаемого поля на составляющие. Большинство трансформаций основано на соответствии порядка геологических структур и отвечающих им аномалий – чем крупнее аномалиеобразующий объект и чем глубже он залегает, тем более широкие и малые по градиенту аномалии он создает. Чаще всего при интерпретации нас интересуют аномалии определенной ширины и амплитуды, связанные с интересующими нас при решении конкретной геологической задачи объектами. Другие составляющие поля считаются помехами.

Поэтому с точки зрения теории частотной фильтрации любую трансформацию можно представить как своеобразный фильтр. Выделяют трансформации – низкочастотные фильтры (осреднение, пересчет поля на вышележащие уровни) и высокочастотные фильтры (расчет производных, пересчет поля вниз и др.). Свойства каждого фильтра определяются частотной характеристикой, которая представляет собой отношение спектров трансформированной и исходной функций.

Комбинацией низкочастотных и высокочастотных фильтров можно получить полосовые фильтры, из которых наиболее простыми и известными являются разность двух осреднений по площади окна с разными радиусами (разностное осреднение) и функция Саксова-Нигарда [2] которая выглядит:

$$F(U) = \frac{\bar{U}(r) - \bar{U}(R)}{R - r}, \quad (1)$$

где в числителе используются средние значения поля  $U$  на радиусах  $r$  и  $R$ , а в знаменателе – разность этих радиусов. По смыслу рассматриваемые трансформации близки.

Оценка связи между выделенными при трансформациях аномалиями и глубиной источников, вызывающих эти аномалии, проводится по относительной глубинной характеристике, которая для дискретных трансформаций имеет вид [1]:

$$N(z) = \sum_{i=0}^n \frac{K_i z^3}{(z^2 + r_i^2)^{3/2}}, \quad (2)$$

где  $K_i$  – коэффициенты, зависящие от вида трансформаций,  $z$  – глубина источников,  $r$  – параметр (радиус) трансформации.

Относительные глубинные характеристики для функции Саксова-Нигарда и разностного осреднения по окну с двумя радиусами  $r$  и  $R$  выглядят соответственно:

$$N_{CH}(z) = \frac{1}{R - r} \left[ \frac{z^3}{(r^2 + z^2)^{3/2}} - \frac{z^3}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \right], \quad (3)$$

$$N_{осп}(z) = \frac{2z^2}{(z^2 + r^2)^{1/2} (z + \sqrt{z^2 + r^2})} - \frac{2z^2}{(z^2 + R^2)^{1/2} (z + \sqrt{z^2 + R^2})}. \quad (4)$$

Особенностью этих характеристик является то, что на определенной глубине наблюдается наибольшая чувствительность к массам, причем глубина максимума зависит от соотношения радиусов осреднения. Изменяя параметры осреднения, можно изменять глубину максимума глубинной характеристики.

Поэтому цель исследования можно сформулировать следующим образом: оценить возможность определения количественных характеристик объектов (глубину, размеры) по разрезам указанных трансформаций, если для их построения использовать разные параметры преобразования и трансформированные функции относить к глубине максимума глубинной характеристики.

Для расчетов использовались поля  $V_z$  и  $V_{zz}$  для правильных тел – сфера, горизонтальный круговой цилиндр, параллелепипеды, вытянутые в горизонтальном и вертикальном направлениях с различной глубиной залегания и размерами. Исходя из Пуассоновской связи гравитационных и магнитных аномалий поля  $V_{zz}$  можно рассматривать, как аномалии  $Z$ - составляющей магнитного поля при вертикальной намагниченности объектов. Некоторые результаты расчетов представлены на рис.1 и 2. Из рисунков следует, что для обоих видов рассматриваемых трансформаций положение объектов в разрезе по изолиниям трансформированных полей точно не определяется.

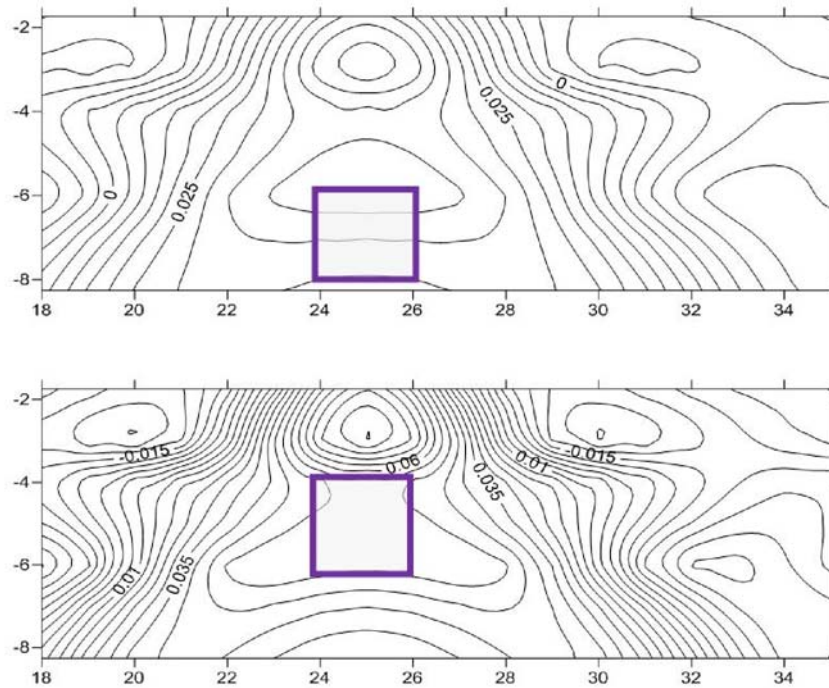


Рис. 1. Разрезы функции Саксова-Нигарда по полю  $V_z$  для разных глубин залегания источника (параллелепипед квадратного сечения)

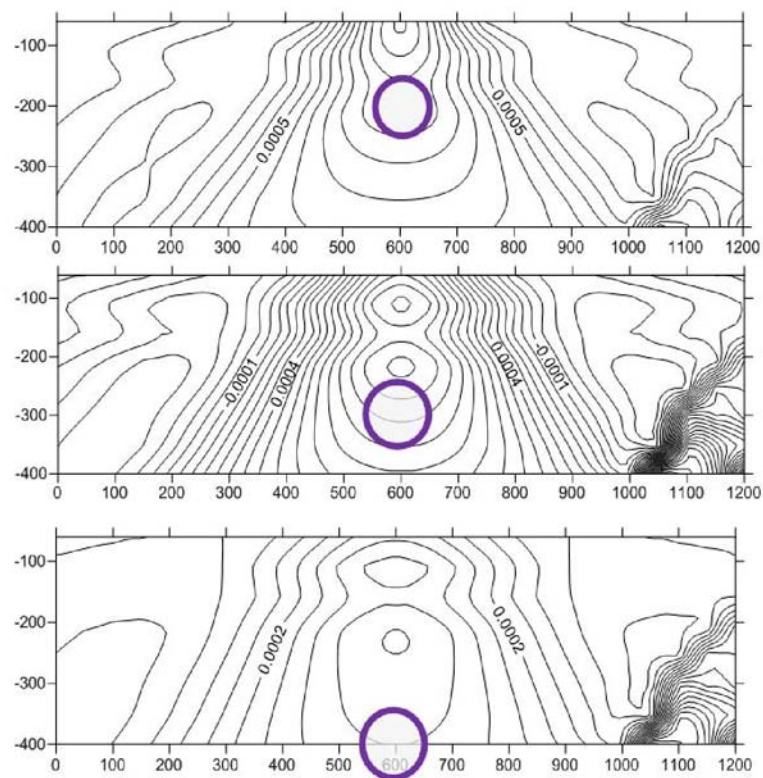


Рис. 2. Разрезы функции разностного осреднения  $V_z$  для разных глубин залегания источника (круговой горизонтальный цилиндр)

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы.

При количественной интерпретации гравитационных и магнитных аномалий как к пересчетам поля вниз, так и к расчетам аномалий с помощью полосовых фильтров следует относиться с осторожностью, поскольку определение параметров аномалиеобразующих тел страдает большими погрешностями.

Количественную интерпретацию следует проводить на основе методов моделирования, при этом первое приближение можно определять простейшими экспресс способами, например, по характерным точкам графиков.

#### Литература

1. Андреев Б. А., Клушин И. Г. Геологическое истолкование гравитационных аномалий. - Л.: Недра, 1965. - 495 с.
2. Миронов В. С. Курс гравиразведки. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Недра, 1980. - 543 с.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

Я.Н. Коваль

Научный руководитель профессор Д.Д. Федоришин

*Ивано-Франковский Национальный технический университет нефти и газа  
г. Ивано-Франковск, Украина*

Задача усовершенствования системы интерпретации геофизической информации в процессе исследования фильтрационно-емкостных параметров пород-коллекторов продуктивных залежей сложного строения тесно связана с необходимостью создания моделей исследуемых сред. Характеристика геологической среды проводится на основе моделей – заменителей или экспериментальных исследований, которые определяют взаимосвязи между параметрами физической и геологической природы. Построенные модели являются основой проведения интерпретации геофизической информации для получения решения геологической задачи.

Большинство нефтяных и газовых месторождений Украины характеризуются неоднородностью горных пород. Характеристика распределения обломков горных пород по размеру существенно влияет на пересечение и свойства поверхности поровых каналов. Минеральный состав скелета породы обуславливает степень отсортированности частиц матрицы, определяет ее форму и размер. Породы с полимиктовым составом матрицы в своем большинстве являются неоднородными по фильтрационно-емкостным свойствам и характеру насыщения. Неоднородность в этом случае характеризует переслаивание продуктивных пластов непроницаемыми прослоями и линзами, обуславливает изменение характера насыщения прослоев в многопластовых залежах.

Главным методом определения характера насыщения продуктивных пластов в скважинах с открытым стволом является электрометрия. Достоверность определения коэффициента насыщения тесно связана с моделированием электрических свойств пород-коллекторов. Породы-коллекторы гранулярного типа, которые полностью насыщены пластовой водой, по электрическим сопротивлением описываются удельным электрическим сопротивлением воды  $\rho_v$ , а также объемом и структурой порового пространства. Для глинистых пород и пород сложного строения электрическое сопротивление зависит от соотношения компонентов породы с разными электрическими свойствами.

Рассмотрим модель электропроводности в ракурсе усовершенствования физической модели. Модель электропроводности горных пород дает возможность по данным электрического каротажа характеризовать важные свойства продуктивных отложений.

Анализ существующих моделей электропроводности горных пород показал, что одной из первых моделей, которая связывает относительное электрическое сопротивление пород-коллекторов с коэффициентом пористости, была модель, предложенная Арчи Г.Е. [8] и Дахновым В.Н. [4]. Даная модель справедлива при условии, что электропроводность твердой фазы равна нулю ( $\sigma_{ск} = 0$ ). В большинстве других моделей [9, 11 и др.] электропроводности формула Арчи рассматривается как критерий правильности выбранной модели, при условии, что в последней  $\sigma_{ск} \rightarrow 0$ . Формула Арчи учитывает степень цементации породы, ее структуру, текстуру и геометрию порового пространства и используется как базисная модель для двухфазных сред, с которой осуществляется сравнение других моделей электропроводности.

С физической точки зрения электропроводность горной породы обусловлена удельной электропроводностью свободной поровой воды и ее объемом. Однако предложенная модель описывает только те горные породы, у которых обломочный материал представлен кварцем и небольшим количеством глинистого цемента. Для пород со сложным минеральным строением скелета и значительной глинистостью, модель часто не отвечает результатам экспериментальных исследований керна.

В работе [6] проведен анализ формулы Арчи и указано, что влияние структуры и геометрии пор не дает возможность описать электрическую модель этой формулой, а для мономинеральных пород эта формула является теоретически обоснованной. Одним из факторов, что обуславливает несправедливость формулы Арчи для сложных пород-коллекторов, есть показатель степени  $n$ . При наличии в породе сильно сплюснутых зерен показатель степени  $n$  увеличивается. К факторам, которые влияют на достоверность формулы Арчи, также следует отнести наличие в породе микротрещин, каверн, глинистых минералов (монтмориллонит, каолинит), мультимодальное распределение поровых размеров, смешанный тип смачивания и др.

Таким образом, в каждом конкретном случае необходимо формировать свою модель электропроводности с учетом влияния приведенных факторов. В научных работах [2, 7, 10] Б.Ю. Вендельштейном предложена и экспериментально подтверждена новая модель, в которой электропроводность породы подается аддитивно двумя компонентами – электропроводностью электролита, который находится в поровом пространстве и поверхностной электропроводностью пилитизированной (глинистой) части скелета, то есть двойного электрического слоя.

Используя свою модель электропроводности, Б. Ю. Вендельштейн впервые теоретически показал, что наличие глинистого материала приводит, как к уменьшению, так и к увеличению ее сопротивления. Если  $\rho_v > \rho_{сл}$ , наличие в породе глинистого материала приводит к снижению электрического сопротивления порового канала и породы в целом. Если же  $\rho_{сл} > \rho_v$ , заглинизованность приводит к увеличению электрического сопротивления породы. При  $\rho_{сл} = \rho_v$  наличие глинистого материала не влияет на сопротивление породы. В работе [3] показано, что при высокой минерализации пластовой воды электрическое сопротивление породы с увеличением глинистости увеличивается.

Элланским М.М. [5] была предложена своя модель электрического сопротивления продуктивных глинистых пород с межгранулярной пористостью.

По экспериментальным данным Элланским М.М. было подтверждено существование зависимости, установленной Вендельштейном Б.Ю. [2] и определена величина электропроводности двойного электрического слоя, которая обеспечивает равновесие в электропроводности электролита и двойного электрического слоя.

Выбрав за базовую идею аддитивности электропроводности электролита и двойного электрического слоя в поровом пространстве породы-коллектора различные авторы разработали большое количество моделей электропроводности. Как указывает Афанасьев В.С. [1], было создано более 30 вариантов таких моделей. В основном модели электропроводности характеризуют разную форму и свойства пилитизированной фракции породы.

Необходимо заметить, что на этом этапе построение моделей электропроводности перешло в форму математического моделирования. Осуществляется поиск параметров зависимости электропроводности от разных геологических факторов, к которым относится рассеянная и слоистая глинистость, вторичная пилитизация, структура порового канала, минеральный состав глинистого материала, тип цемента и др.

В целом созданные модели не перешли на другой качественный уровень, а носят локальный характер, то есть описывают отдельные геологические характеристики залежей.

Проведенный анализ моделей электропроводности в очередной раз подтверждает тот факт, что использование той или другой модели электропроводности для изучения пород-коллекторов конкретного месторождения не всегда является эффективным. Существует много факторов, которые влияют на точность результатов определения истинного удельного сопротивления пластов-коллекторов, а в дальнейшем и нефтегазонасыщенности. К этим основным факторам относятся: сложная структура порового пространства, многокомпонентный минералогический состав скелета породы, наличие и процентное соотношение разнообразного цементирующего материала, характер вещества, которое заполняет поровое пространство коллектора и ее количество, минерализация пластовых вод и др. Обычно при моделировании ученые пытаются как можно больше и точнее учесть вышеперечисленные факторы, что в результате даст возможность получить более достоверную информацию о фильтрационно-емкостных свойствах пород-коллекторов. Но в действительности не всегда удается достичь желаемого результата за счет того, что в одной модели, которая описывает определенную величину, пытаются учесть все факторы. В общем, это приводит к значительной погрешности определения величины искомого параметра, отсюда возникает необходимость построения и использования индивидуальной модели для конкретных условий нефтяного или газового месторождения.

Очень часто на месторождении выделяются участки с аномальными петрофизическими свойствами, где использование общепринятой модели является крайне неэффективным. В таком случае необходимо сначала детально изучить геологическое строение месторождения и установить участки с аномальными свойствами. Тогда необходимо предложить оптимальную модель для определения того или другого параметра с учетом специфики геологического строения каждого конкретного выделенного на месторождении участка.

Следовательно, для повышения достоверности определения удельного электрического сопротивления горных пород, а в дальнейшем и коэффициента нефтегазонасыщенности, необходимо использовать индивидуальную модель электропроводности, которая даст возможность учитывать весь спектр геологических условий.

#### Литература

1. Афанасьев В.С. Афанасьев С.В. Новая петрофизическая модель электропроводности терригенной гранулярной породы. – Тверь: НППП “ГЕРС”, 1993. – 28 с.
2. Вендельштейн Б.Ю. О связи между параметром пористости, коэффициентом поверхностной проводимости, диффузионно-адсорбционными свойствами терригенных пород // Труды МИНХ и ГП. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – № 31. – С. 16 – 30.
3. Вендельштейн Б.Ю., Элланский М.М. Влияние адсорбционных свойств породы на зависимость относительного сопротивления от коэффициента пористости // Прикладная геофизика. – М.: Недра, 1964. – Вып. 40. С. 181 – 193.
4. Дахнов В.Н. Интерпретация каротажных диаграмм. – М.: Гостоптехиздат, 1948. – 389 с.
5. Элланский М.М. Петрофизические связи и комплексная интерпретация данных промысловой геофизики. – М.: Недра, 1978. – 215 с.

6. Нестерова Г.В. Математические модели электропроводности двухкомпонентных сред и формула Арчи (по материалам публикаций) // НТВ Каротажник. – Тверь, 2008. – № 8(173). С 80 – 101.
7. Шапиро Д.А. О зависимости э.д.с. диффузии в скважинах от адсорбционных свойств пород // Доклады АН СССР. – 1951. XXVII. №4. – С. 27 – 32.
8. Archie G.E. The electrical resistivity log as aided in determining some reservoir characteristics // Trans. AIME. – 1942. Vol. 146. – P. 54 – 62.
9. Bussian F.T. Electrical conductance in a porous medium // Geophysics. – 1983. Vol. 48. – No 9. – P. 1258 – 1268.
10. D Witte L. Relations between resistivities and fluid contents of porous rocks // Oil and Gas J. 1950. Vol. 16. – P. 120.
11. Ferenczy L. Direct determination of cementation exponent for dual water type models from logs // Trans. SPWLA. Ann. Logging Symp. – 1991. X. – P 24 – 32.

## ВЛИЯНИЕ ТОЧКИ ОТНЕСЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ТРАССЫ НА РАСТЯЖЕНИЕ ЗАПИСИ

И.А. Курашов

Научный руководитель профессор В.И. Бондарев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Данная работа выполнена в рамках общего направления исследований кафедры геофизики нефти и газа Уральского государственного горного университета по совершенствованию методов миграционных преобразований сейсмических данных. Основной задачей являлся поиск более эффективных способов анализа волнового поля с целью получения дополнительной информации о геологической среде путем специальных методов обработки данных стандартных сейсмических наблюдений. Полученные в результате исследований приемы могут быть применены при изучении объектов сложного геологического строения, в частности для локализации зон дробления и повышенной проницаемости различной природы.

Достижение поставленной задачи осуществляется с помощью применения оригинальной технологии трансформации волновых полей [1] для разделения зеркальных и дифракционных (рассеянных) компонент волнового поля. Осуществляется этот процесс будет за счет выбора определенной базы пересчета трасс. При пересчете исходной трассы на ближние пикеты профиля мы будем получать преимущественной о зеркальной составляющей волнового поля, а при пересчете на удаленные пикеты о дифракционной. Также существует возможность анализа до суммирования волнового поля, пересчитанного на конкретный пикет профиля.

При трансформации трасс разрезов равного удаления на различные пикеты профиля используется специальный амплитудно-временной оператор (1) для корректного использования которого необходимо вводить ряд ограничений на область его работы [3]. Одно из таких ограничений связано с контролем растяжения сейсмических трасс при преобразовании, особенно в области малых времен.

Для удобства анализа растяжения сейсмических трасс была построена группа графиков, характеризующих пересчет исходной трассы на различные пикеты профиля. Такое построение способно продемонстрировать обоснование выбора оптимальных зон пересчета трасс при использовании частных случаев оператора преобразования, когда в качестве общей расчетной точки, к которой приписывается сейсмическая трасса, полученная при конкретной установке ПВ-ПП, используется: средняя точка или пункт приема. Такой подход был обусловлен возможным преимуществом использования пункта приема (а в соответствии с принципом взаимности и пункта возбуждения) для выделения в зарегистрированной записи рассеянной компоненты сейсмического волнового поля при изучении областей за границей установки источник-приемник.

$$t_0 = t \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{l^2}{V^2 t^2}\right) \left(1 - \frac{[(a-1) - 2u(1+a)]^2}{(1+a)^2 V^2 t^2}\right)} \quad (1)$$

$$t_0 = t \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{l^2}{V^2 t^2}\right) \left(1 - \frac{4u^2}{V^2 t^2}\right)} \quad (2)$$

$$t_0 = t \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{l^2}{V^2 t^2}\right) \left(1 - \frac{2u-1}{V^2 t^2}\right)} \quad (3)$$

где  $t$  - текущее время на трассе РУ,  $l$  - удаление «источник-приемник»,  $u$  - относительное удаление расчетной трассы от эпицентра дифрактора,  $a$  - отношение удалений ОРТ-ПП к ПВ-ОРТ, параметр асимметрии,  $V$  - скорость в среде.

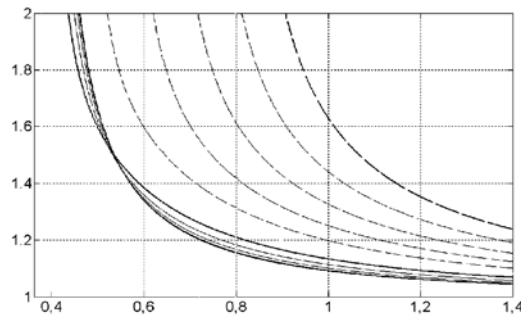
На рис 1. приведены расчеты относительной величины растяжения сейсмической записи относительно различных пикетов пересчета. При отнесении исходной трассы к средней точке и соответственно использовании оператора преобразования (2) графики показывают, что оптимальная с точки зрения растяжения записи зона находится на расстоянии 0.5  $l$  слева и справа от средней точки (сплошные линии). Прерывистыми линиями на графике показана допустимая зона, которая расположена слева и справа расстоянии (0.5-1)  $l$ . При использовании трасс, находящихся за пределами данной области, растяжение начинает значительно возрастать, что резко снижает информативность сейсмической трассы за счет невозможности ее полного вовлечения в процедуру трансформации и последующего суммирования.

Если же относить исходную трассу не к средней точке, а к пункту приема и соответственно использовать оператор преобразования (3), то линии на графике визуальнo распределяются тем же образом, но с тем фактом, что оптимальная с точки зрения растяжения записи зона находится уже на расстоянии (0-1)  $l$  справа

от пункта приема, то есть на базе, равной  $l$ , перед установкой ПВ-ПП. Прерывистыми линиями также показана допустимая зона, которая расположена на расстоянии  $(0-0.5)l$  слева и  $(1-1.5)l$  справа от пункта приема.

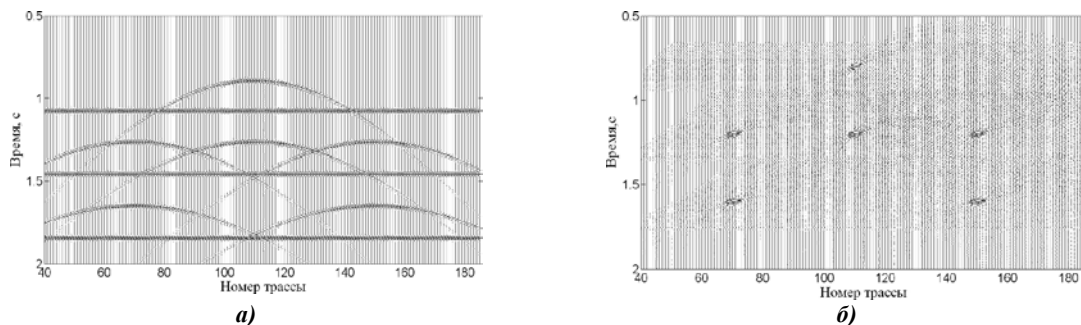
Как известно, для выделения рассеянных волн необходимо выделить сейсмических сигналов, пришедших из-за границ первой зоны Френеля [2], что в предлагаемом методе вытекает в использовании для пересчета исходной трассы пикетов, удаленных от установки источник-приемник. Таким образом, полученное распределение величины растяжения сейсмических трасс свидетельствует о том, что при постановке задачи на выделение рассеянных волн будет более эффективно использовать отнесение результата к пункту приема, так как это позволит использовать большую часть трассы, а значит получать более информативный результат.

Опробование на синтетических и экспериментальных данных показало, что оптимальным является использование значения параметра допустимого растяжения сейсмической записи в диапазоне от 1.3 до 1.5, так как более высокие значения существенно искажают сейсмическую запись, а более низкие недопустимо сильно ограничивают область исследования, снижая тем самым общую информативность данных.



**Рис.1.** Относительные величины растяжения видимого периода записи в зависимости от  $t_0$  при преобразовании на оптимальную – сплошные линии и допустимую зоны – пунктирные линии (по горизонтали время  $t_0$  в секундах, по вертикали степень растяжения сейсмической записи)

В результате детального изучения растяжения сейсмических записей можно отметить, что этот фактор способен достаточно сильно снижать информативность сейсмических данных, особенно на малых временах, поэтому использование в ходе процедуры преобразования оптимальных областей пересчета, выделенных при анализе, (рис.1) становится весьма актуально.



**Рис.2** Синтетический временной разрез равноудаления с группой отражающих горизонтов и дифракторов (а) и результат его преобразования по предлагаемой технологии (б)

На рис.2 изображен пример применения предлагаемой процедуры обработки к синтетическим данным с учетом описанного выше ограничения на область трансформации трасс. Как можно видеть на рис.2б при использовании описанного способа с отнесением записи к точке приема наблюдается достаточно точная локализация рассеивающих объектов на рассматриваемом временном разрезе равноудаления ( $l=1000\text{м}$ ).

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что использование пункта приема в качестве точки отнесения полученной сейсмической записи для разрезов равноудаления позволит существенно увеличить качество и информативность получаемых результатов при определении трещиноватых областей в геологической среде в рамках предлагаемой интерференционной технологии анализа сейсмического волнового поля.

#### Литература

1. Бондарев В.И., Крылатков С.М., Курашов И.А. Использование DSR-уравнения для разделения компонент сейсмического волнового поля // Тезисы докладов научно-практической конференции «Геомодель-2010». – Геленджик, 2010.
2. Козлов Е.А. Модели среды в разведочной сейсмологии. – Тверь: Издательство ГЕРС, 2006. – 480с.
3. Курашов И.А. Особенности трансформации моделей отражающих границ при расчетах теоретических волновых полей // Материалы VII международной научно-практической конференции молодых специалистов «Геофизика-2009». – Санкт-Петербург, 2009.

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН ПРИ  
КОНТРОЛЕ ЗА РАЗРАБОТКОЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ****Р.И. Нагорняк**

Научный руководитель профессор Д.Д. Федоришин

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,**г. Ивано-Франковск, Украина*

Контроль за разработкой нефтяных и газовых месторождений включает в себя все виды промыслово-геофизических исследований (ПГИ) скважин в пределах эксплуатируемой нефтяной залежи. Особенно важным условием повышения эффективности геофизических исследований является создание системы контроля за разработкой нефтяных месторождений, определяющих фонд изучаемых скважин, их расположение на площади месторождения, очередность и периодичность работ. Значение контроля за разработкой сложно переоценить в современных условиях развития нефтедобывающей отрасли, в условиях уменьшения объемов бурения и увеличения необходимости рационального использования эксплуатируемого фонда [1].

Промыслово-геофизические исследования для контроля за разработкой нефтяных месторождений производятся в следующих скважинах:

- обсаженных и зацементированных, вышедших из бурения до их перфорации;
- контрольных с неперфорированными пластами;
- остановленных, из ствола которых извлечено технологическое оборудование (до или после капитального ремонта);
- пьезометрических;
- эксплуатационных, эксплуатирующихся ШГН;
- эксплуатационных, эксплуатирующихся ЭЦН;

Настоящие типовые комплексы методов промысловой геофизики применяются при исследовании обсаженных скважин эксплуатационного фонда на месторождениях нефти с целью контроля за процессом разработки залежей и техническим состоянием скважин. Комплексы методов исследований подразделяются на полные и специальные. Полные комплексы применяются для одновременного решения нескольких основных взаимосвязанных задач контроля за разработкой нефтяных месторождений: определение характера текущего насыщения пласта, эксплуатационных характеристик пластов, выявление затрубных циркуляций. Полными комплексами методов изучаются обычно все продуктивные пласты как перфорированные, так и неперфорированные, вскрытые данной скважиной и для измерений [4].

Специальные геофизические исследования проводятся в эксплуатационных нефтяных и газовых скважинах, применяемых для определения дебита скважины, технического состояния колонны, профиля притока или профиля приемистости. При этом используются термометрию; расходомерию; барометрию; СТИ; ЛМ - локатор муфт; акустическую шумомерию; электромагнитную дефектоскопию и толщиомерию; СНГК - спектрометрический нейтронный гамма-каротаж; ИННК-импульсный нейтрон-нейтронный каротаж, и некоторые другие виды и методы каротажа. Каждый комплекс включает основные и дополнительные методы. К основным относятся только те методы, которые достаточно широко опробованы и обеспечены в настоящее время необходимой серийной аппаратурой или будут обеспечены ею в ближайшем будущем. Дополнительные методы – это методы, дополняющие основной комплекс в тех случаях, когда он оказывается недостаточно эффективным, а также новые методы, находящиеся в стадии освоения. Комплекс, состоящий из основных и дополнительных методов, является типовым, но он может уточняться в зависимости от конкретных геолого-технических условий, наличия аппаратуры и особенностей разработки отдельных нефтяных месторождений, а также поставленных задач с учетом возможностей и эффективности тех или иных методов исследований по взаимосогласованному плану между геофизической и промыслово-геологической службами [2].

При применении того или иного метода у нас есть возможность решить конкретную поставленную задачу. Так при использовании импульсного нейтронного каротажа, гамма-каротажа или термометрии определяется положение ВНК, интервалы обводнения, перетоки нефти в водоносные пласты. При применении нейтронного каротажа (НГК, НК-Т), гамма-каротажа и импульсного нейтронного каротажа определяется ГНК, интервалы разгазирования, оценка газонасыщенности; при использовании термометрии, локации муфт, термокондуктивной расходомерии, микрокавернометрии — оцениваются эксплуатационные характеристики пласта: исследование профиля притока и выявление отдающих интервалов, выявление поглощающих интервалов, определение источников обводнения минерализованной и пресной водой. При использовании термометрии, акустического каротажа и гамма-каротажа представляется возможным изучить техническое состояние скважин: выявление негерметичности цементного кольца и затрубных циркуляций, выявление негерметичности колонны, исследование затрубного пространства и др.[3]

Одним из важных условий повышения эффективности геофизических исследований является создание и строгое соблюдение системы контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений. Основными факторами, определяющими системный контроль, являются фонд изучаемых скважин, их расположение на площади месторождения, очередность и периодичность работ.

Геофизические исследования в скважинах эксплуатационного фонда начинаются обычно с термометрических измерений во избежание нарушения теплового равновесия в скважине из-за перемешивания жидкости прибором и кабелем. Затем проводят другие, предусмотренные программой работ операции.[4]

К настоящему времени промыслово-геофизический контроль за эксплуатацией нефтяных и газовых скважин приобрел статус самостоятельного направления как по задачам, так и по методам их решения. Его



конечной целью является информация для оптимизации работы скважины, прогнозирования отработки продуктивных пластов, обоснования мероприятий по подземному ремонту, а также для решения других стратегических и текущих проблем разработки месторождений [4].

#### Литература

1. Добрынин В.М., Серебряков В.А. Геолого-геофизические методы прогнозирования аномальных пластовых давлений. – М.:Недра, 1989, 287 С.
2. Итенберг С.С., Дахильгов Т.Д. Геофизические исследования в скважинах.– М.:Недра, 1982, 351 С.
3. Лысенко В.Д. Оптимизация разработки нефтяных месторождений – М.:Недра, 1991, 296 С.
4. Руководство по применению промыслово-геофизических методов для контроля за разработкой нефтяных месторождений. – М.:Недра, 1978, 256 С.

### **ПРОГНОЗНЫЕ НЕФТЕПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ НА ОСНОВЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ В ПРЕДЕЛАХ КАУКБАШКОГО И САРАЙЛИНСКОГО УЧАСТКОВ**

**(ЮЖНО-ТАТАРСКИЙ СВОД)**

**И.И. Нугманов, Е.В. Еронина**

Научный руководитель доцент И.Ю. Чернова

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

Комплексирование наземных геолого-геофизических данных с данными обработки и интерпретации материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является частью многих современных технологий прогнозирования и оценки нефтегазоносности территорий. Необходимость комплексирования, разработки новых методических приёмов проведения полевых и камеральных работ обусловлена сложностью задач выявления новых перспективных зон и локальных участков в областях старой добычи нефти, где все крупные и средние залежи и месторождения уже выявлены (Волго-Уральская, Тимано-Печорская, Прикаспийская нефтегазоносные провинции) [1]. Поиски новых участков для бурения эксплуатационных скважин требуют проведения крупномасштабных высокоточных полевых наблюдений с использованием современного оборудования и особой теоретической основы интерпретации полученных результатов.

Связь неотектонического и современного геодинамического режимов территорий с нефтеносностью находит в последние десятилетие всё больше подтверждений. Поэтому учёт геодинамических (неотектонических) факторов является неотъемлемым компонентом всех современных методик прогнозирования и оценки нефтеперспективности территорий [2]. В данной работе представлена методика нефтепоисковых работ, основанная на комплексе геодинамических исследований и детальных полевых наблюдений легкими геофизическими методами.

В комплекс полевых геодинамических исследований входили наземные высокоточные геодезические наблюдения дифференциальным способом с использованием приборов TOPCON, высокоточная магнитометрическая (с шагом по профилям 10–15 м), электроразведочная (методом естественных потенциалов) и естественная микросейсмическая съёмки. Работы были выполнены в пределах Южно-Татарского свода (Куакбашский и Сарайлинский участок). Несмотря на то, что оба участка расположены в пределах единой региональной тектонической структуры II порядка, их геологическое строение существенно различно. Это обстоятельство находит отражение в характеристиках нефтеносного потенциала, а именно: а) выявленные ранее залежи и нефтепродуктивные горизонты приурочены к разным этажам нефтеносности и стратиграфическим комплексам пород; б) различный характер флюидодинамических процессов, которые контролируют формирование, миграцию и разрушение залежей УВ (в том числе и геотермальный режим участков); в) различающийся физико-химический состав нефтей и т.д.

В качестве дистанционной основы геодинамических исследований были использованы материалы ДЗЗ, полученные камерой ETM+ со спутника LANDSAT-7. К серии разновременных снимков одной территории были применены пакетные вейвлеты Габора по технологии, применяемой для выделения линеаментов в подразделениях Министерства природных ресурсов России, и разработанное в ИТЦ «Сканекс» (авторы: Д.В. Демидов, Д.В. Добрынин, А.А. Савельев). В процессе выделения линеаменты были подразделены на четыре группы по комплексу признаков, отделяющих сублинейные структуры от статистически случайного рисунка. Для получения общей картины распределения структур в заданном масштабе было использовано пространственно-масштабное разложение по четырём направлениям (север-юг; запад-восток и пара дополнительных диагональных). Большая часть линеаментов строится по линейно или сублинейно выраженным градиентам текстурных или структурных особенностей земной поверхности. Эти признаки не зависят от вида хозяйственной деятельности или особенностей ландшафта. Окончательный этап обработки космоснимка заключался в фильтрации линейных объектов искусственного происхождения (дороги, границы полей и земельных участков, границы промышленных зон и др.).

С целью получения более надежных результатов и дополнительной информации об исследуемых участках, кроме обработки данных дистанционного зондирования, поиск и анализ сети линеаментов был выполнен на цифровых моделях рельефа (ЦМР) масштаба 1:25 000. Это позволило выявить предположительные пути транзитной миграции углеводородов и оценить макротрещиноватость осадочного чехла в пределах залежей как на региональном уровне – по материалам ДЗЗ, так и локальном – по крупномасштабной ЦМР.

Дополнительным критерием прогнозирования углеводородов выступили аномалии повышенного микросейсмического фона в частотном диапазоне 1–5 Гц, полученные в пассивном режиме съёмки. Регистрация естественного микросейсмического фона осуществлялась трёхкомпонентными станциями, оснащёнными широкополосными датчиками (0,5–20 Гц). При этом для выявления аномалии шириной порядка 1 Гц использовались кадры размером 4096 отсчётов. Цифровая обработка сигналов и спектральный анализ основывались на дискретном преобразовании Фурье. На этапе фильтрации техногенных узкополосных и локально-нестационарных помех из регистрируемого сигнала исключались узкополосная компонента и компонента повышенной энергии, вызванные монохроматическими вибрациями близких поверхностных техногенных источников и аддитивных поверхностных помех, значительно искажающих спектр полезного фонового микросейсмического шума. По результатам проведенных комплексных исследований удалось:

выявить блоковое строение земной коры и определить амплитуды неотектонических движений в пределах элементарных блоков;

определить направление регионального вектора напряженности по анализу глобальной розы-диаграммы направлений линейментов;

выявить предположительные зоны субвертикальной миграции углеводородов;

проследить современные геодинамические деформации земной коры и определить их преобладающий знак;

оконтурить участки сохранности коллектора и покрышки.

По совокупности полученной информации была построена прогнозная карта перспективных участков для постановки разведочного бурения на территорию Куакбашского и Сарайлинского участков.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

#### Литература

1. Касьянова Н. А. Экологические риски и геодинамика. – М.: Научный мир, 2003. – 332 с.
2. Ласточкин А. Н. Неотектонические движения и размещение залежей нефти и газа. – Л.: Недр, 1974. – 68 с.

### ОСОБЕННОСТИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЕРЕД КАТАСТРОФИЧЕСКИМ СИМУШИРСКИМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ (15 НОЯБРЯ 2006 ГОД) С МАГНИТУДОЙ $MW=8,3$ В ЕГО ОЧАГОВОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Пеньковская

Научный руководитель профессор Т.К. Злобин

*Сахалинский государственный университет, г. Южно – Сахалинск, Россия*

Для изучения сейсмического процесса, физики землетрясений, их подготовки и прогноза большой интерес представляет анализ сейсмичности в областях, где произошли сильные, а тем более, катастрофические землетрясения. На Средних Курилах сильное землетрясение многие годы предсказывалось С.А.Федотовым [7]. Долгое время его не было, однако 15 ноября 2006 года здесь произошло катастрофическое землетрясение с магнитудой  $M=8,3$  [2-4]. Большой интерес представляет анализ сейсмических событий, непосредственно предшествующих этому землетрясению в зоне, впоследствии ставшей его очаговой областью.

Данный анализ был выполнен с целью выявить особенности сейсмичности перед катастрофическим Симуширским землетрясением.

В исследованиях была применена более простая методика и критерии анализа. Были выделены в течение каждого месяца активные фазы сейсмичности и определены периоды спада, т.е. затиший. При этом фаза роста активности выделяется в случаях увеличения ее значения за месяц более чем на 30%, (т.е. в 75%-ном интервале) относительно величины в течение предшествующего и последующего месяца, т.е. рассматривался период осреднения, равный трем месяцам. Таким образом, аппроксимация является более эффективной и показательной в тех случаях, когда она проведена более чем через одно месячное значение, т.е. окно осреднения равно трем. Это позволяет выявить основные особенности в году.

Исходя из этих критериев, были проанализированы частота и количество сейсмических событий в течение каждого года с 01.01.2000 до 15.11.2006 года. В период с 2000 по 2005 год число событий изменялось с 47 до 66, при этом минимальное число землетрясений было в 2000 году (47), которое до 15 ноября 2006 года максимально возросло до 177.

Для анализа событий, произошедших за 7 лет, были построены гистограммы, графики и карты в очаговой зоне Симуширского землетрясения. По этим данным видно, что распределение землетрясений по месяцам в течение каждого года было различным, как и их характер.

Анализ основных периодов спада сейсмической активности в год показывает, что с 2001 года наблюдалось увеличение длительности периодов пониженной активности, которое имело место до 2004 года. Это видно из приведенных ниже значений. В 2000 году этих периодов составляло 6 месяцев, в 2001 году - 4 месяца; в 2002 году - 7 месяцев; в 2003 году - 9 месяцев; в 2004 году - 11 месяцев; в 2005 году - 7 месяцев. Период спада сейсмической активности в 2006 год составил 9 месяцев. Таким образом, с 2000 до 2006 года период спада активности в году между активными фазами рос с 2-6 до 11 месяцев за год к 2004 году, когда эта величина составила наибольшее значение. Максимально длинный период затишья или спада активности с 2000 по 2006 годы был за два года до главного толчка, т.е. 2004 году, когда он составлял 11 месяцев, а с учетом

продолжения его и в 2005 года - 18 месяцев. После него уже в 2006 году непосредственно перед главным толчком был вновь спад длительностью 9 месяцев.

Таким образом, длительный период спада активности (затишье) за два года до главного толчка может указывать на приближение главного толчка. Заметив, что сейсмическое затишье имеет вполне определенное значение, а не просто спад активности, можно отметить следующее. Этот признак активно и многократно вслед за японскими учеными использовали многие, в том числе и И.Н.Тихонов в своих исследованиях по прогнозу землетрясений [6]. Например, на этом (наряду с другими признаками) было основано предсказание этим автором, совместно с Ким Чун Уном, главного толчка Невельского землетрясения 2 августа 2007 года.

В целом анализ по месяцам за 2000 - 2006 годов показал, что были распределения землетрясений от бимодального (в 2001 году) до трехмодального (2000, 2003г) и имеющих ряд мод. Естественно при рассмотрении всех гистограмм за 2000-2006 годы можно явно видеть периоды несколько повышенной активности и спада с частотой 3-5 месяцев. Непрерывный многолетний ряд параметров сейсмичности и их изменений в целом для большой территории, например для Дальневосточного региона анализируются многими исследователями. В частности, результаты такого анализа представлены в публикациях [3,4].

Начиная с 2006 года обе зависимости (распределения количества землетрясений за год в 2000 – 2006 годы, кривые распределения количества землетрясений по магнитуде за 2000 – 2006 годы) начали себя вести резко и аномально. Анализ распределения событий по значению магнитуды также соответствовал общей закономерности, а именно - почти неизменное число землетрясений в 2000 и вплоть до 2005 года в рассматриваемой очаговой области сменилось их ростом. Так, годовое число событий с  $M=3-3,9$ ,  $5-5,9$  и  $6-6,9$  было в среднем от 4 до 10 за эти годы. Наибольшее число землетрясений было в эти годы с  $M=4 - 4,9$ . Оно составляло от 32 до 140. Таким образом, количество землетрясений со всеми значениями магнитуд от 3 до 6,9 в эти годы подчинялось общей закономерности - плавное и постоянное, с незначительным увеличением числа землетрясений в 2000 - 2005 годах и начало аномального роста в 2006 году. Особенно ярко это проявилось в числе землетрясений с магнитудой равно 4 - 4,9, которые выросли с 32 до 140 землетрясений.

Пространственный анализ расположения зон эпицентров землетрясений в рассматриваемой очаговой области Симуширского землетрясения показал, что в 2001, 2002, 2004 и 2005гг. имело место общее поле, которое было сравнительно однородное и не разделенное на явно выраженные локальные области или зоны. В 2000 г., а также 2003 г. и 2006 г. можно было выделить отдельные зоны концентрации эпицентров землетрясений.

Наиболее значительно сейсмичность проявилась в 2003 и 2006 годы. Это связано с повышением активности в эти годы и ее спадом в остальные. При этом в 2006 году на общем фоне - эпицентры преимущественно группируются в 5 локальных зонах. Именно в этом году 15 ноября и произошло катастрофическое землетрясение с магнитудой 8,3. Таким образом, можно сказать, что этому землетрясению предшествовало образование ряда зон повышенной концентрации очагов.

Кроме того, анализ положения эпицентров землетрясений и главного толчка 15 ноября 2006 года показывает, что предшествующие ему землетрясения находились в области расположенной северо-восточнее его. Вокруг места будущего главного толчка в 2000-2005 годах практически вообще не наблюдалось концентрации землетрясений. Сгущение эпицентров землетрясений вокруг будущего гипоцентра главного события начались лишь в 2006 году, т.е. за 30-40 суток до него. В этом же 2006 году в целом однородное поле эпицентров, которое наблюдалось ранее в 2005, 2004 и предшествующие годы стало распадаться на явно выраженные области концентрации землетрясений (зоны).

Вышесказанное можно уподобить процессу подготовки землетрясения, причем как согласно модели лавинно-неустойчивого трещинообразования (ЛНТ) модели В.И.Мячкина, Б.В.Кострова, Г.А.Соболева и др., так и дилатантно-диффузионной (ДД) модели Шольца и др.

Согласно этим моделям после предшествующих первых стадий образования трещин в горных породах (в результате давления, сжатия) начинается их концентрация в узких зонах стягивания трещин и в конечном итоге на последней стадии приводящая к образованию магистрального разрыва и его последующему вспарыванию.

Однако эти процессы лишь аналогичны, но если последняя стадия развития очага согласно этим моделям происходит мгновенно, то концентрация областей эпицентров занимает значительное время и она может наблюдаться в течение значительно большего времени, как было показано многими исследователями и в настоящей работе [6, 8]. Причем, согласно проводимым исследованиям, в данном случае этот процесс начинается в течение последнего года, и особенно существенно проявляется в последние месяцы перед главным толчком, хотя первые зарегистрированные землетрясения с магнитудой более 3-4 в очаге будущего землетрясения начались еще в 2000 году с образованием трех областей. Затем они практически слились в общее поле в пределах будущего очага. Динамика поля видоизменялась. В 2003 году оно стало распадаться на отдельные зоны, которые начали вновь сливаться в 2006 году. Поле сейсмичности в этом районе стало структурироваться, снова распадаться на отдельные зоны, причем в пределах одной из них (южной) и стал локализоваться будущий мощный очаг этого катастрофического землетрясения.

Таким образом, вышеназванная аналогия с моделями очага (ЛНТ и ДД) есть, но она применима только к последним месяцам перед главным толчком. При этом, как показали выполненные исследования, особый интерес представляет дальнейший более детальный анализ именно последнего месяца перед главным толчком в более краткие интервалы времени (недели и сутки), что предполагается выполнить в дальнейшем по приведенной выше методике.

В заключение можно отметить, что если бы этот процесс был регулярный и выдержанный для всех случаев сильных землетрясений, его можно было бы установить и тогда практически решить проблему прогноза

землетрясений. Однако она пока не решена именно в связи с конкретными физико-геологическими особенностями строения среды в каждом случае в каждой очаговой зоне, необходимостью изучения здесь тектонического поля напряжений, а положение будущей области пока заранее неизвестно. Поэтому, анализируя, например, сейсмичность, поле тектонического напряжения и процесс подготовки катастрофического Симуширского землетрясения, можно заранее, за годы и месяцы отслеживать наличие и развитие этого процесса. Имея же предварительный среднесрочный прогноз землетрясения, о котором, например, писал И.Н.Тихонов [5] и другие, предполагая в результате этого положение будущей очаговой зоны, можно на основе вышеприведенного анализа приблизить решение проблемы прогноза землетрясений и более обоснованно дать более важный краткосрочный прогноз.

#### Литература

1. Злобин Т.К., Левин Б.В., Полец А.Ю. Первые результаты сопоставления катастрофических Симуширских землетрясений 15 ноября 2006 г. (M=8,3) и 13 января 2007 г. (M=8,1) и глубинного строения земной коры средних Курил // Доклады АН, том.420, № 1, 2008. СП 1-115.
2. Злобин Т.К., Поплавская Л.Н., Полец А.Ю. Серия сильных и катастрофических Симуширских землетрясений 2006-2009 годов: основные особенности и сеймотектоника очаговых зон // Доклады академии наук, 2009. том 428. № 4, с.531-535.
3. Злобин Т.К., Полец А.Ю. Очаговые зоны катастрофических Симуширских землетрясений 15 ноября 2006 г. (Mw=8,3) и 13 января 2007 г. (Mw=8,1) и глубинное строение земной коры Средних Курил // Тихоокеанская геология, 2009, том 28, №5, С. 54 – 63.
4. Тихонов И.Н. Закон повторяемости интервалов времени между последовательными землетрясениями // Динамика очаговых зон и прогнозирование сильных землетрясений Северо-запада Тихого океана. Южно-Сахалинск, 2001. том 2. С. 67 – 79.
5. Тихонов И.Н. Методы анализа каталогов землетрясений для целей средне- и краткосрочного прогноза сильных сейсмических событий. Владивосток, Южно-Сахалинск, 2006. – 213 с.
6. Федотов С.А. О сейсмическом цикле, возможности количественного сейсмического районирования и долгосрочном прогнозе. В кн. Сейсмическое районирование СССР. М: Наука 1969. С.121 – 148.
7. Шебалин Н.В. Сильные землетрясения. Избранные труды. М.: Академия горных наук, 1997. – 542 с.

### ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЯДЕРНО-МАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**И.О. Пятковская**

Научный руководитель профессор Д.Д. Федоришин

*Ивано-Франковский Национальный технический университет нефти и газа*

*г. Ивано-Франковск, Украина*

Промышленное применение геофизических ядерно-магнитных исследований (ЯМИ) для разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений базируется на комплексном изучении и использовании эффекта ядерно-магнитного резонанса в производительных пластах, которые заполнены флюидом. Систематические исследования, которые проводятся на основе эффекта ядерно-магнитного резонанса, позволяют качественно воспроизвести характеристики реологии, структурных и фазовых превращений углеводородных систем в свободном и связанном состоянии в коллекторах для нормальных и пластовых условий. Это показывает перспективность и эффективность использования современной техники и технологии ядерно-магнитных исследований для залежей углеводородов при решении основных заданий геологии нефтепромысла и геофизики. На этой основе во Вниигосистем разработан и применяется информационный ряд ядерно-магнитных технологий и комплексов, к основным задачам которых относятся непосредственное детектирование водосодержащих систем (нефть, битум, вода). Они также являются чувствительными к подвижности флюидов пластов, позволяют дифференцировать залежи на углеводородные и воду, а также оперативно оценивать состав и физические свойства пластов, которые заполнены нефтью. Этим методам также присущи универсальность и объективность исследований производительных залежей, системное изучение гетерогенности коллектора и остаточной нефтенасыщенности.

Исходя из вышесказанного, оперативная технология прогноза эффективности ядерно-магнитных исследований предназначена для обоснованного выбора системы и текущего контроля разработки нефтяных месторождений на основе комплексного изучения начальной и остаточной нефтенасыщенности, смачиваемости и емкостно-фильтрационной неоднородности пластов-коллекторов, подвижности и состава углеводородных пластов в наземных и скважинных условиях. Технологический комплекс экспресс-тестирования при помощи ядерно-магнитных исследований пластовой нефти и вод может быть использован также для оперативного анализа их товарных и технологических характеристик, в частности, группового состава и динамической вязкости углеводородных пластов, содержания парафина в естественных коллекторах при нормальных и пластовых условиях. Аналогично, технология мониторинга пластов (залежей), которые разрабатываются, основывается на системном применении натуральных магнитно-резонансных индикаторов для интегральной или дифференциальной оценки и локализации нефтяной и водной фаз флюида пласта при изучении полноты вытеснения нефти и прогноза качества и количества продукта. В то же время комплексная технология изучения остаточной нефтенасыщенности и предельного продуктоизвлечения реализуется с помощью геофизических и петрофизических ядерно-магнитных исследований состава и структуры производительных объектов и

характеристик реологий углеводородных пластов при физическом (химическом) действии на поздней стадии разработки месторождений.

Накоплен опыт применения ядерно-магнитных технологий (комплексов) в полном или частичном объеме при разработке и эксплуатации нефтяных залежей на месторождениях Западно-Сибирского и Тимано-Печерского, Волго-Уральского и Прикаспийского регионов, Казахстана, Узбекистана и Южного Йемена. На основе систематических исследований групповых и интегральных характеристик подвижности высоковязкой нефти из объектов пермско-карбоневой залежи Усинского месторождения, которые достаточно долгое время разрабатываются, построены профили реологий и карты локального распределения подвижных объемов нефти, даны прогнозные рекомендации по направлениям и участкам паротеплового воздействия. Проведена типизация легкоподвижной, вязкой и высоковязкой нефти Шугуровского, Аксубаевского, Ашальчинского, Мордово-Кармалевского и других месторождений Татарстана, а в разрезе среднекарбоневых отложений Ромашкинского месторождения с помощью ядерно-магнитных исследований выделены интервалы с подвижной и вязкой нефтью, оценен и подтвержден их приток. В процессе эксплуатации Туймазинского месторождения выполнена оценка остаточной нефтенасыщенности девонской залежи с помощью закачивания парамагнитных веществ в производительные пласты. На основе анализа данных ядерно-магнитных исследований и геофизического исследования скважин ачимовско-юрских отложений проведена дифференциация коллекторов и оценена подвижность нефти пластов Кальчинского месторождения (Западная Сибирь), определены коэффициенты остаточной нефтенасыщенности и предельного нефтеизвлечения, дан прогноз безводного притока нефти. В выделенных по ядерно-магнитным исследованиям интервалах производительных отложений баженовской свиты Салимского месторождения определены значения коэффициентов нефтеотдачи для работающих мощностей. Дан прогноз притока для производительных коллекторов Галинского месторождения, определены величины потенциальных запасов углеводородов в пластах викуловской свиты Эм-Егловского месторождения.

Значительный объем работ по геофизическим ядерно-магнитным исследованиям и экспресс-тестированию нефти, выполненных по разрабатываемым месторождениям Средней Азии и Прикаспия (Тенгиз, Карачаганак, Мадар, Ортабулак, Узень), Пермского Приуралья (Баклановское, Уньвинское), Восточной Сибири (Марков, Востокино), Республики Коми (Харьяга, Возей) и Южного Емена (Амаль, Центр. Аяд). Это позволяет сделать вывод, что применение ядерно-магнитных комплексов (технологий) эффективнее всего при разработке сложно построенных пластов и залежей с ресурсами углеводородов, которые тяжело разрабатывать.

Последующие перспективы развития и применения геофизических ядерно-магнитных исследований при эксплуатации нефтяных месторождений в Западной Сибири связаны с оперативным контролем и оценкой повышения нефтеотдачи залежей, трассировкой движения флюидов пластов и мониторингом нефти, а также с детальным изучением процессов обводнения и физико-химической обработки производительных пластов. Представляются перспективными работы с использованием ядерно-магнитных комплексов по оценке текущей и остаточной нефтенасыщенности залежей, определения профилей насыщения, моделированию битумов при нормальных и пластовых условиях, повышению отдачи продукции при термовзаимодействии на пласт и пересчете запасов нефтепродуктов на поздней стадии разработки объектов в Западной Сибири.

#### Литература

1. Аксельрод С.М., Даневич В.И. Некоторые вопросы теории ядерно-магнитного каротажа // Прикладная геофизика. – М.: Недра, 1969. – вып. 56.
2. Аксельрод С.М., Даневич В.И., Мелик-Шахназаров А.М. К теории ядерно-магнитного каротажа // Изв. вузов. Сер. Нефть и газ. – 1963. – №4.
3. Алексеев Ф.А., Готтих Р.П., Лебедев В.С. Использование ядерных методов в нефтегазовой геологии. – М.: Недра, 1973, 383 С.
4. Арцыбашев В.А. Ядерно-геофизическая разведка / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Атомиздат, 1980, 321 с.

### ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В ПАТОМСКОМ НАГОРЬЕ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)

С.В. Соколов

Научный руководитель доцент Ю.В. Колмаков

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

Байкало-Патомская золотonosная провинция является одной из старейших в России. Эксплуатация её месторождений началась с середины XIX века и сосредоточилась, главным образом, на россыпях Бодайбинского рудного района, из которых на сегодняшний день добыто более 1500 т благородного металла.

Открытие во второй половине прошлого столетия в центральной части рудного района уникального месторождения золота Сухой Лог, запасы которого составляют около 1100 т, стало кульминацией работы нескольких поколений геологов, изучавших эту территорию.

В результате следования одному из принципов поисковой геологии «ищи руду возле руды» поблизости от Сухого Лога были обнаружены несколько менее крупных по запасам месторождений: Вернинское, Высочайшее, Невское, а также ряд перспективных рудопроявлений. Таким образом, внимание исследователей сосредоточилось главным образом в одном рудном районе, тогда как изученность других территорий с высокой потенциальной золотonosностью остаётся весьма слабой. Примером тому служит относящееся к Кевактинскому рудному узлу (северная часть Тонодского рудного района) Артемьевское рудное поле, где расположено вводимое в эксплуатацию месторождение Чертово Корыто с запасами 103 т. [1]. В этой части провинции

геофизические исследования не возобновлялись с 70-х годов прошлого столетия - после того, как они были признаны малоэффективными. Такое заключение сформировалось во многом на основании результатов магнитной съёмки, которая производилась оптико-механическими магнитометрами с измерением вертикального компонента  $Z$  полного вектора магнитной индукции  $T$ . Использование современной геофизической аппаратуры, сопряженное с детальными петрофизическими исследованиями, позволило по-новому взглянуть на возможности геофизических методов разведки на исследуемой территории.

Месторождение Чёртово Корыто имеет прожилково-вкрапленную золото-карбонатно-сульфидно-кварцевую рудную минерализацию, которая локализуется в толще терригенных углеродсодержащих сланцев верхней подсвиты михайловской свиты (PR1), сформировавшихся в условиях серицит-хлоритовой субфации зеленосланцевой фации регионального метаморфизма. Золотым оруденением охвачено восточное брахиформное замыкание субширотной Михайловской синклинали с пологими углами погружения крыльев, имеющих размах до нескольких километров. Минерализованная зона месторождения повторяет форму вмещающего пространства и погружается в запад-юго-западном направлении под углами от  $20^\circ$  до  $0^\circ$ . Главными рудными минералами являются пирит, пирротин и арсенипирит, также присутствуют галенит, сфалерит и халькопирит [1].

На месторождении в 2006 г. проведены полевые геофизические работы, включившие магниторазведку ( $\Delta T$ ) и гамма-спектрометрию в площадном, а также электроразведку методом естественного поля (ЕП) в профильном вариантех. Петрофизические исследования проводились по керну разведочных скважин из-за глубоко проявленной зоны выветривания и заключались в измерении магнитной восприимчивости ( $\chi$ ) и электродных потенциалов сульфидов и углеродистого вещества.

Минералогические исследования показали, что единственным минералом из группы ферромагнитных является моноклинный пирротин, поэтому аномальные магнитные свойства пород прямо зависят от его концентрации. Построенные по буровым профилям петромагнитные разрезы позволили выявить пространственное разделение золоторудной минерализации с высокомагнитными образованиями, а палеомагнитные исследования [2] показали, что дипольный характер магнитной аномалии с амплитудой  $\pm 450$  нТл на фоне немагнитных пород обусловлен намагничиванием минерализованной зоны по простиранию.

Ореолы накопления тория и калия пространственно совпадают, что подтверждается их высокой корреляцией ( $r = 0,7$ ) тогда как урановые ореолы имеют иную конфигурацию. Природа всех радиогеохимических аномалий связана с привнесением радиоактивных элементов (контрастные аномалии на фоне вмещающих пород) в результате гидротермальной деятельности, следствием которой является зона метасоматических преобразований, значительно превосходящая по размерам участки золото-сульфидной минерализации.

Область наибольшей сульфидизации проявляется слабыми положительными аномалиями ЕП (до  $+100$  мВ), тогда как на юге и юго-востоке месторождения проявлены интенсивные отрицательные аномалии этого поля (до  $-600$  мВ), что позволяет связать их с углеродистым веществом (УВ) которое, как известно, способно проводить ток при достижении определённой упорядоченности кристаллической решетки. Измерение электродных потенциалов на керне бурового профиля №30 (БП №30), расположенного в зоне с отрицательными аномалиями ЕП, разделило визуально идентичное УВ на поляризующееся и неполяризующееся.

Дальнейшее сопоставление физических свойств показало, что образцы с неполяризующимся УВ имеют  $\chi = 150-600 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ, тогда как  $\chi$  поляризующихся образцов изменяется в пределах  $5-30 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. На основании этого сделан вывод, что способность поляризоваться утратила та часть углеродистого вещества, которая подверглась метасоматозу, сопровождавшемуся образованием пирротина. Иными словами, произошла деструктуризация минеральных зёрен УВ и, как следствие этого, у него утратилась способность проводить ток [3,4].

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Минерализованная зона месторождения Чёртово Корыто отчётливо выделяется в магнитном поле (дипольная аномалия) и в радиогеохимических ореолах, а её южное и юго-восточное обрамление отмечается интенсивными отрицательными аномалиями ЕП;

На месторождении аномалии магнитного поля связаны с одним из главных рудных минералов – пирротинном, радиогеохимические аномалии отвечают породам, подвергшимся метасоматозу березитового профиля, а интенсивные аномалии ЕП создаются поляризующейся частью углеродсодержащих образований;

Породы, содержащие УВ и подвергшиеся березитизации утратили поляризационные, но приобрели сравнительно высокие магнитные свойства;

Целесообразно возобновить геофизические исследования в Артемьевском рудном поле с измерением модуля полного вектора геомагнитной индукции и проведением гамма-спектрометрии.

#### Литература

1. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Объёмная геолого-геохимическая модель мезотермального золоторудного месторождения Чёртово корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета, 2009. Т. 315. № 1. - С. 30-43.
2. Колмаков Ю.В., Соколов С.В., Гусев Е.В. Геодинамические условия образования месторождений золота в Патомском нагорье, Восточная Сибирь: факторы их проявления в аномалиях магнитного поля // Отечественная геология. 2010. № 4. С. 8-14.
3. Свешников Г.Б. Электроразведка процессов на сульфидных месторождениях, Л., ЛОЛГУ им. А.А. Жданова, 1967. - 159с.
4. Семёнов А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля, Л., Недра, 1968, 380с.

**О ГЕОФИЗИЧЕСКИХ КРИТЕРИЯХ ЗОЛОТОНОСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА  
«ПРОДОЛЬНЫЙ» (БОДАЙБИНСКИЙ РАЙОН, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)****Д.М. Шарафиев, М.Н. Гаврилов**

Научный руководитель доцент А.Н. Орехов

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

Район работ располагается в центральной части Байкало-Патомского нагорья. Он, по мнению некоторых геологов, является перспективным на обнаружение золоторудной минерализации. Эта минерализация проявляется в тектонических зонах, появление которых связывается с наложенными гидротермально-метасоматическими процессами, которые, в свою очередь, должны отображаться в геофизических полях. Также значимые концентрации золота могут быть представлены еще двумя типами минерализации: кварц-сульфидным прожилково-вкрапленным и кварцево-жилным, которые контролируются глубинными тектоническими нарушениями. Эти два типа оруденения пространственно совмещены и располагаются в пределах субширотных зон метасоматической проработки [4].

Для изучения площади участка и выявления тектонических зон метасоматической проработки в 2009-2010 г.г. были проведены наземные геофизические работы, в состав которых вошли следующие методы:

–магниторазведка, которая применялась для расчленения различных по магнитным свойствам образований, локализации участков развития сульфидного оруденения, картирования областей развития гидротермального-метасоматических процессов, связанных с оруденением, а также для картирования тектонических нарушений по особенностям структуры магнитного поля [2];

–профилирование ВП на переменном токе, позволившее расчленить различные по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости образования, выявить области окварцевания, сульфидизации, а также оценить потенциальный масштаб сульфидного оруденения [3];

–метод естественного электрического поля, который использовался для выявления областей сульфидизации, а также, совместно с методом ВП служил для оценки потенциального масштаба сульфидного оруденения и для картирования тектонических нарушений по особенностям структуры магнитного поля [3];

–наземные гамма-спектрометрические исследования проводились для установления областей метасоматоза и калишпатизации [1].

Априорная модель:

Физические свойства пород и руд района охарактеризованы по материалам отчёта о результатах геофизических работ в западной и центральной частях Бодайбинского синклиналичного погружения за 1978-80 г.г.

1. Магнитные свойства пород района определяются, в основном, величиной и направлением вектора остаточного намагничивания. Основным носителем магнетизма пород района является пирротин, в ряде случаев – магнетит. Главной особенностью магнитного поля, в пределах рудной зоны, является обратное остаточное намагничение (практически 180 градусов к современному). Это позволило сделать вывод о наложенной природе оруденения, в силу более молодого (триас) возраста гидротермальных процессов. Кроме того очевидно, что участки затронутые гидротермальным процессом, должны картироваться интенсивными отрицательными аномалиями магнитного поля.

2. Электрические свойства пород района определяются, главным образом, литологическим составом, характером и интенсивностью наложенной минерализации, структурно-текстурными особенностями и наличием вечной мерзлоты. Но в целом, кажущиеся сопротивления площади относительно невысоки, лишь в редких случаях достигают 2000 Ом. Поляризуемость обусловлена прожилково-вкрапленной сульфидизацией и обуглероженностью пород. В этом случае, на фоне практически не поляризующихся пород, поляризуемость повышается до 10%, достигая в отдельных случаях 50-70%.

3. Естественное электрическое поле, в отличие от других физических полей характеризуется достаточно интенсивными (до -500 мВ и выше) отрицательными аномалиями. В этом поле отчетливо выделяется группа достаточно узких линейных интенсивных субпараллельных зон субширотного простирания. Причём, на разных интервалах, в естественном электрическом поле эти зоны проявлены по-разному. Это говорит о том, что гидротермальные процессы графитизации и сульфидизации были проявлены преимущественно в наиболее проницаемых частях этих зон, либо о том, что часть гидротермального графитоида и сульфидов были преобразованы более поздними процессами, либо о том и другом вместе.

4. В поле остаточных аномалий силы тяжести масштаба 1:25 000 интересным является то, что вторичные геохимические ореолы золота приурочены к отрицательным локальным аномалиям. Таким образом, гидротермальная сульфидизация, видимо, не приводит к появлению положительного дефекта плотности. Кроме того, появляется зональность в распределении значений поля силы тяжести (закономерное сочетание отрицательных и положительных локальных аномалий). А рудный процесс, скорее всего, приводит к понижению плотности пород (отчасти за счёт обуглероживания, возможно, что так проявляется влияние и других процессов).

Апостериорная модель:

Для подтверждения всех тех закономерностей, которые были выявлены в ходе ранее проведенных работ на одном из известных рудопроявлений, на котором выделяется геофизическая зональность, была пройдена канава. Установленную там зональность можно считать эталонной для локализации золоторудного оруденения. Зональность имеет следующий вид:

– самой тектонической зоне соответствует линейная отрицательная аномалия магнитного поля;

– линейные аномалии повышенной проводимости и поляризуемости, картирующие процессы сульфидизации и обуглероживания, несколько смещены в сторону относительно самой зоны;

– в эту же сторону смещена ось отрицательной аномалии естественного электрического поля, которое обусловлено теми же процессами;

– с другой стороны от оси аномалии магнитного поля проявлена область положительного естественного электрического поля, пространственно совпадающая с областью несколько повышенного сопротивления, что, скорее всего, говорит о том, что здесь проявлено окварцевание;

– здесь же зафиксированы аномалии распределения ЕРЭ калиевой природы, а именно повышенные значения калия и тория, при том, что значения последнего несколько смещены относительно значений калия, что говорит об их разной подвижности в гидротермальном процессе.

За основу формирования апостериорной модели была взята выявленная геофизическая зональность, которая была подкреплена материалами более поздних работ. Дальнейшая работа по выявлению комплексных геофизических критериев оруденения велась с привлечением результатов наземных геофизических исследований 2009-2010 г.г. Результатом совместного анализа материалов геофизических работ и петрофизических свойств пород в пределах участка «Продольный» стали комплексные геофизические критерии рудоносности:

1. Основным поисковым признаком золотого оруденения в районе является наличие геофизической зональности, заключающейся в закономерном расположении друг относительно друга аномалий магнитного поля, поля сопротивлений, естественного электрического поля, поляризуемости и аномалий ЕРЭ калиевой природы. При этом золотое оруденение приурочено к зонам отрицательного магнитного поля, что обусловлено отрицательным углом наклона вектора остаточной намагниченности гидротермального пирротина.

2. В магнитном поле рудные зоны выделяются, как области отрицательных значений магнитного поля вытянутые в субширотном направлении, соответствующему генеральному простиранию структур района и чередующихся с зонами положительного магнитного поля, имеющими то же простирание.

3. В естественном электрическом поле, с точки зрения оруденения, нас интересуют, прежде всего, линейные достаточно интенсивные отрицательные аномалии естественного электрического поля, имеющие субширотное простирание и ортогональные им смещающие и ограничивающие структуры.

3. Анализ наблюденного поля кажущегося удельного электрического сопротивления приводит к выводу, что области предполагаемых рудных зон картируются относительно невысокими значениями (до 1000 Ом) сопротивления. Так как в состав рудных зон входит не только кварц, который приводит к увеличению сопротивления, но и сульфиды, и углеродистые сланцы, которые уменьшают сопротивление, поэтому кажущиеся сопротивление рудных зон относительно невысоко.

4. В поле поляризуемости эти зоны выделяются интенсивными аномалиями повышенных значений, что объясняется процессами обуглероживания и сульфидизации.

5. После анализа полей естественной радиоактивности сделан вывод, что потенциальные рудные зоны выделяются:

- повышенными значениями концентраций калия;
- повышенными значениями концентраций тория, которые несколько смещены относительно калия, ввиду их разной подвижности в гидротермальном процессе.
- в поле концентраций урана и его отношений никак не прослеживаются.

Актуальность продолжения работ по доизучению площади, в рамках представленного геофизического комплекса, участка «Продольный» и созданию устойчивых петрофизической и геофизической моделей оруденения остается достаточно высокой, что обусловлено высокими перспективами обнаружения в пределах исследуемой площади новых участков промышленного типа.

#### Литература

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / Под ред. С.В. Григоряна – М.: Мингео. СССР, 1983.- 191 с.
2. Инструкция по магниторазведке. – Л.: Недра, 1983, 330 с.
3. Инструкция по электроразведке. – Л.: Недра, 1984. – 352 с.
4. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верховин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 2. Месторождение Чертово Корыто (Патомское нагорье). // Известия Томского политехнического университета.- 2009.- Т. 314.- №. 1.- С. 23-38.

### ВОЗМОЖНОСТИ НАЗЕМНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЁМКОСТНЫХ СВОЙСТВ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

А.А. Шатская

Научный руководитель доцент Д. Ю. Степанов

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

В последнее время в сейсморазведке интенсивно развивается направление, связанное с прогнозом состава и свойств пород в пространстве между скважинами и, прежде всего, изменений фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород-коллекторов и их нефтепродуктивности. Фильтрационно-емкостные свойства определяют способность коллекторов вмещать и фильтровать флюиды (пустотность и проницаемость). Все



коллекторы по характеру пустот подразделяют на три типа: гранулярные (только обломочные горные породы), трещинные (любые горные породы) и каверновые (только карбонатные породы) [3, 5]. В природе часто наблюдается сочетание различного типа коллекторов с преобладанием того или иного типа. Пустотами обладают все типы горных пород в той или иной степени, но фильтровать флюиды могут не все. Проницаемость – это свойство породы пропускать жидкость или газ при перепаде давления. Проницаемость зависит от размеров и формы поровых каналов. Наилучшими ФЕС обладают мелководно-морские и русловые песчаники. С глубиной осадочного разреза коллекторские свойства ухудшаются в результате литификации, уплотнения пород и уменьшения объема пустот.

Актуальность задачи прогноза ФЕС возрастает в связи с тем, что в наше время конечным значимым результатом сейсмической интерпретации становится цифровая геологическая модель залежи, являющаяся основой при подсчете запасов углеводородного сырья и при создании проекта разработки месторождения. Поэтому знание распределения ФЕС коллекторов и прогноз нефтепродуктивности на исследуемой территории приобретает особую значимость для оптимального размещения разведочных и эксплуатационных скважин. Любая интерполяция этих параметров между скважинами, а тем более экстраполяция в заскважинном пространстве, приводит к ошибкам, снижающим эффективность разведки на нефть [2]. Очевидно, что даже в тех случаях, когда такой подход позволяет с приемлемой степенью точности оценить запасы месторождения, он не способен предоставить информацию о деталях внутреннего строения продуктивных пластов. Однако обладание такими сведениями исключительно важно при принятии решений на стадии разработки. Геофизические методы, в первую очередь сейсморазведка МОГТ, давно используются для заполнения меж- и заскважинного пространства. В такой ситуации на помощь приходят данные сейсмической разведки, которые традиционно служат для установления пространственной связи между скважинами и могут быть использованы при прогнозе свойств резервуара в межскважинном пространстве. При этом существуют различные методы решения данной проблемы [1, 4, 6 и др.].

#### 1. Поиск акустического импеданса.

Эта группа методов исходит из решения обратной динамической задачи сеймики тем или иным способом, результатом которой является произведение плотности на скорость, то есть акустический импеданс [1]. Впоследствии путем поиска корреляционно-регрессионных зависимостей с использованием скважинных данных и импеданса получают числовые значения искомого свойства среды: пористости, насыщенности, глинистости и др.

#### 2. Применение нейросетей.

В настоящее время разработано и широко используется большое количество различных алгоритмов нейросетей [6]. Применение этих алгоритмов позволяет решать задачу построения прогностических моделей между свойствами среды и динамическими параметрами (сейсмическими атрибутами) волнового поля. Оценка ФЕС проходит в несколько этапов. Сначала по данным ГИС нескольких скважин определяются коэффициенты фильтрационно-емкостного параметра (пористости); затем выбирается тип сети, метод обучения, метод работы, активационная функция, оптимальная структура сети [4]. Важный этап метода – обучение сети, т.е. поиск коэффициента корреляции истинной и прогнозной пористости по значениям среднеквадратичной ошибки. По этим данным определяется формула отношения сейсмических атрибутов и пористости; и наконец, для каждой точки пространства на основе найденной функции определяется нужный параметр ФЕС.

#### 3. Геостатистический способ

Основу геостатистического способа составляет метод множественной регрессии [6]. На первом этапе применения этого способа выполняется комплексный анализ, позволяющий установить тесные корреляционные связи сейсмических атрибутов с эффективной толщиной коллектора  $H_{эф}$  и коэффициентом пористости  $K_p$ . Результатом этого этапа являются карты оптимальных сейсмических атрибутов, обладающие высокими связями с  $H_{эф}$ ,  $K_p$  и удовлетворяющие режимам формирования песчаных отложений. На втором этапе, используя метод множественной регрессии, определяется комбинация карт оптимальных сейсмических атрибутов, максимально повышающая множественную корреляцию между этими атрибутами и параметрами  $H_{эф}$ ,  $K_p$ . На основе полученных уравнений множественной регрессии рассчитываются карты прогнозных параметров  $H_{эф}^*$  и  $K_p^*$ .

#### 4. Использование синхронной инверсии частично-кратных сумм.

Метод используется для прогноза ФЕС пластов с высоким коэффициентом газонасыщенности [8]. Исследуются акустические свойства среды, менее чувствительные к флюидонасыщению. К таким параметрам относятся характеристики поперечных волн. В результате их обработки получают угловые суммы, которые совмещают между собой, считают инверсию частично-кратных сумм и сравнивают со скважинными данными.

#### 5. Метод нелинейных компонентов вибрационных полей.

Метод заключается в исследовании нелинейных эффектов при наличии в нижнем полупространстве залежей углеводородов [7]. Вибросейсмические поля проявляют нелинейные свойства, преимущественно связанные с многокомпонентными, пористыми, проницаемыми, флюидо-насыщенными горными породами - коллекторами углеводородов. Уровень нелинейных эффектов достаточен для регистрации с помощью стандартных вибросейсмических полевых технических комплексов. Существуют корреляционные связи между положением залежей в нижнем полупространстве и их коллекторскими свойствами с одной стороны и такими фундаментальными проявлениями нелинейности, как: возникновение волн комбинационных частот (суммарных и разностных), кратных гармоник, отсутствием линейной связи между амплитудой волн в источнике и откликом среды.

Первый из рассмотренных нами подходов («прямой») относится к разряду физически содержательных, поскольку результат инверсии – акустический импеданс – является величиной, имеющей физический смысл. В

отличие от других, в этом методе не используются атрибуты сейсмозаписи (амплитудные, частотные, фазовые характеристики, параметры формы импульса и др.). Удовлетворительные результаты этого метода получаются при наличии мощных и выдержанных однородных коллекторов [1]. В других типичных сейсмогеологических условиях результаты прогноза существенно хуже, а для некоторых ситуаций он вообще исключен.

В последующих применяемых методах прогноз ведется на основании тех или иных сейсмических атрибутов. Общие принципы геостатистического и нейросетевого методов похожи: на первом этапе происходит поиск тесных корреляционных связей сейсмических атрибутов с фильтрационно-емкостными параметрами. При геостатистическом подходе данные связи определяются путем множественной регрессии, на основании которой составляются уравнения и подбираются оптимальные прогнозные параметры. Получение этих же результатов в нейрометоде гораздо сложнее. Чтобы определить формулу отношения сейсмических атрибутов и свойств среды, необходимо сначала обучить сеть на данных ГИС и минимизировать получаемую среднеквадратичную ошибку. Обучение нейронной сети приводит к тому, что точность прогноза на обучающей выборке увеличивается [1].

В случаях, когда прогноз коллекторских свойств не удается выполнить корректно с использованием только акустического импеданса или подхода классического атрибутивного анализа из-за высокой газонасыщенности, был предложен метод с использованием синхронной инверсии частично-кратных сумм. Он позволяет более точно определить границы газонасыщенных пластов, закартировать и оценить их толщины, а также уточнить ФЕС исследуемых и соседних пластов.

Последний рассмотренный нами метод относится к разделу вибрационной сейсмологии. В нем прогнозирование ФЕС происходит при обработке нелинейных компонент сигнала, т.к. их чувствительность намного превышает чувствительность компонент линейно-упругой теории. Этот метод, учитывающей сейсмическую нелинейность залежей нефти и газа, может быть одним из перспективных путей развития сейсморазведки.

В настоящее время в практике сейсморазведки применяются все рассмотренные методы, каждый из них доказал свою полезность на разрабатываемых месторождениях. В рамках имеющихся подходов не существует универсальной методики прогноза ФЕС в межскважинном пространстве по сейсмическим данным, использование любого подхода необходимо проверять в конкретных геологических условиях.

#### Литература

1. Ампилов Ю.П., Барков А.Ю., Шаров С.А., Яковлев И.В., Богданова О.Е. Сопоставление альтернативных методов прогноза фильтрационно-емкостных свойств в межскважинном пространстве по данным сейсморазведки // Технологии сейсморазведки. – 2009 – №1 – с. 60–69.
2. Афанасьев М.Л. Технология комплексного спектрально-скоростного прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств и нефтепродуктивности коллекторов в трехмерном межскважинном пространстве: Автореферат. Дис.канд. техн. наук. – Москва, 2006 – 172 с.
3. Геология нефти и газа : учебное пособие для вузов / Э. А. Бакиров, В. И. Ермолкин, В. И. Ларин, А. К. Мальцева ; Под ред. Э. А. Бакирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1990. – 239 с.
4. Лаврик А.С., Логинов Д.В., Ванярхо М.А. Применение нейросетей для прогнозирования пористости в 3d-кубах // Геофизика. – 2007 – №4 – с. 40-43.
5. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин : учебник для техникумов / М.Г. Латышова, Б.Ю. Вендельштейн, В.П. Тузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1990. – 312 с.
6. Парникель В.Е., Логинов Д.В. Прогноз коллекторских свойств в межскважинном пространстве по данным сейсморазведки и ГИС // VII-ая Международная научно-практическая конференция «Геомодель-2005», г. Геленджик, 11-17 сентября. [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://www.centralgeo.ru/stat\\_pdf.php?id=203&dir=Conf\\_2005&file=2005-20\\_Parnikel](http://www.centralgeo.ru/stat_pdf.php?id=203&dir=Conf_2005&file=2005-20_Parnikel) – 27.12.2010.

## ЗАПАДНЫЙ СКЛОН УРАЛА С ПОЗИЦИЙ ГЛУБИННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Т.Л. Шихова

Научный руководитель доцент Е.С. Ворожев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Решение основных проблем региональной нефтегазовой геологии, таких как: тектоника и параметры фундамента; специфика образования нефтегазовых бассейнов; модели генерации углеводородов в геологической среде; повышение эффективности прогнозирования на региональной стадии поисковых работ, нуждаются в сведениях о строении земной коры. [3] Для решения этих задач основными являются методы сейсморазведки. Наиболее часто используемыми методами являются глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) и метод общей глубинной точки (ОГТ).

ГСЗ - метод регионального изучения строения земной коры и верхней мантии, основанный на регистрации на поверхности Земли искусственно возбуждаемых сейсмических волн. Применяется для тектонического районирования континентов и дна океанов с учётом особенностей строения земной коры и верхней мантии, для изучения строения и мощности осадочной толщи и структуры фундамента, а также для выявления структурных особенностей, благоприятных для образования месторождений полезных ископаемых.

ОГТ - основной способ сейсморазведки, основанный на многократной регистрации и последующем накоплении сигналов сейсмических волн, отражённых под разными углами от одного и того же локального участка сейсмической границы в земной коре. При проведении исследований способом ОГТ пункты приёма и

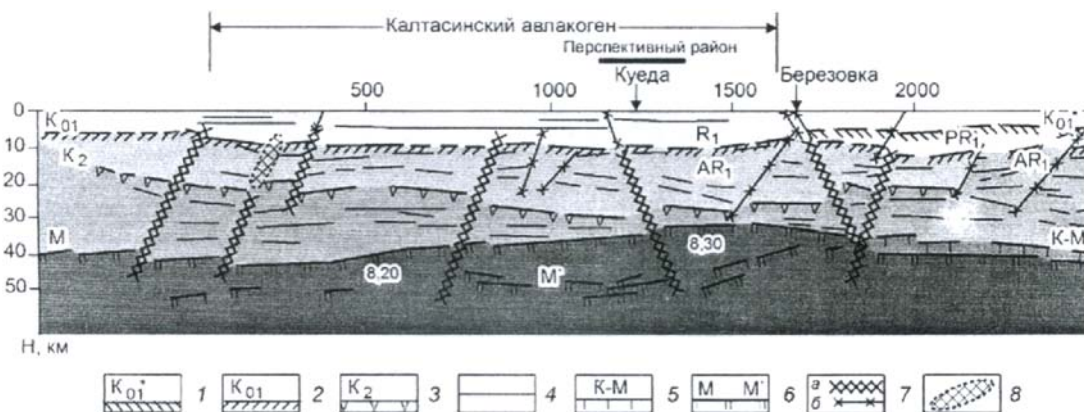
возбуждения сейсмических волн располагаются симметрично относительно каждого данного пункта профиля. Сейсмические волны возбуждаются взрывами в скважинах, детонирующим шнуром или группой невзрывных источников на поверхности. Для приёма сигналов применяют линейные, а в сложных поверхностных условиях также и площадные группы сейсмоприёмников.

Способ ОГТ применяется при поиске и разведке месторождений нефти и газа в различных сейсмогеологических условиях. Его применение практически повсеместно повысило глубинность исследований, точность картирования сейсмических границ и качество подготовки структур к глубокому бурению, позволило в ряде нефтегазоносных провинций перейти к подготовке к бурению неантиклинальных ловушек, решать в благоприятных условиях задачи локального прогноза вещественного состава отложений и прогнозировать их нефтегазоносность. [2]

В последнее время большой интерес для нефтегазовой геологии представляют собой породы, залегающие на больших глубинах. Наиболее перспективной является область на границе Уральской складчатой системы и Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. По некоторым данным сейморазведки можно предположить о развитии в этой области надвиговых структур, благоприятных для поднадвиговых месторождений углеводородов.

На примере установления особенностей строения земной коры Калтасинского авлакогена сделано заключение, что мнение об отсутствии выклинивания древнего кристаллического фундамента в пределах крупных отрицательных структур Восточно-Европейской платформы ошибочно. Здесь установлена значительная мощность осадочных отложений R-PZ<sub>1-2</sub> и определена аномальная структура земной коры в центральной и восточной частях (Свердловский профиль ГЭС, см. рис.) Особенностью строения осадочного слоя авлакогена является присутствие высокопористых доломитов, экранирующих кристаллический фундамент. После появления методики глубинного ОГТ доказано наличие в составе континентальной коры кристаллического фундамента нижнеархейского возраста, который служит основанием первого сейсмогеологического этажа, сложенного породами различного состава и строения. Полученные данные подтвердились при бурении Кольской сверхглубокой скважины и Ново-Елховской скважины. [3]

По результатам бурения основной интерес представляют собой породы калтасинской свиты, которая является главной нефтегазогенерирующей толщей докембрия. Она подразделяется на три подсвиты: саузовскую, арланскую и ашитскую. Саузовская подсвита в основании сложена светло-серыми и коричневато-серыми доломитами, на которых залегают темно-серые, почти черные сильно глинистые доломиты, и завершается разрез этой подтолщи слоистой карбонатной пачкой с прослоями аргиллитов и мергелей. Арланская подсвита условно делится на 5 толщ, представленных: 1) переслаиванием известняков, мергелей и аргиллитов; 2) аргиллитами с прослоями известняков; 3) известняками, аргиллитами и мергелями; 4) аргиллитами, мергелями и известняками; 5) чередованием известняков и мергелей, реже аргиллитов. Ашитская подсвита в основании сложена мергелями, известняками и аргиллитами. Эти породы перекрываются пестроокрашенными доломитами.



**Рисунок. Сейсмогеологический разрез по Свердловскому профилю ГЭС в районе Калтасинского авлакогена: основные поверхности раздела: 1 – кровля нижнего мегакомплекса I СГЭ, возможно возраста PR<sub>1</sub>-PR<sub>2</sub>; 2 – древний кристаллический фундамент архейского возраста; 3 – кровля III СГЭ, возможно протокры; отражающие границы: 4 – кристаллической коры, 5 – переходного мегакомплекса в низах коры; 6 – основной сейсмогеологический раздел Мохоровичича; 7 – предполагаемые разрывные нарушения; а – разделяющие преимущественно блоки земной коры и верхней мантии, б – преимущественно в верхней и средней частях коры; 8 – контуры предполагаемых интрузивных тел**

Залегание комплекса рифейских пород на больших глубинах предопределяет воздействие на него сложных эпигенетических процессов, которые могут способствовать как увеличению, так и уменьшению плотности пород. Базальная толща рифея представлена карбонатно-терригенными отложениями прикамской подсерии, при погружении попала в условия высоких температур и давления, что привело к сокращению порового пространства и уплотнению пород. Однако под влиянием тектонических процессов (движение блоков фундамента по разломам, боковое давление и др.) в этих породах могла развиваться повышенная трещиноватость.

Кроме механических процессов, на изменение плотности терригенных пород сильно влияют геохимические процессы. Реакционные гидротермальные растворы, проникающие по трещинам и размывам, в значительной степени способны изменить первичную породу. И, как правило, механические и геохимические процессы происходят одновременно.

Приуральская рифт-авлакогенная структура выделена в пределах Западного склона Урала и сделано предположение о наличии по восточному борту этой структуры погруженного гранитного пояса позднепермского возраста, с образованием которого связаны надвиговые структуры Западного склона Урала. Данные ГСЗ на Троицком профиле подтвердили сейсмическую информацию о положении древнего кристаллического фундамента и опровергли мнение о присутствии крупных шарьяжных структур по восточному борту этой структуры. Полученные данные подтверждаются результатами бурения Калугинской скважины. [3]

На основе данных сейсморазведки выдвинуто положение о возможном локальном развитии надвиговых структур, приуроченных к погребенным гранитным массивам позднепермского возраста. В этом вопросе прослеживается интерес нефтяной геологии, т. к. есть основание предполагать, что такие районы могут рассматриваться как перспективные участки на обнаружение поднадвиговых месторождений углеводородов. Эти данные нуждаются в подтверждении более надежными геолого-геофизическими результатами. Изучение особенностей глубинного строения Южно-Татарского свода - уникальной нефтеносной провинции мира, позволило установить, что кристаллическая кора сильно дезинтегрирована (породы изменены и превращены в гнейсы с прослоями интрузивных тел основного и ультраосновного состава). Интересным фактом является обнаружение по данным глубинного ОГТ в интервале глубин 20-25 км зоны повышенной отражательной способности. Приведенные данные указывают на образование уникальных нефтяных месторождений под действием различных факторов.

Для подтверждения выдвинутых предположений требуется наиболее детальное изучение площади современными методами. Необходим комплексный последовательный подход к совместной интерпретации данных сейсморазведки и ГИС, который включает применение современных технологий. [1]

#### Литература

1. Авербух А.Г. Комплексная технология прогноза коллекторских свойств по данным сейсморазведки и ГИС//Технология сейсморазведки, 2008. №2. С. 77 – 81.
2. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. М. Спектр, 2008. - 384с.
3. Дружинин В.С. Информация о строении земной коры – необходимый атрибут региональной нефтегазовой геологии (на примере Уральского региона)//Отечественная геология, 2009. №6. 65 – 70.

### СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРЕЗОВ ВЕРХНЕУРСКИХ ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ КРАПИВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

О.В. Яковенко

Научный руководитель доцент В.П. Меркулов

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

Одномерное сейсмическое моделирование сейсмических процедур является одной из важнейших процедур обработки сейсмических данных, позволяющих осуществить стратиграфическую привязку отраженных волн и многочисленные проблемы, связанные с интерпретацией данных. Целью данной работы являлось, построение синтетической сейсмограммы акустической жесткости и коэффициентов отражения.

Синтетической сейсмограммой названа такая разновидность теоретических сейсмограмм, расчет которых базируется на тонкослойной модели среды, основанной на данных каротажа. Для построения СС предполагается, что наша модель среды имеет границы раздела параллельные дневной поверхности. Скорость и плотность в слое выше границы соответственно  $V_1$  и  $\sigma_1$ , ниже границы  $V_2$  и  $\sigma_2$ . [1]

Для расчета коэффициента отражения используется следующая формула:

$$K = (V_1\sigma_1 - V_2\sigma_2) / (V_1\sigma_1 + V_2\sigma_2) \quad (1)$$

Для реализации расчетов необходимо иметь данные по акустической жесткости пород, которые могут быть получены из материалов изучения керна и геофизических исследований скважин (ГИС). При оценке этих параметров по Крапивинскому месторождению была реализована следующая методика:

1. Выявление зависимостей акустической жесткости с коэффициентами «электрической» пористости и открытой пористости по данным керна.
2. Сопоставление и привязка данных керна к данным ГИС.
3. Построение модели распределения акустической жесткости и коэффициентов отражения.
4. Расчет синтетической сейсмограммы и с реальными сейсмическими данными и литологией разреза.

1. Для выявления связи и зависимостей акустической жесткости с коэффициентами естественной и электрической пористости были использованы данные керна и по этим данным получены достаточно тесные корреляционные связи между вышеперечисленными параметрами, с коэффициентами корреляции 0,8-0,9. Данная связь устанавливалась для восстановления утерянных значений акустической жесткости по данным керна. На рисунке 1 показана корреляционная зависимость между акустической жесткостью и параметром пористости.

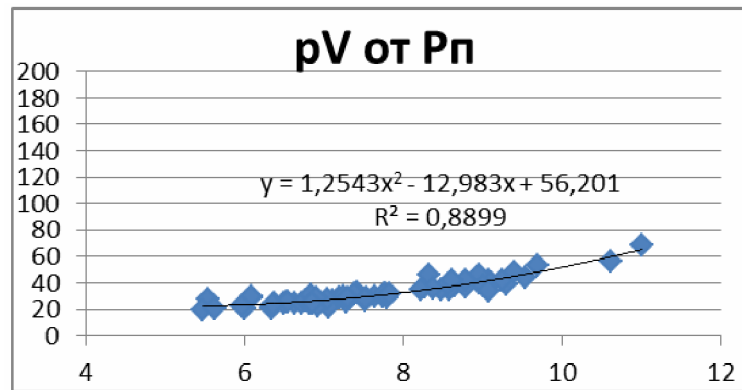


Рис. 1. Корреляционная зависимость между акустической жесткостью и параметром пористости, коэффициент корреляции 0,94

2. При отсутствии необходимых данных керна для восстановления значений акустической жесткости используем данных ГИС по соответствующим скважинам, посредством сопоставления и привязки данных керна к ГИС. По полученным результатам были выявлены методы ГИС, имеющие корреляционную связь с акустической жесткостью и коэффициентами пористости с коэффициентами корреляции > 0,7.

Для примера были выбраны две скважины, пробуренные на месторождении. Для выявления зависимостей между данными керна и ГИС, с использованием ПО «Statistica» были составлены корреляционные матрицы, по которым в дальнейшем и выделены методы ГИС, связанные с данными керна. Наиболее тесную связь имеют следующие методы ГИС: ПС (SP), гамма каротаж (GK), боковой каротаж (BK), индукционный каротаж (ИК), градиент зонд БКЗ (GZ1)

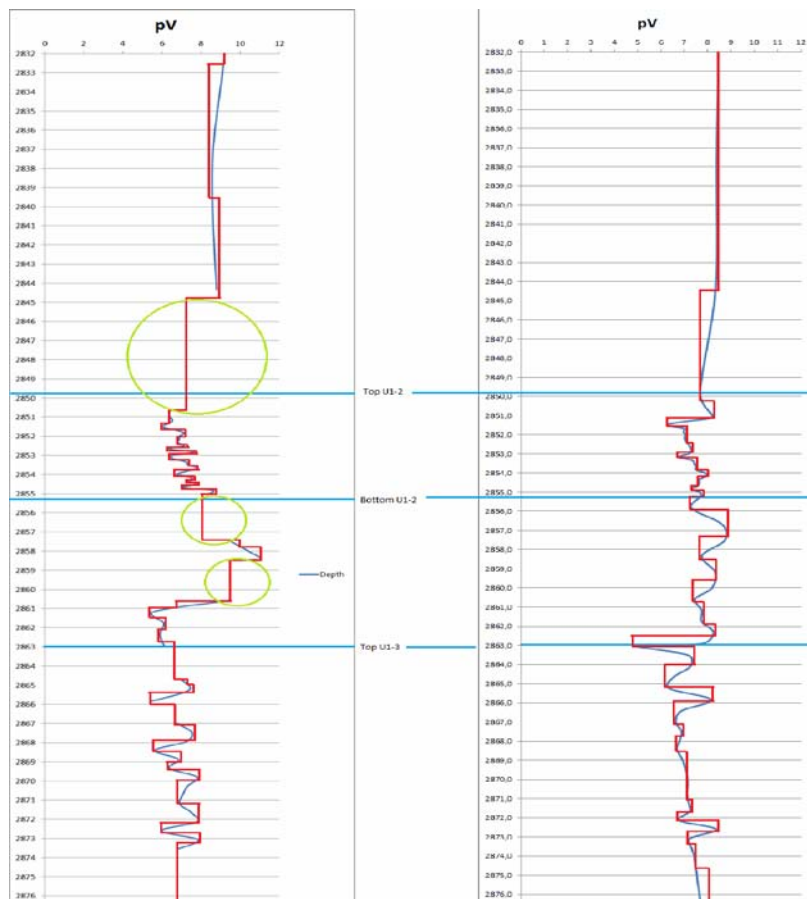


Рис. 2. Сейсмогеологические модели по скважине X: А – по данным изучения керна, Б – по данным геофизических исследований скважин

3. В ходе выявления зависимостей между данными керна и ГИС были получены уравнения связи по каждому методу ГИС и на их основе уравнение множественной корреляции:

- Для скважины 102:  $y=0.103625x+7.7437$

- Для скважины 156:  $y=-0.08777x+9.5969$

4. Затем были построены разрезы акустической жесткости для данных скважин и импульсные сейсмограммы с использованием следующего алгоритма

$$pV=((a_1x_1+b_1)+(a_2x_2+b_2)+(a_3x_3+b_3)+(a_4x_4+b_4))/4,$$

где  $x_1, x_2, x_3, x_4$  – данные, полученные из методов градиент-зонда, метода ПС, гамма каротажа и бокового каротажа соответственно.

На рисунке 2 приведены полученные сейсмогеологические сейсмограммы для скважины У.

Таким образом, видно, что полученные сейсмограммы по данным керна и данным ГИС имеют достаточно высокий коэффициент подобия на основании чего можно сказать, что выше полученные уравнения связи являются достоверными и близкими к реальным.

В итоге проделанной работы были получены следующие результаты:

- определена связь между акустической жесткостью и коэффициентами пористости;
- выявлена зависимость между данными керна и данными ГИС;
- построены корреляционные матрицы зависимости между данными керна и данными ГИС;
- определены синтетические значения акустической жесткости и коэффициенты отражения;
- построены сейсмогеологические модели 102 и 156 скважин и сопоставлены с реальными моделями среды.

#### Литература

1. Гогоненков Г.Н. Расчет и применение синтетических сейсмограмм – М. : Недрa, 1972. – 140 с. : ил. – Библиогр.: С. 136 – 140.
2. Итенберг С. С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин : учебное пособие – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Недрa, 1987. – 374 с.
3. Дахнов В. Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин : учебное пособие – М. : Недрa, 1972. – 365 с.
4. Гурвич И. И. Сейсморазведка : учебное пособие – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недрa, 1975. – 407 с.

## Секция 7

# ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

## ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.П. Запивалов, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Остаточные или неизвлекаемые запасы нефти существующими методами разработки месторождений достигают в среднем 55–75 % от первоначальных геологических запасов в недрах (рис. 1).

В международной практике роль воспроизводства сырьевой базы нефтедобычи за счет внедрения новых методов увеличения нефтеотдачи – МУН (тепловых, газовых, физических, химических, гидродинамических, микробиологических) на базе инновационных технологий быстро растет и становится все более приоритетной (рис. 2).

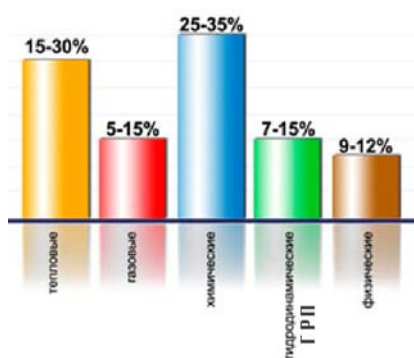


Рис. 2 Увеличение нефтеотдачи пластов различными методами

теплового воздействия на пласты – 600, физико-химическим – 450 и газовым методам – 400. Годовой прирост добычи за счет применения этих методов оценивается в 120–130 млн. тонн [10].

В США в 2010 г. в работе было 194 проекта по повышению нефтеотдачи. Прирост добычи нефти составил 40 млн. т/год. Следует отметить, что подавляющее число проектов относится к методам газового воздействия на пласт, в основном закачка CO<sub>2</sub> (115 проектов). В американских проектах не обозначен метод гидравлического разрыва пластов (ГРП) [10].

Повышение КИН лишь на 1 % в целом по России позволило бы добывать дополнительно 30 млн. тонн в год. Но это пока не получается. Следует подчеркнуть, что основная добыча нефти в России производится на месторождениях Западной Сибири.



Рис. 3 Динамика нефтеотдачи (КИН) в США, России и Западной Сибири [Energyland.info05.07.10]

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) является одним из самых распространенных методов интенсификации разработки нефтяных месторождений и текущего повышения нефтеотдачи в Западной Сибири.

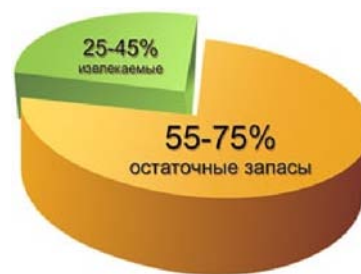


Рис. 1 Извлекаемые и остаточные запасы

К настоящему времени, благодаря такому инновационному развитию нефтедобычи, мировые доказанные извлекаемые запасы увеличились в 1,4 раза, т.е. на 65 млрд. т, а коэффициент извлечения нефти (КИН) в отдельных районах достигает 45 % (пример: шельф Норвегии), что в 1,6 раза больше, чем в России [9].

Имеются сведения, по крайней мере, о 1500 действующих проектах применения МУН в мире, в том числе по методам

ГРП в мире, в том числе по методам

Технология осуществления ГРП включает в себя закачку в скважину с помощью мощных насосных станций жидкости разрыва (гель, в некоторых случаях вода, либо кислота при кислотных ГРП) при давлениях, выше давления разрыва нефтеносного пласта. Для поддержания трещин в открытом состоянии в терригенных коллекторах используется расклинивающий агент – проппант (обработанный кварцевый или синтетический песок), а в карбонатных – кислота, которая разъедает стенки созданной трещины.

После проведения ГРП дебит скважины, как правило, резко возрастает. Этот метод позволяет кратковременно «оживить» угасающие скважины, а затем требуется повторять те же операции.

Многие эксперты критикуют нефтяные компании в Западной Сибири за варварские методы добычи нефти, заключающиеся в использовании на месторождениях ГРП и закачку воды (ППД) в качестве основной или даже единственной ускоренной технологии разработки месторождений. [6]

Примером может служить Верх-Тарское месторождение в Новосибирской области. Это месторождение было открыто в 1970 году новосибирскими геологами, разведка завершена в 1974 г. Запасы были утверждены в ГКЗ: геологические 50 млн. тонн, извлекаемые 25 млн. тонн. Месторождение (ТНК-ВР, ОАО «Новосибирскнефтегаз») находится в разработке 17 лет. За это время добыто и реализовано 12 млн. тонн высококачественной нефти.

Но появилисьстораживающие моменты. Отмечается катастрофическое падение добычи нефти. В 2008 году было добыто 2,077 млн. тонн (пик добычи), в 2009 год – 1,8 млн. тонн, в 2010 добыто 1,185 млн. тонн. На 2011 год планируется всего лишь 759 тыс. тонн. Сейчас добыча на Верх-Тарском месторождении составляет 2,0 тысячи тонн в сутки. Хотя топ-менеджеры ТНК-ВР и ОАО «Новосибирскнефтегаз» в июне 2009 года «клялись» удерживать добычу нефти в 2 млн. тонн в год длительное время (История новосибирской нефти. Новосибирск, 2009) [5].

Месторождение уничтожается насильственно-стрессовыми методами разработки. Гидроразрыву подвергаются все вновь пробуренные скважины с самого начала их эксплуатации, хотя по геолого-технологическому стандарту это рекомендуется делать через полгода режимной эксплуатации скважин в зависимости от промысловых параметров, характеризующих состояние призабойной зоны пласта. Практически все эксплуатационные скважины на Верх-Тарском месторождении охвачены мощными гидроразрывами. В одном только 2008 г. сделано 13 мощных гидроразрывов (История новосибирской нефти, 2009, с.95).

Кроме того нефтяной пласт интенсивно «прополаскивается» водой в объемах, многократно превышающих добычу нефтяного флюида. По состоянию на 01.04.2010 г. действующий эксплуатационный фонд на месторождении составлял 92 скважины, а действующий нагнетательный фонд 74 скважины. Средний дебит нефти 41 тонна в сутки, а воды в объеме добываемой жидкости 80 тонн, т.е. в два раза больше. В таком режиме система поддержания пластового давления (ППД) тоже является разрушительной для нефтенасыщенного пласта. «Выработка активных запасов» указанными методами без соответствующих ограничений и регламентированного геолого-технологического режима способствует образованию защемленных нефтяных целиков, которые составляют трудноизвлекаемую нефть в больших объемах. Именно это происходит сейчас на Верх-Тарском месторождении. Форсированный отбор жидкости существенно изменяет природные фильтрационные свойства пласта и состояние нефтегазонасыщенной системы в целом. Нарушается сбалансированный режим подпитки фильтрационных каналов из нефтенасыщенной матрицы пород, связанная вода «отрывается» от стенок порового пространства пласта и заполняет эти каналы. При этом снижается продуктивность скважин и увеличивается их обводненность. При форсированных отборах быстро теряется пластовая энергия, что ведет к снижению коэффициента нефтеотдачи. Оптимальная депрессия ( $\Delta P = P_{пл} - P_{зab}$ ) для таких пластов не должна превышать 5 Мпа [2].

Сами же разработчики Верх-Тарского месторождения признают, что: «...ГРП позволяет резко увеличить нефтеприток за короткий промежуток времени, однако это приводит в дальнейшем к резкому обводнению месторождения, и значительную часть промышленных запасов нефти очень трудно извлечь». Именно так образуется трудноизвлекаемая нефть.

К сожалению, нефтегазовый потенциал Новосибирской области является нереализованным. Остаются нетронутыми палеозойские продуктивные комплексы на многих участках. Малоичское месторождение является ориентиром в этом направлении, и недавно пробуренная высокодебитная скважина №117 еще раз доказывает перспективность этого направления. Даже из гранитов Межовского свода (Межовское нефтяное месторождение, скв. №6), были получены притоки нефти.

**Корпоративные манипуляции с запасами.** В 2006 году запасы были увеличены на 14 млн. тонн, в основном за счет Верх-Тарского месторождения. Это считалось большим достижением добывающей компании, а в 2009 году запасы были уменьшены до 19 млн. тонн. В ТНК-ВР считают, что увеличение запасов в 2006 году было «тактической промашкой», поэтому их уменьшили на 30 % [5]. Такие манипуляции с запасами могут объясняться только конъюнктурными соображениями. Виртуальное уменьшение запасов – очень опасная игра. В интересах недропользователя это оправдывает падающую добычу и преувеличивает успехи в повышении коэффициента нефтеизвлечения.

В распоряжении ТНК-ВР (ОАО «Новосибирскнефтегаз») имеется еще 8 лицензионных участков, где разведка бурением скважин практически не ведется, хотя геологами ранее были получены притоки нефти на многих этих площадях. Конечно, разведка палеозоя и глубоких горизонтов – это риск, но значительно умеренный в условиях уже созданной инфраструктуры.

В разведке и добыче нефти риски (геологические, технологические, экологические, финансовые) существенно уменьшаются, если работу выполняют профессионалы.

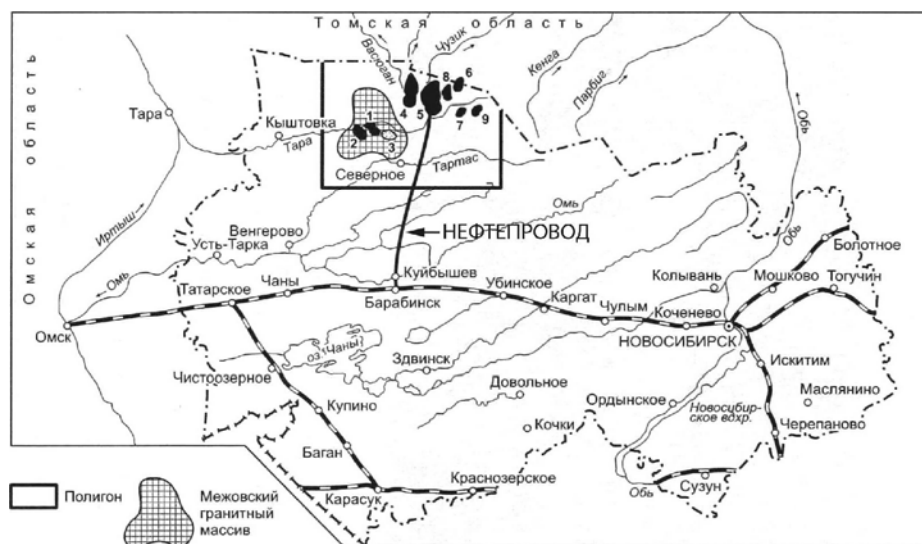


Профессионализм – это образование, знания, опыт и самоотдача в динамике жизни от диплома до «креста». К сожалению, ТНК-ВР не уделяет внимания новейшим инновациям и не разрабатывает свои. ОАО «Новосибирскнефтегаз» объявляет, что не собирается вкладывать свои деньги в НИОКР (отчет компании за 2008 год, стр. 7, <http://www.tnk-bp.ru/investors/disclosure/novosibirskneftegaz/>) [8]. Такая печальная и профессионально «преступная» ситуация наблюдается во многих нефтедобывающих компаниях Западной Сибири.

Верх-Тарское месторождение – живая система, хотя и состоит из косной материи. Здоровье этой системы подорвано насильственными, закритическими режимами разработки (гидроразрыв) и отсутствием индивидуальных технологий. Заметим, что на Веселовской площади, рядом с Верх-Тарским месторождением (кстати, это лицензионный участок ОАО «Новосибирскнефтегаз») новосибирскими геологами был получен фонтан углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в объеме 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут. По американским стандартам это «кладезь» для газового воздействия на пласт – наиболее щадящего и эффективного метода повышения нефтеотдачи пластов.

Сейчас Верх-Тарское месторождение нуждается в реабилитации. Реабилитационные циклы предопределяют оптимизацию перколяционных процессов в продуктивных пластах в течение природно-техногенной «жизни» месторождения [1, 4].

Предлагается создать на базе уже разрабатываемых и открытых месторождений Федеральный научно-технологический, инновационный, и научно-образовательный полигон с целью внедрения новых технологий в разведку и разработку месторождений (рис. 4) [7].



Месторождения: 1 – Межевское, 2 – Восточно-Межевское; 3 – Веселовское (газовое); 4 – Малоичское; 5 – Верх-Тарское; 6 – Ракитинское; 7 – Тай-Дасское; 8 – Восточно-Тарское; 9 – Восточное.  
В границы полигона входят все лицензионные участки

**Рис. 4** Схема расположения основных месторождений Новосибирской области

Уникальный набор геологических объектов, выгодное географическое положение, универсальная научная база и развитая инфраструктура в этом регионе позволят оперативно управлять всеми работами на Полигоне. В короткие сроки можно получить эффективные результаты с большим наполнением интеллектуальной и коммерческой составляющих [3].

Назрела необходимость оформить «Государственную программу воспроизводства сырьевой базы нефтедобычи на основе инновационного развития и внедрения современных методов увеличения нефтеотдачи».

Следует помнить, что инновационное развитие возможно только на основе научных отечественных разработок. Будем считать, что Советско-Российская мантра не угасла.

#### Литература

1. Запывалов Н.П. Геофлюидодинамические основы реабилитации (ревитализации) истощенных месторождений // Повышение нефтеотдачи пластов. Освоение трудноизвлекаемых запасов нефти: Тр. 12-го Евр. симпозиума, Казань, 8–10 сент. 2003 г. Казань: ООО «Стар», 2003. – С. 566–571.
2. Запывалов Н.П., Лобов А.И. Геофлюидодинамические методы управления напряженно-деформированным состоянием нефтенасыщенных резервуаров и продуктивностью скважин // Геодинамика и напряженное состояние недр земли: Тр. межд. конф., Новосибирск, 6–9 окт. 2003 г. – Новосибирск: Ин-т горного дела, 2004. – С. 447–454.
3. Запывалов Н.П. Новосибирская нефть–2010 как зеркало российской «нефтянки» // Эко: всероссийский экономический журнал. – Новосибирск: Наука, 2010. – № 9. – С. 31–49.
4. Запывалов Н.П. Реабилитационные циклы – основа восполнения активных запасов на разрабатываемых месторождениях // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ: Материалы Междунар. конф. им. ак. П.Н. Кропоткина, 20–24 мая 2002 года, г. Москва. – М.: ГЕОС, 2002. – С. 330–332.
5. История новосибирской нефти. 1994–2009. Новосибирск: «Приобские ведомости», 2009. – 144 с.

6. Муслимов Р.Х. Стратегия рационального использования запасов нефти // Технологии нефти и газа. РГУНИГ, 2010. – №5 (70). – С. 17–25.
7. Запивалов Н.П., Смирнов Г.И., Харитонов В.И. Фракталы и наноструктуры в нефтегазовой геологии и геофизике. – Новосибирск: ГЕО, 2009. – 131 с.
8. Сайт ООО «Новосибирскнефтегаз» <http://www.tnk-bp.ru/investors/disclosure/novosibirskneftegaz>
9. Интернет-портал сообщества ТЭК <http://www.energyland.info>
10. Журнал «Oil&Gas Journal», июнь 2010.

## ПРОГНОЗ НЕФТЕНОСНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МЕТОДОВ ГИС И КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

Г.В. Ахметшина

Научный руководитель доцент К.В. Абабков

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время важнейшим резервуаром прироста запасов углеводородов в Западной Сибири являются битуминозные отложения баженовской свиты, из которой получены значительные притоки нефти. Таким образом, встал вопрос о необходимости изучения глинистых коллекторов, к которым относятся отложения баженовской свиты.

Баженовская свита, как известно, формировалась в условиях обширного эпиконтинентального морского бассейна в волжско-раннебатовское время, когда на территории Среднего Приобья в этот период отлагались обогащенные органическим веществом глинистые илы, в той или иной степени кремнистые или карбонатные. В условиях стабильного седиментационного режима образовывалась битуминозная толща преимущественно монтмориллонитовых тонкоотмученных и тонко-горизонтальнослоистых кремнистых, нередко сильно известковистых глин, сравнительно небольшой мощностью (5–35 м), для которых характерны: низкое содержание крупнозернистой песчано-алевролитовой фракции; высокое содержание свободного кремнезема в виде микрокристаллического халцедона и опала (до 25 %), а также пиритного железа и серы; высокое содержание радиоактивных и редких элементов; обилие остатков пелагических организмов и др. [2].

Для пород баженовской свиты характерны очень высокие значения радиоактивности. А, как известно, радиоактивность пород отражает первоначальное содержание в породе органического вещества. В соответствии с этим по мере преобразования керогена в нефть количество органического вещества уменьшается при сохранении той же радиоактивности породы.

Используя эти знания, проведена внутрипластовая корреляция баженовской свиты при помощи методов ГК, НГК и НТ по Приразломному, Салымскому и Правдинскому месторождениям центральной части Западной Сибири. В результате выделено 7 пропластков, соответствующих трем циклам (рис. 1).

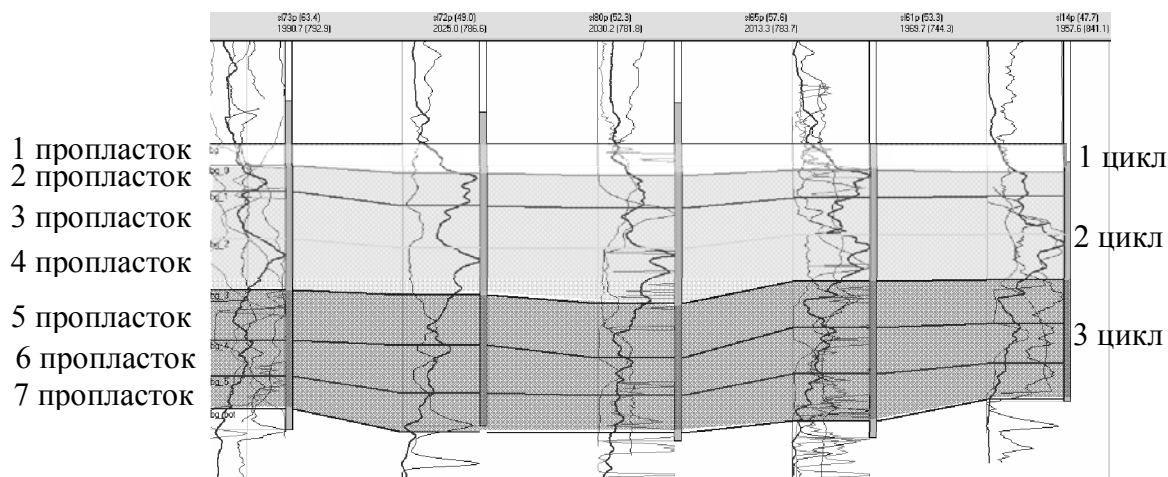


Рис. 1 Корреляционный профиль по скважинам (Салымское месторождение), вскрывшим отложения баженовской свиты

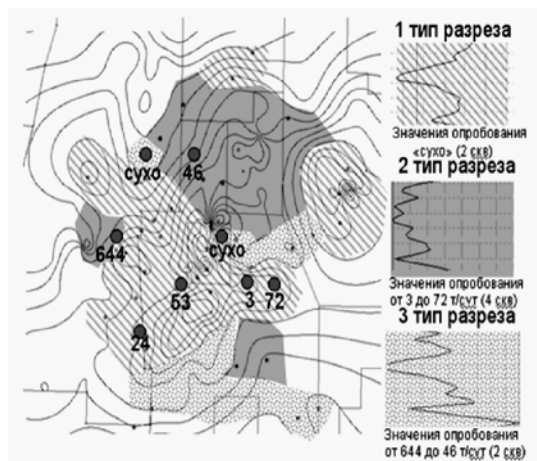
В каждом цикле (сверху вниз) показания ГК уменьшаются, показания НГК увеличиваются, так в разрезе выделяются прослой с повышенным содержанием органического вещества и подстилающие их прослой менее насыщенные органическим веществом [1].

Необходимым условием возникновения залежей УВ является неоднородность отложений свиты, присутствие в ее разрезе высокобитуминозных (нефтегенерирующих), микрослоистых (листоватых) глин и наличие надежно изолирующих залежи сверху и снизу экранов. Из-за малого количества кернового материала, для дальнейшего выявления нефтеносных зон, приуроченных к изучаемым пропласткам, проведен анализ данных ГИС. Анализ заключается в выделение наиболее характерных типов разрезов по синтетической кривой, полученной в результате сложения кривых ГК и НТ.

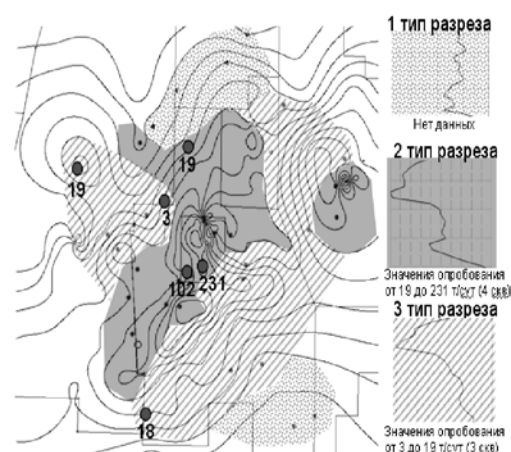
Будем называть пропластки по приведенным названиям на рисунке 1.

В пропластках 4 и 6 в восьми и семи скважинах, соответственно, проведено опробование, в 13 из них получен приток нефти. В результате проведенного анализа построены схемы распространения видов разрезов для пропластков 4 и 6 по Приразломному, Салымскому и Правдинскому месторождениям

Для пропластка 4 по синтетической кривой выделено 3 типа разреза (рисунок 2). Для пропластка 6 также выделено 3 типа разреза, но значительно отличающиеся от предыдущего (рисунок 3). Скважины, вскрывшие нефть для обоих пропластков попадают в зоны, обозначенные, как 1 и 2 типы разрезов, при этом, очевидно, что в зоне 1 дебиты по опробованию ниже, чем в зоне 2. Скважины «сухие» по опробованию попадают в зону, обозначенную как 3 тип разреза. Таким способом выявляется закономерность насыщения УВ выделенных пропластков и возможен прогноз нефтеносных зон отложений баженовской свиты.



**Рис. 2** Совмещенная структурная карта и схема распространения выделенных типов разрезов для 4 пропластка с данными опробования



**Рис. 3** Совмещенная структурная карта и схема распространения выделенных типов разрезов для 6 пропластка с данными опробования

Данные схемы внесли весомый вклад в изучение геологического строения и условий осадконакопления, литологических особенностей пропластков, а также используются в текущий момент при планировании ГРП и мероприятий (опробования) для дальнейшего освоения пластов баженовской свиты.

#### Литература

1. Баженовская нефтяная генерационно-аккумуляционная система на западе Хантейской антеклизы / Н.В. Лопатин, Т.П. Емелин, О.И. Симоненкова, Ж.-П. Эрбен // Научно-практическая конференция «Пути реализации нефтяного потенциала ХМАО»: сб. науч. тр. – Ханты-Мансийск, – С. 2 – 27.
2. Лопатин Н.В., Капаев Р.А., Емец Т.П. Нефтегенерационные свойства баженовской свиты на Ватьеганском месторождении // Пути реализации ХМАО. – С. 144 – 151.

### ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛОВУШЕК УГЛЕВОДОРОДОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАЛГАЧСКОГО МЕЗОВЫСТУПА

**А.А. Бабиков**

Научный руководитель доцент Л.М. Калинина

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

Работа посвящена анализу тектонического развития и прогнозу нефтегазоносности Олимпийского куполовидного поднятия (КП) и прилегающих территорий, структурно принадлежащих полузамкнутой положительной структуре третьего порядка выраженной в рельефе юрского структурного яруса – Калгачскому мезовыступу. Объект исследования расположен на юге Томской области. В отношении нефтегазоносности данная территория находится в пределах Пудинского нефтегазоносного района, Васюганской нефтегазоносной области.

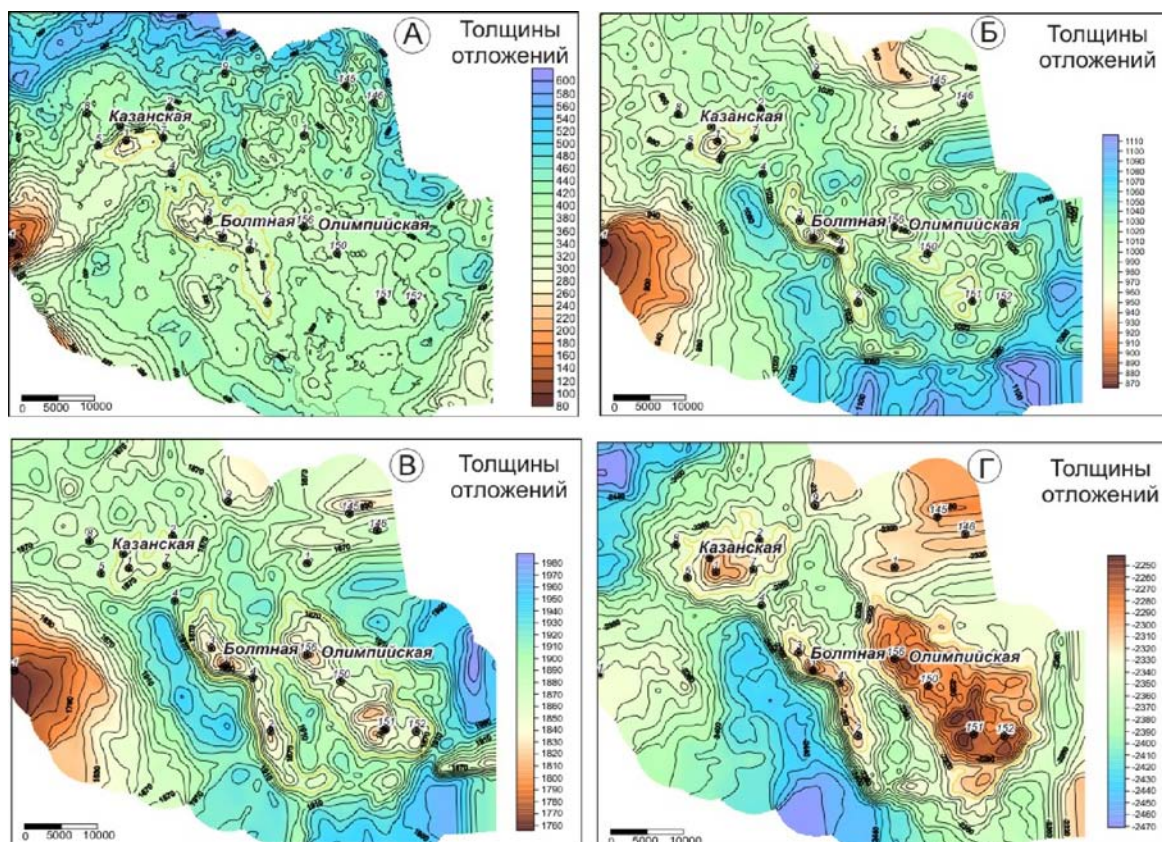
Целью работы является анализ геологического строения сейсмогеологических мегакомплексов, интерпретация ГИС, построение наборов карт: структурных, изопохит, эффективных толщин и прогнозных, а также их анализ.

#### Структурная характеристика района

Подавляющее большинство залежей углеводородов Западной Сибири приурочено к антиклинальным ловушкам. Сейсморазведка позволяет осуществлять непрерывное картирование геологических тел в трехмерном

геологическом пространстве. Комплексный подход делает существенно более детальными и точными литостратиграфические построения, заменяет методы интерполяции по единичным редким точкам методами непрерывного прослеживания геологических тел.

В процессе работы были прокоррелированы основные отражающие горизонты: II<sup>a</sup> – кровля юрского сейсмомегакомплекса (подошва баженовской свиты); III – кровля волжско-аптского комплекса (приурочен к кошайской пачке алымской свиты); IV – кровля апт-туронского мегакомплекса (формирующегося на 30–40 метровой глинистой пачке кузнецовской свиты) [1].



**Рис. История формирования структур в рельефе баженовской свиты: А) Карта изопохит юрского мегакомплекса; Б) Палеоструктурная карта по подошве баженовской свиты к середине апта; В) Палеоструктурная карта по подошве баженовской свиты к середине апта; Г) Современный структурный план баженовской свиты**

В рельефе горизонта Ф<sub>2</sub> выделяются три положительных структуры: Олимпийское КП, Казанское и Болтное локальные поднятия (ЛП). Казанское ЛП, расположенное в северо-западной части исследуемой территории – это субизометричное поднятие. Болтное ЛП, расположено в центральной части выделенной территории, представляет собой линейно вытянутую в юго-юго-восточном направлении структуру. В восточной части территории исследования расположено Олимпийское куполовидное поднятие – замкнутая субизометричная положительная структура третьего порядка, осложненная более мелкими воздыманиями. Все три основные структуры прослеживаются в современном рельефе горизонта II<sup>a</sup>, структуры испытывают тенденцию к понижению амплитуд поднятий и уменьшению площади для Болтного ЛП. В рельефе горизонта III отмечается дальнейшее понижение контрастности всех трех структур, а также смещение эпицентра воздымания исследуемой территории в юго-восточном направлении. В рельефе горизонта IV наблюдается увеличение амплитуды Казанского поднятия и приобретение им современного вида; дальнейшая тенденция воздымания юго-восточной части исследуемой территории.

#### **Анализ истории тектонического развития**

Карты изопохит – это карты толщин между двумя структурными поверхностями. Они отражают палеорельеф, так как в процессе осадконакопления палеовпадины заполняются осадками более интенсивно, а палеовозвышенности – менее интенсивно. Данные карты используются для палеореконокструкций и восстановления истории тектонического развития.

Основные перспективы нефтегазоносности на исследуемой территории связаны с верхнеюрскими отложениями [2], поэтому интересно рассмотреть историю формирования структур в рельефе баженовской свиты, то есть толщину отложений между баженовской свитой и другими отражающими горизонтами. На карте изопохит отложений юрского мегакомплекса (рисунок А) можно отличить все три структуры, из чего можно сделать вывод, что все структуры были заложены еще в доюрское время. Волжско-аптский этап формирования

структур (рисунок Б) характеризуется тенденцией к более интенсивному прогибанию южной части территории и, как следствие, активному формированию Олимпийской и Болтной структур. Эта тенденция прослеживается и на всем волжско-туронском этапе (рисунок В), в течение которого активно формируется Болтное ЛП. На посттуронском этапе развития (рисунок Г) активно формируется Олимпийское КП, что связано с тенденцией к воздыманию юго-восточной части территории исследования. И, как следствие, относительно уменьшению Болтной структуры. На этом этапе, на фоне погружения северо-западной части территории активно формируется Казанская структура.

#### Прогноз нефтегазоносности

В пределах исследуемой территории наиболее перспективным нефтегазоносным комплексом является верхнеюрский, который представлен васюганским, баженовским и георгиевским горизонтами. В Пудинском НГР, главным перспективным и продуктивным комплексом является верхнеюрский [2], к которому приурочен ряд месторождений Томской области (Лугинецкое, Нижне-Табанганское, Северо-Васюганское и др.) Исследуемая территория относится к переходной области седиментации. Отложения васюганского горизонта представлены васюганской и наунакской свитами, которые являются изохронными аналогами. Среди отложений васюганской свиты выделяется группа песчаных пластов, обозначаемых индексом Ю<sub>1</sub>, разделяемых на надугольную, межугольную и подугольную пачки. Разрез наунакской свиты представлен чередующимися пластами углей, песчаников, алевролитов. Для удобства корреляции данный горизонт был разделен на три пачки верхнюю (Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup>), среднюю (У<sub>1</sub>) и нижнюю (Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup>).

Повышенные толщины песчаных пластов Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> развиты в пределах почти всей рассматриваемой территории. Можно предположить, что эффективные толщины распространены субмеридианальной полосой, причем зоны повышенных толщин приурочены к осевой линии этой полосы, а в направлении границ наблюдается уменьшение толщин, что приводит к полному отсутствию коллекторов на западе и востоке территории.

Зоны повышенных толщин *нижней пачки группы пластов Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup>* отмечаются на северо-западе исследуемого района. Наибольших отметок они достигают на территории Казанского локального поднятия. На востоке территории расположена зона полного отсутствия коллектора. В связи с глинизацией нижней пачки в пределах Болтной и Олимпийской структур там намечаются зоны выклинивания коллекторов до полного их исчезновения.

На территории изучаемого района в песчаных пластах верхней пачки получили развитие две залежи, одна – газонефтяная, приуроченная к Болтной локальной структуре, вторая – газоконденсатная на Казанском локальном поднятии в пластах верхней пачки.

Для нижней пачки можно выделить несколько нефтегазоперспективных объектов, относящихся к пластовым, сводовым.

#### Литература

1. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – С. 253.
2. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири, Вып. 2. Западно-Сибирский бассейн / А.Э. Конторович, В.С. Сурков, А.А. Трофимук и др.; Гл. ред. А.Э. Конторович – Новосибирск, 1994. – 201 с.

### ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И СТРОЕНИЯ ТОГУРСКОЙ СВИТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАХОЖДЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРЕДЕЛАХ УСТЬ-ТЫМСКОЙ ВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С.А. Беженцев

Научный руководитель профессор И.А. Вылцан  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

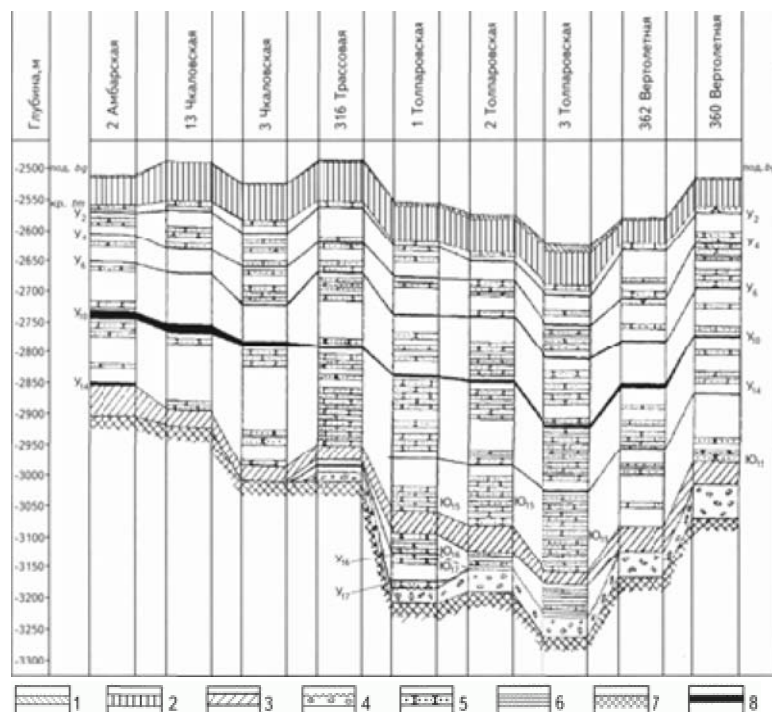
К настоящему времени фонд антиклинальных ловушек, с которыми связаны крупные залежи УВ в верхнеюрских отложениях Томской области (горизонт Ю<sub>1</sub>), в значительной мере исчерпан. Отсюда внимание исследователей обращено на потенциально перспективные нижележащие горизонты (Сурков В.С. и др., 1992; Сурков В.С. и др., 1995). Большинство представляющих интерес нефтяных залежей в изучаемом районе, известных в нижне-среднеюрских отложениях, приурочены к горизонту Ю<sub>2</sub> и лишь одна залежь на Толпаровской площади – к горизонтам Ю<sub>16</sub>–Ю<sub>17</sub>. Поэтому перспективы нефтегазоносности глубокозалегающих горизонтов юры, особенно в пределах впадины, достоверно не оценены.

Отложения, описанные более 50 лет назад Ф.Г. Гурари (1959) [2] как «тогурская пачка черных листоватых аргиллитов», неоднократно привлекали к себе внимание специалистов. Впоследствии данная пачка была переименована в одноименную свиту раннетюрского возраста, стратотип которой определен в разрезе Колпашевской скважины №2. Преимущественно алевроито-глинистый состав с повышенным содержанием С<sub>орг</sub> в ряде разрезов, региональное распространение, стратиграфическое положение (между двумя песчаными горизонтами – Ю<sub>15</sub> и Ю<sub>16</sub>), довольно значительная (до 40 метров) мощность делают тогурскую свиту реперным уровнем, флюидоупором, а так же потенциальным источником углеводородов (Конторович и др., 1964; Конторович и др., 1995, 1998; Казаков и др., 1999; Шурыгин и др., 2000; и др.).

До последнего времени продолжается дискуссия относительно генезиса нижнетюрских отложений. Специалисты СНИИГГиМСа связывают формирование тогурской свиты с мелким внутриконтинентальным

опресненным шельфовым морем (Казаков и др., 1999; и др.). Другое представление развивается исследователями ИГНГ СО РАН, согласно которому образование рассматриваемых отложений происходило в пределах крупных пресноводных озер, периодически соединявшихся с шельфовыми морями во время ингрессий, что подтверждается наличием прослоев с морской фауной (Конторович и др., 1998; Шурыгин и др., 2000; и др.).

Отложения тогурской свиты согласно перекрывают песчаные пласты группы Ю<sub>16</sub> (рис. 1), залегают с угловым и стратиграфическим несогласием на породах фундамента в случаях отсутствия урманской свиты [7]. Полный разрез свиты можно встретить в наиболее погруженных областях, где происходило скопление обломочного материала, приносимого из близлежащих областей денудации.



Отложения:

- 1 – георгиевской свиты,
- 2 – васюганской (наунакской) свиты,
- 3 – тогурской свиты,
- 4 – коры выветривания.

Пласты:

- 5 – песчаные,
- 6 – глинистые;
- 7 – кровля доюрских образований;
- 8 – реперные угольные пласты тюменской свиты У<sub>2</sub>, У<sub>4</sub>, У<sub>6</sub>, У<sub>10</sub> и угольные пласты салатской У<sub>14</sub> и урманской У<sub>16</sub>, У<sub>17</sub> свит;

под. bg – подошва баженовской свиты,

кр. tm – кровля тюменской свиты

Рис. Схема современного геологического строения нижне-среднеюрских отложений северной части Усть-Тымской впадины

Из работ, связанных с изучением строения, состава и условий образования тогурских отложений по результатам бурения скважины Западно-Тымская №1 следует, что показания  $Fe_{\text{тир}}/C_{\text{орг}}$  соответствуют породам, образованным в пресноводных водоемах, содержание органического углерода в тогурских отложениях в 78 % образцов меньше 0,5 % на породу. Степень катагенетической преобразованности ОБ тогурских отложений, определенная А.Н. Фоминым, отвечает стадиям катагенеза МК<sub>1</sub>–МК<sub>2</sub>, а остаточный удельный генерационный потенциал, по данным В.Н. Меленевского, низкий (11–130 мг УВ/г  $C_{\text{орг}}$  при среднем 61 мг УВ/г  $C_{\text{орг}}$ ) [8].

Тогурская свита по спорово-пыльцевым комплексам относится к низам нижнего тоара [1] и сложена толщей существенно глинистых пород. В изучаемом районе она вскрыта в десяти скважинах (скв. 1, 2, 3 Толпаровские, скв. 316 Трассовая, скв. 3, 13 Чкаловские, скв. 333 Варговская, скв. 2 Амбарская, скв. 360, 362 Вертолетные). Ее толщина колеблется от 22 до 51 м. Тогурская свита обладает специфическим составом: буровато-серые, черные аргиллиты с редкими прослоями разнозернистых песчаников и алевролитов. Эти отложения образуют четкий репер на каротажных диаграммах. В случае залегания тогурской свиты на породах фундамента в ее подошве встречаются брекчии, что дает основание предположить размыв нижележащих отложений. Иногда в тогурской свите присутствуют углистые аргиллиты, реже – тонкие пропластки угля. Среди отложений тогурской свиты наблюдаются кальцитизированные и сидеритизированные породы [1]. Аргиллиты – каолинит-гидрослюдистые с примесью хлорита. Текстуры пород преимущественно горизонтальные, ленточные.

Отложения данного стратиграфического подразделения в пределах зоны сочленения центральной части Назино-Сенькинского антиклинория с Нарымо-Колпашевской впадиной (скв. Источная №1) представлены преимущественно аргиллитами зеленовато-серыми с включениями от 1 до 5–6 мм аморфного кремнистого вещества буровато-коричневого цвета, также отмечаются следы биотурбаций. Порода имеет пятнистую микроструктуру и слагается частичками гидрослюды <0,001 мм, определяющими ее структуру. Цемент породы пелитоморфный. В составе которого встречаются единичные зерна кварца и кальцита.

В целом в пределах Усть-Тымской впадины аргиллиты битуминозные, тонкоплитчатые, трещиноватые, средней крепости. Также имеют место аргиллиты темно-серые, пелитоморфные, тонкослоистые, плотные, крепкие с включениями углистого материала и остатков ископаемой флоры на плоскостях напластования [3].

В отложениях тогурской свиты встречаются тонкие прослои мелкозернистых песчаников светло-серого цвета, сцементированных глинистым, местами глинисто-карбонатным цементом контактового типа. Алевролиты

тогурской свиты имеют светло-серый окрас. По размеру песчаники представлены мелкозернистыми разностями, кварц-полевошпатового состава. По структуре цемент мелко-, среднезернистый.

Наличие подтогурских терригенных отложений, резервуар песчаников Ю<sub>16</sub>–Ю<sub>17</sub> (урманская свита), зафиксировано в пяти скважинах в юго-восточной части Усть-Тымской впадины: скв. 1 Толпаровская (мощность подтогурских песчаников 35,4 м), скв. 2 Толпаровская (8,2 м), скв. 3 Толпаровская (3,0 м), скв. 1 Источная и скв. 316 Трассовая. Наиболее мощный разрез горизонтов Ю<sub>17</sub> и Ю<sub>16</sub> вскрыт в скв. 1 Толпаровская.

В остальных скважинах эти пласты заглинизированы, общая мощность песчаных прослоев от нуля (скв. 316 Трассовая) до 8,2 м (скв. 2 Толпаровская) (см. рисунок). Приток нефти из этих пластов дебитом 8,6 м<sup>3</sup>/сут. получен в скв. 1 Толпаровская [3].

Развитие в полном объеме нижнеюрских отложений носит локальный характер и приурочено к пониженным участкам Усть-Тымской котловины. Тогурские аргиллиты, содержащие органическое вещество достигли стадий катагенеза МК<sub>1</sub> и МК<sub>2</sub> и, как следствие, способны к генерации углеводородов в ниже залегающие песчаные пласты группы Ю<sub>16-17</sub> [4, 5, 6]. Эти факты увеличивают перспективность обнаружения в данном регионе новых залежей углеводородов в непростых для опосредованного поиска ловушках структурно-литологического типа.

#### Литература

1. Брылина Н.А., Брылина А.В. Изучение Западно-Тымской скважины 1 в связи с перспективами нефтегазоносности Усть-Тымской впадины (Томская область) // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Нефтегазоносные системы осадочных бассейнов. – М.: ГЕОС, 2005. – С. 90–93.
2. Гурари Ф.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья. / Л.: Гостоптехиздат, 1959. – 174 с.
3. Егорова Л.И., Тищенко Г.И. Строение триас-нижнеюрских отложений Томской области // Геология и нефтегазоносность нижних горизонтов чехла Западно-Сибирской плиты: Тр. СНИИГГиМСа. – Новосибирск, 1990. – С. 18–26.
4. Казаков А.М., Серебренникова О.В., Девятков В.П. и др. Особенности формирования и геохимия органического вещества нижнеюрских отложений (Тогурская свита) на юго-востоке Западно-Сибирской плиты // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 1999. – № 6. – С. 5–16.
5. Конторович А.Э., Данилова В.П., Егорова Л.И. и др. Геолого-геохимические критерии прогноза нефтегазоносности нижнеюрских аллювиально-озерных отложений Западно-Сибирского бассейна // Докл. РАН. – 1998. – Т. 358, № 6. – С. 799–802.
6. Конторович А.Э., Верховская Н.А., Тимошина И.Д., Фомичев А.С. Изотопный состав углерода рассеянного органического вещества и битумоидов и некоторые спорные вопросы образования нефти // Геология и геофизика. – 1986. – № 5. – С. 3–12.
7. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
8. Ян П.А. Строение, состав и условия формирования тогурской свиты по результатам бурения Западно-Тымской скважины №1 (Нижний тоар, Западная Сибирь) Палеонтология, биостратиграфия и палеогеография борейального мезозоя: Материалы науч. сес., г. Новосибирск, 26–28 апр., 2006 г. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. – 219 с.

### ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАНИЗМ, СЕЙСМИЧНОСТЬ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

С.В. Болотова

Научный руководитель профессор В.И. Русский

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Термин "грязевой вулканизм" введен Г.П. Гельмерсеном (от нем. Mudvulkan) в 1886 г. Грязевые вулканы в разных странах получали разные названия. У нас их называют или горелыми горами, или блеваками. Идею связи нефтегазоносности с грязевыми вулканами наиболее четко сформулировал И.М. Губкин (1937 г.), считавший, что "газово-нефтяные проявления и грязевой вулканизм – суть функции одних и тех же причин, именно геологического строения, в частности особых форм тектоники – диапировых структур". Действительно, нефтегазоносность пространственно связана с грязевыми вулканами (Керченско-Таманская, Апшеронская и другие зоны). Эти вулканы могут быть континентальными и морскими. Морфологически это сильно усечённые конуса, кратеры которых заполнены илом – сальзы, грифоны, сопки.

Рождение грязевого вулкана, скорее всего, происходит из-за высокого пластового давления. Это подтверждается тем, что сейсмичность в районах активного грязевого вулканизма не превышает трех-четырёх баллов, тогда как за их пределами она достаточно высокая. Частые извержения этих вулканов существенно ослабляют сейсмичность. Движущей силой грязевых потоков являются газы. Подсчитано, что за всю историю существования грязевых вулканов на поверхность было вынесено свыше 110 миллиардов кубометров газа. Было установлено, что за четвертичное время через эти вулканы было выделено такое количество газообразных углеводородов, которое никоим образом не может быть обусловлено их биогенным происхождением. Это лишний раз подтверждает идею неорганического происхождения нефти. Для возникновения грязевого вулканизма необходимы мощные пластичные толщи, присутствие пластовых вод, скопление непрерывно поступающих газов, существование тектонических разрывов, аномально высокое пластовое давление.

Грязевой вулканизм свидетельствует об интенсивной генерации и аккумуляции УВ-газов в недрах. Эруптивный аппарат грязевых вулканов или раздробленная зона разрывов с перемычками породами,

многочисленными трещинами и кавернами служат благоприятными средами для миграции и аккумуляции УВ-газов. В зависимости от интенсивности их генерации, аккумуляции в указанных тектонически раздробленных зонах и условий дегазации эруптивного аппарата грязевой вулканизм проявляется в различных модификациях.

В зонах развития преимущественно глинистых образований (Шемаха-Кобыстанский краевой прогиб, Бакинский архипелаг, Западный Апшерон) в раздробленной зоне разрывов, представленной в основном неблагоприятной для дегазации глинистой брекчией, скапливается значительный объем УВ-газов и при достижении критического давления нарушается геодинамическое равновесие, происходит бурное грязевулканическое извержение.

В областях развития грубых молассовых образований и карбонатных пород в связи с благоприятными условиями дегазации раздробленных зон разрывов грязевулканические проявления выражены небольшими грифонами и сальзами. В таких районах грязевулканических извержений не происходит.

Некоторые исследователи считают, что грязевые вулканы создают благоприятные условия для формирования крупных скоплений нефти и газа путем миграции УВ-флюидов по эруптивному аппарату из глубоких недр. Однако имеется и противоположное мнение о том, что интенсивная грязевулканическая деятельность приводит к истощению или разрушению залежей на больших глубинах.

Много лет, занимаясь нефтегазовостью Юга России, ученые пришли к сеймотектонической модели, связывающей грязевой вулканизм, сейсмичность и нефтегазоносность, или по И.М. Губкину – диапировой модели [1–3].

#### **Модели грязевого вулканизма**

##### *Модель гидрослюдизации (иллитизации) глин В.Н. Холодова*

Избыточные давления флюидов в мощных толщах глин формируются главным образом за счет фазового преобразования глинистых минералов в области высоких температур (и давлений) и, в первую очередь, за счет иллитизации смектита. Глубже новообразованные блоки иллита сближаются между собой под действием возросшего геостатического давления, и вся поровая вода отжимается вверх, в зону разуплотнения. В результате иллитовая глина уплотняется, а над ней возрастает поровое давление жидкости – в зоне разуплотнения глин образуется область АВПД (аномально высокого пластового давления).

В ходе погружения глинистых толщ вглубь осадочного бассейна и иллитизации смектита рост поровых давлений прекращается тогда, когда в область АВПД попадает разлом, вертикальная зона трещиноватости или песчаный пласт-коллектор. Тогда поровые флюиды, накопленные в зоне разуплотнения, устремляются в поровые пространства песков или уходят по плоскости разломов, а поровые давления в глинах падают до обычных для данных глубин.

Вследствие огромного давления формируются песчаные дайки, горизонты с включениями, диапировые апофизы и др. Они нередко ассоциируются именно с грязевыми вулканами и это приводит к мысли, что в очаг подобных образований помимо разжиженных флюидами глин могут входить также разжиженные пески-пльвуны [3].

##### *Диапировая модель И.М. Губкина*

Диапирами называются антиклинальные складки, проткнутые пластическими ядрами. По существу все вулканы – это диапиры, многие из которых одновременно являются и нефтегазоносными. Яркий пример – вулкан Локбатан в Азербайджане (рисунок). В плане – это гребневидные линейные складки, ядро и жерло которых запечатаны брекчиями, а крылья нарушены разломами. При помощи модели гидрослюдизации глин В.Н. Холодова можно хорошо объяснить грязевой диапиризм за счет появления на глубине 3–4 км зоны разуплотнения и превращения глин во флюид с АВПД. По-своему В.Н. Холодов объясняет и появление залежей углеводородов, связывая их с образованием в этой же зоне за счет РОВ (рассеянного органического вещества). Но в последнее время появляется все больше работ, развивающих идеи А.Н. Дмитриевского и Б.М. Валяева, связывающих образование углеводородов с глубинными процессами. Еще очень важный момент – это связь грязевого вулканизма с сейсмичностью.

##### *Сейсмичность и грязевой вулканизм. Модель Г.С. Вартаняна–Г.В. Куликова*

Теоретической основой связи грязевого вулканизма с сейсмичностью является открытие Г.С. Вартаняном и Г.В. Куликовым гидродеформационного поля (ГТД-поля). Им удалось доказать, что ГТД-поле регулирует режим жидкостей в земной коре и что оно носит автоколебательный характер. При этом происходит переливание или мерцание напряжений от одного места к другому (наподобие переливания складок муаровой ткани). Такой характер изменения ГТД-поля авторы открытия назвали мерцательным или муаровым. ГТД-поле нарушает физико-химический режим жидкостей – изменяются температура, фильтрационные свойства, химический состав и другие параметры. Таким образом, открытие эффекта Г.С. Вартаняна–Г.В. Куликова раскрывает связь между гидросферой и земной корой, в которой концентрируются напряжения.

Вакуумно-взрывная флюидодинамическая модель В.А. Соловьева физику явления видит в наличии в твердой Земле вакуумных зон (полостей), окруженных флюидами с высокими Р–Т условиями (модель "вакуумной бомбы"). При прорыве флюида в вакуумную зону (полость) возникает взрыв (ударная волна), приводящий к образованию рудных и углеводородных соединений. Здесь речь идет не об абсолютном вакууме в понимании квантовой механики, а о пьезоминимумах (вакуумных полостях) и пьезомаксимумах (флюидных зонах высоких Р–Т условий). Вакуумно-взрывная модель предусматривает механизм движения флюида к верхним этажам не только за счет высокого давления, а ещё и за счет их "всасывания" в вакуумные полости. Образование минералов, руд и углеводородов – это быстро протекающие процессы, которые как раз и обеспечиваются взрывным характером явления.



На идею вакуумно-взрывной модели авторов натолкнули исследования по формам геологических тел, когда стало очевидным, что формы магматических и рудных тел (массивы, жилы, дайки, формы пегматитовых тел) образуются за счет заполнения полостей. Жилы, прожилки, штокверки и другие формы повторяют внешне контуры полостей и служат яркой иллюстрацией мгновенного выпадения из флюида кристаллов.

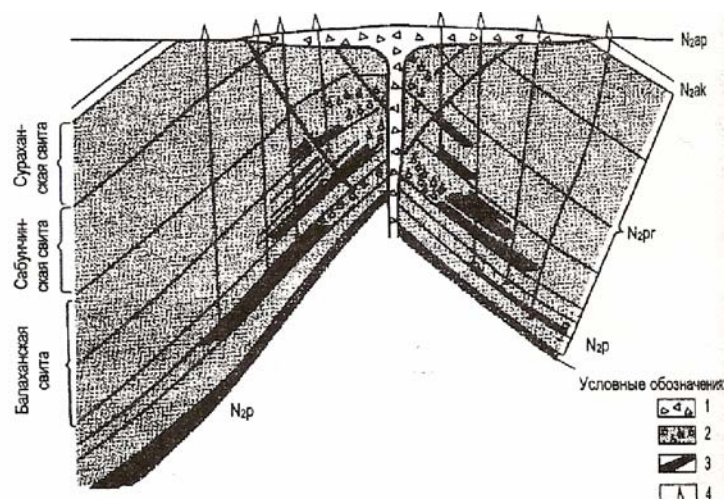


Рис. Профиль через вулкан Локбатан [2]: 1 – грязевулканические брекчии; 2 – газовые залежи; 3 – нефтяные залежи; 4 – скважины

Проведенные исследования подтверждают связь грязевого вулканизма, сейсмичности и нефтегазоносности. Установлено, что эта взаимосвязь осуществляется путем образования трехэлементной системы: очаг–подводящий канал–залежь. Важнейшая роль на всех этапах развития данной системы (генерация, миграция, аккумуляция, разрушение скоплений углеводородов) принадлежит сейсмическим процессам [2].

#### Литература

1. Дадашев Ф.Г., Мамедова П.А., Полетаев А.В. Зональное распределение грязевых вулканов в нефтегазоносных областях //Геология нефти и газа. //Научный журнал, 2003. – № 1. – С. 18–20.
2. Попков В.И., Соловьев В.А., Соловьева Л.П. Грязевой вулканизм, нефтегазоносность //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений //Научно-технический журнал, 2010. – № 6. – С. 27–31.
3. Холодов В.Н. О природе грязевых вулканов //Природа, 2001. – № 11.

### ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СУРГУТСКОГО СВОДА

А.Б. Быкова, Ю.С. Колесниченко

Научный руководитель заведующий лабораторией М.М. Стрикун  
Тюменское отделение «СургутНИПНефть», ОАО «Сургутнефтегаз», г. Тюмень, Россия

Перспективы добычи нефти на месторождениях Сургутского свода напрямую связаны с разработкой трудноизвлекаемых запасов. В ряду низкопродуктивных залежей наибольший интерес представляют залежи горизонта ЮС<sub>2</sub>, содержащие более 3,5 млрд. т нефти [2]. Разработка горизонта осложнена неоднородностью геологического строения. В настоящее время на объекте ЮС<sub>2</sub> запланированы значительные объемы бурения скважин. В этих условиях, большое значение имеет детальное изучение геологического строения участка работ.

Горизонт ЮС<sub>2</sub> в пределах Сургутского свода продуктивен на значительной территории и является региональной залежью, охватывающей Федоровское, Восточно-Сургутское, Западно-Сургутское, Русскинское, Родниковое и другие месторождения.

Стратиграфически горизонт ЮС<sub>2</sub> залегает в кровельной части тюменской свиты на глубине 2850–3100 м и представлен частым чередованием прослоев мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитоподобных глин с редкими прослоями углей и углистых сланцев, толщина которых в подошвенной части горизонта может достигать 1,5–2,0 м [1]. Песчано-алевритовые породы-коллекторы по составу являются полиминеральными. Цементирующим материалом коллекторов, в основном, являются глинистые материалы. Повсеместно, особенно в континентальных отложениях, в цементе песчано-алевритовых пород присутствует тонкодисперсный углистый материал, резко ухудшающий коллекторские свойства пород. Наряду с глинистым и углистым присутствует карбонатный цемент. Основной глинистый материал – каолинит, второстепенный – хлорит, гидрослюда, распределение материала пленочно-поровое, поровое, порово-базальное, базальное.

Для горизонта характерны низкие фильтрационно-емкостные свойства и малые нефтенасыщенные толщины, так на Восточно-Сургутском месторождении средняя пористость – 0,16, проницаемость – 0,007 мкм<sup>2</sup>,

средняя эффективная нефтенасыщенная толщина – 5,2 м, при достаточно большой нефтенасыщенности – 0,77. Кроме того, для него характерна высокая зональная и послойная неоднородность, что в значительной мере оказывает влияние на работу скважин.

В соответствии с текстурно-структурными особенностями строения пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> в нем интерпретируются фации русла меандрирующей реки, временных потоков, алеврито-глинистой поймы. Разрез отложений меандрирующей реки характеризуется четко выраженной цикличностью с постепенным утонением гранулометрического состава пород снизу вверх, в пределах каждого аллювиального цикла, от средне-мелкозернистых песчаников в подошве цикла к алевролитам и аргиллитам в его кровле. Песчано-алевритовые аллювиальные циклы формировались меандрирующими руслами с незначительным объемом водной разгрузки и транспортированными значительное количество тонкозернистых фракций. Авulsionное смещение русел приводило к формированию в разрезе сложнопостроенных песчаных пачек, состоящих из вертикально надстраиваемых отложений нескольких маломощных аллювиальных циклов, алеврито-песчаных тел небольшой ширины со сложной извилистой формой, изолированных озерно-пойменных алеврито-глинистых отложений. В верхней части пласта выделяются переходные от континентальных к прибрежно-морским отложения базального горизонта васюганской трансгрессии.

Сложность в изучении горизонта связана с неоднозначностью определения нижней границы, так как он далеко не всегда отчетливо выражен в разрезе. Его общие толщины по данным разных авторов значительно колеблются. С тонкослоистыми пластами связаны динамически слабовыраженные или невыраженные отражения сейсмических волн от отдельных границ геологических напластований, сильно изменяющиеся из-за вариаций литолого-петрофизических свойств, как самих пластов, так и выше и ниже лежащих отложений [3]. Отражения могут быть связаны не с границами раздела отдельных пластов, а с другими свойствами пород: разнонаправленная слоистость, суммарная разница акустических свойств толщи пачек на границе с другими литологическими разностями и пр.

На большинстве месторождений в разрезе горизонта ЮС<sub>2</sub> выделено два продуктивных пласта: ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> и ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup>. Основная нефтенасыщенность горизонта приурочена к верхнему пласту ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>. Водонефтяной контакт в пласте ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> не зафиксирован. Нефтеносность пласта ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> носит локальный характер, к нему приурочены небольшие залежи, занимающие наиболее высокие вершины локальных поднятий. Залежи преимущественно подстилаются водой, имеют небольшую среднюю нефтенасыщенную толщину 1,5–5,0 м. В связи со сложностью их выделения, иногда на месторождениях объединяют пласты в один подсчетный объект ЮС<sub>2</sub>. На некоторых месторождениях в качестве продуктивного выделяют только пласт ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>.

Так на Восточно-Сургутском месторождении на Государственном балансе запасов числится подсчетный объект ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>. Однако анализ геологического строения горизонта позволил выделить на Восточно-Сургутском месторождении пласт ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup>, площадь которого представлена небольшими залежами нефти, подстилающимися водой, а также обширной зоной глинизации коллектора. Основными критериями выделения пласта ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> стали:

- глинистая перемычка до пласта ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> значительно превышает перемычку между нефтенасыщенными прослоями пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>;
- пласт ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> представлен чистонефтяной зоной, водонасыщенные прослои относятся к пласту ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup>;
- корреляция с соседними скважинами, коллектор в которых насыщен водой;
- наличие в подошве пласта ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> прослоя угля, толщиной 1,5–2,0 м;
- метод потенциалов собственной поляризации (ПС) не работает при выделении коллектора в пласте ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>, основным методом является гамма-каротаж (ГК). В пласте ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> коллектор выделяется по совокупности методов ПС и ГК.

Таким образом, подсчетный объект ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup>, на самом деле, представляет собой два пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> и ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup>. Разделение объекта на два не привело к изменению его геологических запасов, однако объясняет некоторые технологические процессы в скважинах. Наличие высокой обводненности при проведении гидроразрыва в чистонефтяной зоне пласта ЮС<sub>2</sub><sup>1</sup> связано с распространением трещины разрыва до пласта ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup>, водонасыщенного на значительной территории.

Выделение пластов необходимо учитывать при создании геологической модели горизонта ЮС<sub>2</sub> Восточно-Сургутского месторождения. Модель следует создавать с учетом подстилающей пласт ЮС<sub>2</sub><sup>2</sup> воды, что позволит с достаточной точностью воспроизвести историю эксплуатации скважин при создании фильтрационной модели и корректно рассчитать прогнозные технологические показатели разработки объекта.

#### Литература

1. Батулин А.Ю., Култышев А.К. Геологическое моделирование фациально-изменчивых пластов (на примере горизонта ЮС<sub>2</sub> Сургутского свода) // Нефтяное хозяйство, 2007. – №8 – С. 105–109.
2. Богданов В.Л. Перспективы разработки месторождений ОАО «Сургутнефтегаз» с применением системно-комплексной технологии нефтеизвлечения // Нефтяное хозяйство, 2002. – №8 – С. 8–12.
3. Никонов В.Ф., Ревнивых В.А. Основные черты осадочного процесса, его отражение в литологическом составе и физических характеристиках юрских и неокских отложений Среднего Приобья // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. – Ханты-Мансийск: Путеведь, 2001. – С. 178–183.

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА БВ-8 ПОВХОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****Ф.Р. Губаева**

Научный руководитель профессор С.Б. Шишлов

**Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)  
им. Г.В. Плеханова, г. Санкт-Петербург, Россия**

Повховское нефтяное месторождение находится в пределах Сургутского свода Западно-Сибирской плиты. Основным продуктивным горизонтом здесь является пласт БВ-8, приуроченный к верхней части мегнионской свиты нижнего мела. Пласт имеет сложное внутреннее строение, что затрудняет его эксплуатацию. Для выявления локальных закономерностей строения песчаных тел этого продуктивного уровня необходимо выполнить детальную корреляцию разрезов, составленных по керну скважин с применением данных ГИС и сейсмопрофилирования. В ситуации существенной фациальной изменчивости основной такого сопоставления могут стать трансгрессивно-регрессивные циклы колебания уровня моря, выявление которых может базироваться только на обоснованной фактическим материалом седиментологической модели, которая и является предметом обсуждения в настоящей работе.

Выполненные исследования базируются на результатах описания 270 метров керна отобранного из 13 скважин. Обработка этого материала, основана на методике структурно-генетического анализа осадочных формаций [1].

Использование систематики литолого-генетических типов пород эпиконтинентальных сероцветных формаций [1] позволило установить в разрезах продуктивного пласта БВ-8 следующие литотипы:

- ха-1 Аргиллит, иногда алевролитистый, темно-серый. Текстура массивная, с раковистым изломом. Присутствует детрит морского бентоса. Осадок формировался за счет медленного осаждения пелитовых частиц в застойной нормально соленой низкодинамичной водной среде.

- ха-2 Аргиллит алевролитистый темно-серый с горизонтальной и пологоволнистой слоистостью, намечаемой тонкими лентами алевролита глинистого, с мелким детритом морского бентоса. На межслоевых поверхностях растительная сечка. Вероятно, отложение накапливались в процессе прерывистого осаждения пелитовых и алевролитовых частиц ниже базы волнений. Алевролитовые слои формировались в результате осаждения материала транспортируемого мутьевыми потоками.

- уб-1 Аргиллит алевролитистый темно-серый с тонкими (до 2 см) более или менее протяженными линзами светло-серого алевролита и тонкозернистого песчаника, которые намечают линзовидно-полосчатую текстуру. Присутствуют следы илоедов, морской бентос и растительный детрит. Границы слоев отчетливые, иногда нарушены биотурбациями. Осадок формировался в нормально соленых водах, в зоне слабого воздействия волнений. При этом во времени и пространстве происходила контрастная многократная смена медленного осаждения пелитов в застойной слабовосстановительной среде кратковременными эпизодами быстрого накопления алевро-псаммитового материала на локальных участках дна в условиях относительно высокой динамики придонных вод.

- уб-2 Песчаник тонкозернистый известковистый светло-серый с тонкими линзами (до 2 см) темно-серого алевролитистого аргиллита, которые намечают линзовидно-полосчатую текстуру. Границы слоев отчетливые, иногда нарушены биотурбациями. Присутствуют следы илоедов, морской бентос, растительный детрит. Характерны текстуры оползания и песчаные «рулеты» в алевро-пелитах. Осадок формировался в нормально соленых водах, в зоне активного волнового воздействия. Здесь во времени и пространстве происходила контрастная многократная смена быстрого накопления псаммит-алевролитового материала в окислительной динамичной среде эпизодами медленного осаждения пелитов в застойных слабо восстановительных условиях. Песчаные «рулеты» в алевро-пелитах, очевидно, возникали за счет проседания псаммитовых тел в обводненные алевро-пелитовые илы и указывают на контрастную смену способов и высокую скорость осадконакопления.

- ус-1. Песчаник тонко-, мелкозернистый светло-серый, слабоизвестковистый с волнистой, реже с прерывистой косой слоистостью, намечаемой углисто-глинистыми намывами. Присутствуют разнонаправленные ходы илоедов, морской бентос. Комплекс признаков литотипа указывает на высокую динамику, соленость, близкую к нормальной морской, и слабоокислительную реакцию среды осадконакопления. Сортировка кластического материала связана с изменениями интенсивности возвратно-поступательных движений придонных вод.

- ус-2. Песчаник тонко-, мелкозернистый, светло-серый, слабоизвестковистый с отчетливой пологоволнистой слоистостью, намечаемой углисто-глинистыми намывами. Присутствует мелкая углефицированная растительная сечка. Образование этих отложений связано с неравномерной седиментацией в преимущественно высокодинамичной среде. Сортировка вещества происходила под действием возвратно-поступательных движений нормально соленых вод, которые имели слабоокислительную реакцию.

- ус-3. Песчаник мелко-, среднезернистый светло-серый, иногда известковистый с пологой слоистостью. Иногда порода имеет массивную текстуру или проявлена только слоеватость. Характерно наличие кальцийкарбонатных конкреций. Литотип образовался в условиях нормальной солености в высокодинамичной слабоокислительной среде, благодаря осаждению мобилизованного с прибрежной равнины и отсортированного волнениями вещества.

- ус-4. Песчаник мелко-, среднезернистый светло-серый, иногда глинистый, известковистый. Присутствуют растительный детрит, мелкая и средняя уплощенная галька глинисто-алевролитовых пород. Иногда

имеет взмученную текстуру за счет неравномерного распределения примеси пелитового материала. Отложения образовались в высокодинамичной нормально соленой окислительной среде при быстром непрерывном накоплении вещества, мобилизуемого волнениями.

Литотипы bb и bc представляют собой осадки альтернитов (b) и псаммитов (c), переработанные морским бентосом. Возникновение биотурбитов (bb, bc), очевидно, связано с эпизодами прекращения или замедления седиментации, при этом участки дна заселял и активно перерабатывал бентос.

Выделение литотипов позволило выделить литолого-генетические типы слоев и установить слоевую последовательность в разрезе пласта БВ-8 Повховского месторождения (рис. 1).

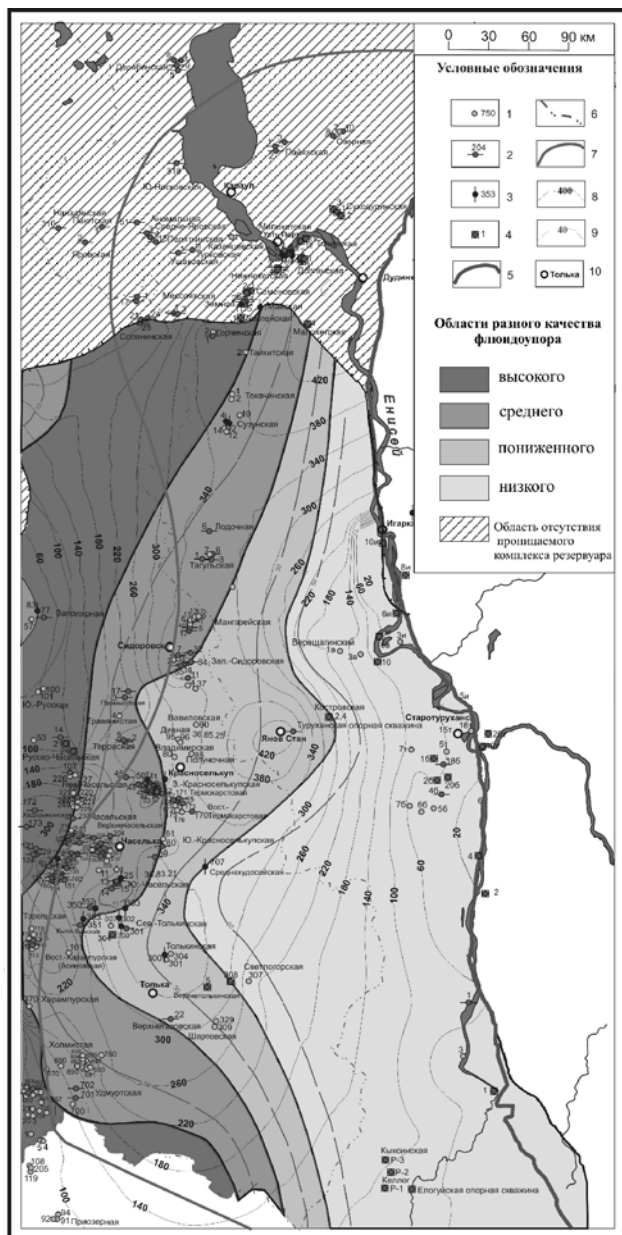
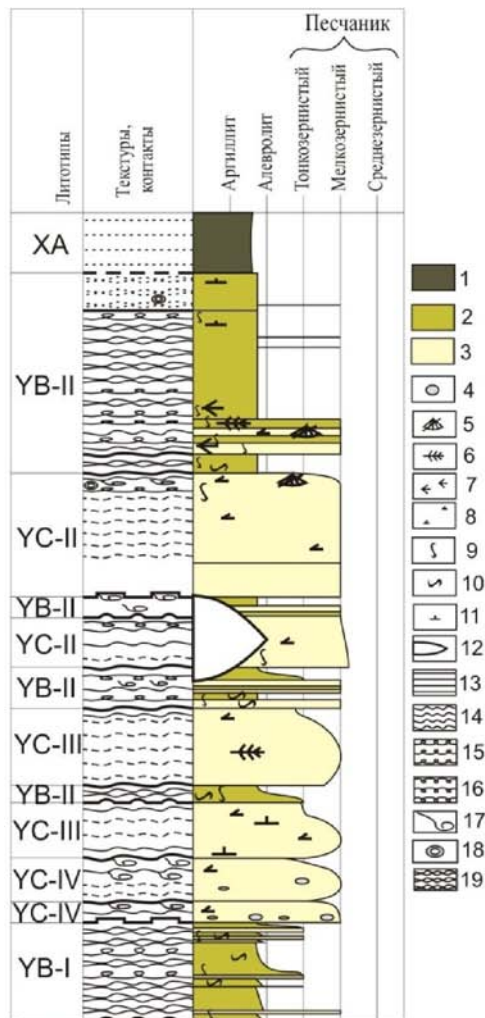


Рис. 1 Фрагмент слоевой последовательности пласта БВ-8 Повховского месторождения



Условные обозначения:  
 Породы: 1 Аргиллиты и алевролиты 2 Альтерниты 3 Песчанники. Интракласты: 4 Галька и гравий. Органические остатки: 5 Детрит морского бентоса 6 Растительный детрит 7 Растительная сечка 8 Растительный шлам. Икнофоссилии: 9 Вертикальные ходы илоедов 10 Горизонтальные ходы илоедов  
 Новообразования: 11 Известковистость 12 Карбонатные мегаконкреции (конкреционные линзы) Текстуры: 13 Горизонтальная слоистость 14 Волнистая слоистость 15 Биотурбация 16 Взмучивания и просадок 17 Опоздания 18 Шаровидные текстуры просадок 19 Линзовидно-полосчатое чередование слоёв

Рис. 2 Идеализированный ландшафтный профиль территории Повховского месторождения во время накопления осадков, сформировавших пласт БВ-8 (Файл: Ландшафтный профиль)

ХА (ха-1→ха-2→ха-1) – Формирование слоя происходило в результате трансгрессивно-регрессивного этапа развития процессов осадконакопления на участках шельфа, расположенных ниже базы волнений.

YB-I (yb-1→yb-2→yc-1)\*n – Накопление слоя происходило в пределах открытого шельфа, в зоне эффективного воздействия волнений (зона Y), благодаря штормовой мобилизации вещества у берега и его сортировке под действием слабых волнений. Увеличение доли песчаной составляющей вверху слоя указывает на обмеление акватории в результате регрессии.

УВ-II (ус-1→уб-2→уб-1)\*п – Формирование слоя аналогично УВ-I. Отличительным является постепенное сокращение псаммитовой составляющей вверху слоя, что указывает на снижение динамики волнений, вследствие трансгрессии.

УС-II (ус-3→ус-2→bc) – Накопление слоя происходило на фоне повышения относительного уровня моря (трансгрессия) и контролировалось волновыми процессами (зона У). На начальных этапах, накопление материала происходило в высокодинамичной среде, затем скорость седиментации снижалась, и материал сортировался волнениями. Последняя фаза слоеобразования, вероятно, протекала ниже базы слабых волнений. Здесь в условиях пониженной гидродинамики песчаное дно заселял и активно перерабатывал бентос.

УС-III (ус-2→ус-3→ус-2) – Псаммитовый слой этого типа формировался под действием волнений, интенсивность которых сначала возрастала (развитие регрессии), а затем снижалась (развитие трансгрессии).

УС-IV (ус-4→ус-2) – Накопление слоя происходило на фоне развивающейся регрессии в прибрежной высокодинамичной части зоны У. Кластический материал, в изобилии поставляемый с континента, формировал эрозионный врез с накоплением ус-4. Затем по мере снижения гидродинамики накапливались псаммитовые осадки ус-2.

Анализ слоевой структуры пласта БВ-8 позволяет предложить ландшафтную модель времени его накопления (рис. 2)

Согласно построенной модели, алевро-пелитовые слои накапливались ниже базы волнений в зоне X.

Тонкие линзовидно-полосчатые чередования пелитов, алевритов и псаммитов формировались в зоне У между базами штормовых и нормальных волнений в поясе лоскутных песков и в межваловых депрессиях пояса подводных песчаных валов (в их «волновой тени»).

Песчаные слои, вероятно, являются продуктами перемещения систем подводных валов, которые формировались на территории открытого мелководья под действием волнений.

Совместный анализ результатов детального литологического описания керн и кривых ПС пласта БВ-8 на основе принятой седиментологической модели позволил построить кривые колебания уровня моря для каждой из исследованных скважин и установить трансгрессивно-регрессивные циклы осадконакопления, формировавшие системы слоев мощностью от 2 до 10 м.

Кривые колебания уровня моря могут стать основой для корреляции исследованных разрезов.

#### Литература

1. Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб: СПГИ (ТУ), 2010.

### **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ДОЮРСКОГО ВОЗРАСТА, ВМЕЩАЮЩИХ ЗАЛЕЖЬ НЕФТИ НА ФЕСТИВАЛЬНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**Т.В. Гусева**

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

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

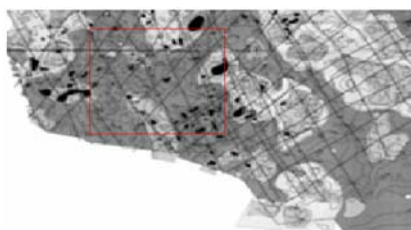
На сегодняшний день малые месторождения приобретают все большее значение, а доюрские отложения претендуют на роль главного источника увеличения ресурсной базы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в ближайшем будущем.

Фестивальное месторождение является нетипичным месторождением для Западной Сибири, так продуктивными на нем являются отложения доюрского фундамента. Отложения были вскрыты практически всеми скважинами, но в каждой из них характеризуются различным литологическим составом: трещиноватыми серпентинитами с признаками битумов, туфами основного состава, серпентинитами окремненными, карбонатизированными, известковистым доломитом. Промышленная залежь приурочена к пласту «М», представленному продуктами выветривания серпентинитов и трещиноватыми серпентинитами, которые относятся к трещинно-кавернозному типу коллектора [2].

По заключению геофизических исследований скважин характер насыщения пласта «М» интерпретируется неоднозначно. В одних скважинах как нефтенасыщенный, в других – как водоносный, так же встречается интерпретация «не ясно». Однако дебит скважин на месторождении в настоящее время имеет достаточно низкие значения. Это может быть связано с загрязненностью призабойной зоны пласта, либо с неправильной методикой вызова притока из пласта, так как коллектор достаточно сложный.

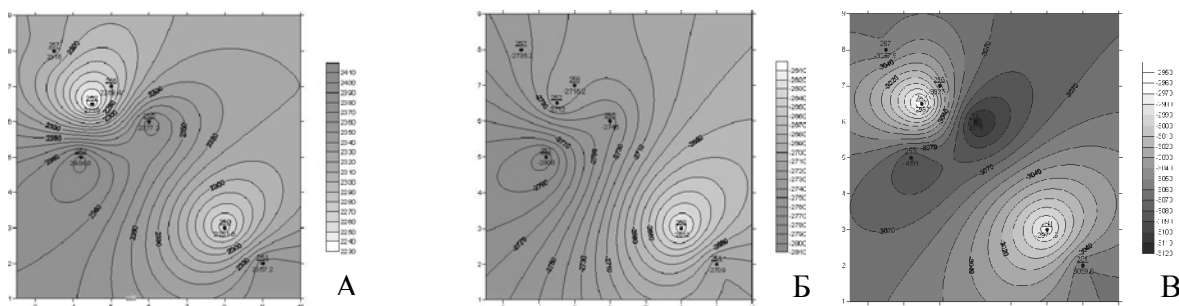
Следует отметить непосредственную близость Фестивального месторождения к Уренгойско-Колтогорскому и Усть-Тымскому грабен рифтам, которые пересекаются с Фестивальным разломом и в совокупности составляют особую зону, с улучшенными коллекторскими свойствами пород, благодаря наличию трещин и зон дробления [3] (рис. 1).

В 70-е годы, на поисковом этапе открытия месторождения, когда были пробурены первые скважины, в юго-восточной части территории месторождения, № 250 и № 251, отложения доюрского фундамента не были вскрыты, хотя проектным горизонтом являлись отложения палеозоя. Фактически забой пробуренных скважин (2835м и 3084м) находится в тригерных отложениях нижней юры.



**Рис. 1** Выкопировка из схема разломов доюрского фундамента на территории Томской области (В.А. Конторович, Г.М. Татьяна, 1997 г.)

На основании проведенного палеотектонического анализа, был построен изобахический палеотектонический треугольник [1], который наглядно показал, что кровля палеозойских отложений в юго-восточной части Фестивальной структуры залегает гипсометрически выше, чем в центральной части. Следует отметить, что на протяжении всего геологического времени развития территории, морфология палеозойских отложений практически не изменялась. Сходство рисовки карт суммарных мощностей (от нижней юры до отложений верхнего мела (кузнецовской свиты) (рис. 2, А) с современным структурным планом (рис. 2 Б) является надежным критерием для сохранности залежи.



**Рис. 2** Сравнение карты изобат к концу мелового времени (А), структурных карт по кровле (Б) и подошве тюменской свиты (В)

На Фестивальном месторождении коллектор в большинстве случаев характеризуется как плохо проницаемый или непроницаемый. Коэффициент открытой пористости пород-коллекторов изменяется от 11 до 13 %, а коэффициент проницаемости – от 2 до 3 мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup> по геофизическим исследованиям. По лабораторным исследованиям керна, коэффициент открытой пористости – от 8 до 13 %, коэффициент проницаемости – от 1 до 2 мД. Гидродинамические исследования пласта М не принесли результатов, лишь в одной из исследуемых скважин удалось определить значение коэффициента проницаемости, оно оказалось равным 1,2 мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup>. Значения коэффициента начальной нефтенасыщенности имеет довольно высокое значение, порядка 68 % [2]. Расхождение коллекторских свойств по керну и геофизическим исследованиям, скорее всего, связано с тем, что исследуемый керн может включать пропластки пород-неколлекторов, а средние значения свойств геофизических исследований определяются только по коллектору. При бурении скважин вынос керна по палеозою был достаточно низким и составил в среднем 35 %, это говорит о том, что породы являлись сильно раздробленными. Обычно выносятся наиболее крепкие разности, а породы с улучшенными коллекторскими свойствами разрушаются, вследствие этого, фильтрационно-емкостные свойства пласта М в полной мере не могут быть оценены по данным лабораторных исследований керна. Следует отметить, что эти данные были получены для пород-коллекторов, залегающих в центральной и северо-западной частях территории месторождения, а юго-восточная часть осталась не изученной.

При низких коллекторских свойствах, дебит пластового флюида при проведении испытаний пласта М составил от 1,9 до 29,4 м<sup>3</sup>/сут. [2]. Такие значения дебитов может обеспечить только коллектор, с преобладающей трещинной составляющей, по геофизическим данным, которые не способны в полной мере оценить параметры палеозойских отложений, и по непредставительным образцам керна, продуктивный пласт практически не проницаем, а этими методами трещиноватость не фиксируется.

Для выяснения модели залежи на Фестивальном месторождении необходимо заложить поисково-оценочную скважину с проектной глубиной 3300 м в юго-восточной части, со вскрытием палеозойской толщи на глубину порядка 100 м и обеспечить максимально возможный процент выноса керна. Заложение поисково-оценочной скважины должно дать определенные результаты в уточнении фильтрационно-емкостных свойств пласта М.

#### Литература

1. Бакиров А.А., Мальцева А.К. Литолого-фациальный и формационный анализ при поисках и разведке скоплений нефти и газа. Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1985.

- Отчет о геологических результатах работ Томского территориального геологического управления за 1969, 1970 г.
- Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981.

### ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЛАСТА Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> ДВОЙНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.Г. Дробилина

Научный руководитель ассистент Т.Г. Перевертайло

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В нефтяной промышленности России в современных условиях, характеризующихся общим снижением прироста и выработанностью запасов нефти, возрастает роль малых и средних нефтяных месторождений. Результаты поисковых и разведочных работ показывают, что будущее российской нефтяной базы определяется, главным образом, малыми месторождениями, за счет которых в последние годы происходит основной прирост запасов. Поэтому в настоящее время актуальной проблемой является изучение месторождений с запасами менее 10 миллионов тонн с целью определения новых экономических, технологических и организационных решений для вовлечения их в разработку.

В связи с этим проведено изучение геологического строения и выявление закономерностей распределения фильтрационно-емкостных свойств пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> Двойного нефтяного месторождения на основе построения трехмерной геологической модели с применением программного комплекса (ПК) Petrel.

Двойное месторождение расположено в западной части Томской области в центре Каргасокского административного района. В тектоническом плане участок находится в зоне сочленения западного склона Парабельского мегавала и восточного борта Усть-Тымской впадины. Нефтегазоносность месторождения связана с верхнеюрскими отложениями наунакской свиты.

Для решения поставленных задач применялась следующая методика исследования:

**Выделение пластов и корреляция разрезов скважин** проводились по комплексу методов геофизических исследований скважин ГИС: стандартный каротаж (метод потенциалов самопроизвольной поляризации ПС и метод кажущегося сопротивления КС), радиоактивный каротаж (гамма каротаж ГК, нейтронный гамма каротаж НГК), боковой (БК) и индукционный (ИК) каротажи.

Для расчленения и корреляции разрезов скважин в первую очередь были выделены опорные (маркирующие) горизонты. С целью выяснения характера изменения мощности и литологии отложений, слагающих надугольную толщу, составлена корреляционная схема по линии скважин 1–6–7, в направлении с северо-запада на юго-восток (рис. 1).

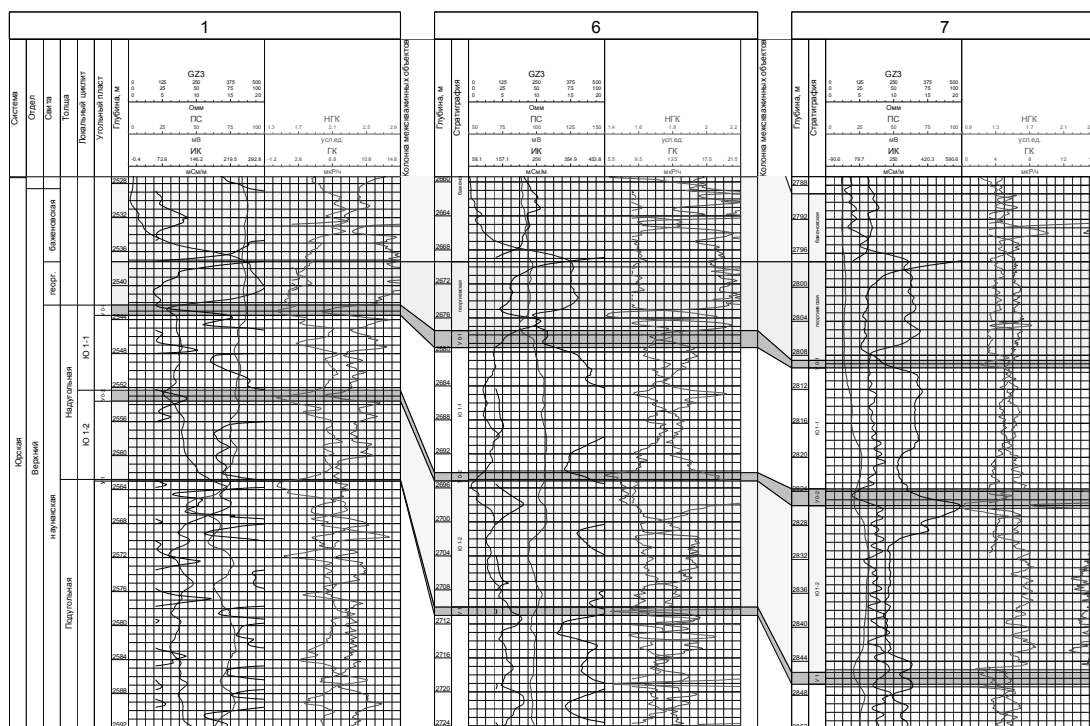


Рис. 1. Схема корреляции отложений надугольной толщи по линии скважин 1–6–7

В изучаемых отложениях в качестве маркирующих горизонтов разного уровня выделяются сверху вниз: аргиллиты баженовской свиты, породы барабинской пачки и угольные пласты  $Y_0^1$ ,  $Y_0^2$  и  $Y_1$ . Отложения баженовской свиты и пласт  $Y_1$  являются реперами первой категории, имеют ярко выраженную промыслово-геофизическую характеристику и прослеживаются по всей территории.

Баженовская свита сложена битуминозными плотными плитчатыми аргиллитами, вследствие чего на каротажных диаграммах уверенно выделяется по anomalно высоким значениям естественной радиоактивности (ГК) – до 163 мкР/ч (скв. № 7). Также для нее характерны очень высокие значения электрического сопротивления (КС) – до 219,3 Ом (скв. № 1).

Породы барабинской пачки, слагающие подошву георгиевской свиты, характеризуются повышенной электропроводностью на диаграммах ИК (до 380 мСим – скв. № 7), низкими значениями удельного электрического сопротивления (от 2,85 Ом в скв. № 6 до 11,4 – скв. № 1) и повышенными значениями (до 4,6 усл. ед.) на кривых НГК (скв. № 6).

Важную роль при увязке разрезов играют выдержанные угольные пласты. Они имеют четкую геофизическую характеристику, занимают определенное положение в разрезе и поэтому служат наиболее надежными реперами. Значительная протяженность углей повышает надежность корреляции разрезов.

Для угольного пласта  $Y_1$ , подстилающего породы надугольной толщи, характерны:

- очень высокие значения электрического сопротивления КС (до 28 Ом в скв. № 1);
- очень низкие значения естественной радиоактивности ГК (7,2 мкР/ч в скв. № 3);
- очень низкие показания на кривых НГК – 1,18 усл. ед. в скв. № 7.

Угольные пласты  $Y_0^1$  и  $Y_0^2$  залегают в кровле локальных циклитов  $Ю_1^1$  и  $Ю_1^2$  соответственно. Индексация пластов производится в соответствии с их местоположением в разрезе – выше угольного пласта  $Y_1$ .

Продуктивный пласт  $Ю_1^2$  относится к надугольной толще и выделяется в составе регионального циклита  $Ю_1$ . Стратиграфически пласт приурочен к наунакской свите; возраст пласта определен как позднеюрский (оксфорд).

**2) Интерпретация промыслово-геофизических исследований скважин** осуществлялась в интегрированной системе Прайм, где были выполнены расчеты относительного параметра  $\alpha_{ПС}$ , коэффициентов пористости (Кп), проницаемости (Кпр), построена литологическая колонка.

Относительный параметр  $\alpha_{ПС}$  рассчитывался по кривой ПС с применением соответствующих модулей. Коэффициенты пористости и проницаемости вычислены по формулам  $Kп=0,0586+0,1596\cdot\alpha_{ПС}$ ,  $Kпр=10^{(-1,65+5,937\cdot Kп+44,32\cdot Kп^2)}$ .

Используя методику В.С. Муромцева, в модуле «Программы пользователя» по кривой  $\alpha_{ПС}$  было произведено литологическое расчленение разрезов скважин на глинистые ( $\alpha_{ПС}=0-0,2$ ), алевролитовые ( $\alpha_{ПС}=0,2-0,4$ ), песчаные ( $\alpha_{ПС}=0,6-1$ ) и смешанные песчано-алеврито-глинистые ( $\alpha_{ПС}=0,4-0,6$ ) породы. По классификации А.А. Ханина выделены коллекторы IV–V классов.

Полученные кривые в виде las-файлов из системы Прайм экспортировались в ПК Petrel и использовались в дальнейшем для моделирования петрографических свойств продуктивного пласта  $Ю_1^2$ .

**3) Загрузка данных и построение структурного каркаса.** Построение трехмерной цифровой геологической модели залежи начинается с загрузки данных соответствующих форматов, поддерживаемых ПК Petrel: сейсмический 2D грид, координаты скважин, инклинометрия, данные ГИС и результаты интерпретации (РИГИС). Согласно расчленению и корреляции разрезов скважин, методом kriging рассчитывались поверхности структурного каркаса, соответствующие кровле и подошве пласта  $Ю_1^2$ .

**4) Построение 3D модели** включает в себя: создание горизонтов; перемасштабирование кривых РИГИС для присвоения ячейкам 3D грида, расположенным вдоль ствола скважин определенных значений моделируемых свойств; моделирование геометрических (bulk volume) и петрофизических (пористость, проницаемость, песчаность) свойств.

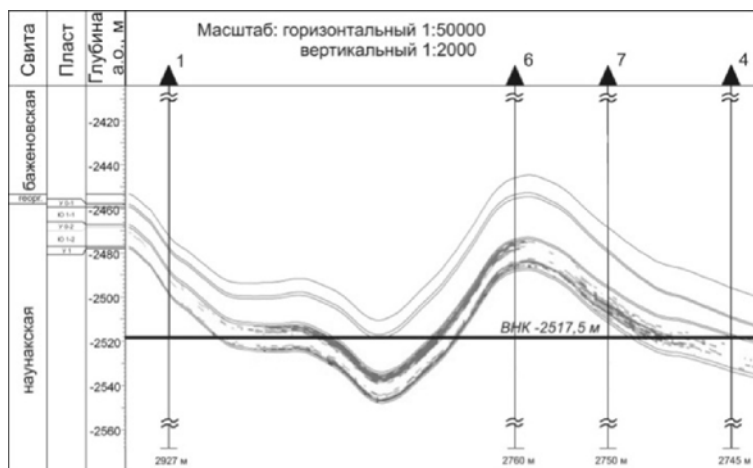


Рис. 2 Геологический разрез по линии скважин 1–6–7–4



5) **Построение геологических карт, схем, разрезов.** Для характеристики строения залежи были построены карты общих, эффективных и нефтенасыщенных толщин. С целью прослеживания зон распространения пород-коллекторов и выявления участков с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами составлены карты коллекторов, средних значений пористости и проницаемости. За граничные значения, при которых возможен промышленный приток углеводородов, приняты: пористость – 12,5 %, проницаемость –  $1,0 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Построен геологический разрез по скважинам №№ 1, 6, 7, 4 (рис. 2). Линия разреза ориентирована с северо-запада на юго-восток.

Анализ проведенных исследований позволил сделать следующие выводы:

- залежь нефти пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> вскрыта скважинами №№ 2, 5, 6 и 7, при этом минимальная эффективная мощность нефтенасыщенных пород наблюдается в скв. № 2 и составляет 2 м, а максимальная – в скв. № 7 (14 м);
- скважинами №№ 6 и 7 вскрыта нефтяная часть залежи. Скважина № 4 пробурена в водонасыщенной части. Уровень ВНК принят на а.о. -2517,5 м;
- пористость пород колеблется от 9,7 % (скв. № 3) до 15,9 % (скв. № 7), а проницаемость изменяется от  $0,2 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> до  $5,5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> соответственно;
- лучшими коллекторскими свойствами обладают песчаники, вскрытые в центральном куполе Двойной структуры. По классификации А.А. Ханина они отнесены к коллекторам IV–V класса;
- в направлении на северо-запад к скважине № 1 и на юго-восток происходит замещение песчаников алеврито-глинистыми породами;
- залежь является пластово-сводовой литологически ограниченной.

Таким образом, на основе построенной трехмерной геологической модели уточнено геологическое строение залежи нефти, оценены коллекторские свойства резервуара, что в дальнейшем позволит провести подсчет запасов и может быть использовано для создания оптимальных схем и параметров разработки.

#### Литература

1. Валиуллин Р.А., Ремеев И.С. и др. Система «ПРАЙМ» для автоматизированной обработки данных ГИС при контроле за разработкой нефтяных месторождений / НТВ «Каротажник» // Тверь: изд-во «АИС», 1997. – № 30. – 34–39 с.
2. Перевертайло Т.Г., Захарова А.А. Формирование 3D-геологических моделей месторождений нефти и газа в среде программного комплекса PETREL Schlumberger. – Томск, изд-во ТПУ, 2010. – 93 с.
3. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М: изд-во Недр, 1969. – 368 с.
4. <http://www.slb.ru/sis/item93>.

### СОСТАВ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИОБСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

М.Ю. Дудка

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

Приобское нефтяное месторождение занимает в системе нефтегазоносных комплексов Западной Сибири особое место. Промышленная нефтеносность установлена в верхней части тюменской и баженовской свит и в неокотских отложениях. Основными по запасам являются неокотские пласты АС<sub>10-12</sub>. К пластам готеривского возраста, залегающим на глубине 2300–2700 м, приурочено более 20 залежей, большинство из которых отнесено к категории крупных. По данным сейсмостратиграфического анализа установлено клиноформное строение неокотских продуктивных пластов.

Плотность нефти 863–868 кг/м<sup>3</sup>, умеренное содержание парафинов (2,4–2,5 %) и содержание серы 1,2–1,3 %.

Основные продуктивные пласты заключены между пимской и быстринской пачками глин. Залежи приурочены к линзовидным песчаным телам, сформировавшимся в шельфовых и клиноформных отложениях неокота. Отсутствие при многочисленных испытаниях в продуктивной части разреза пластовой воды доказывает, что залежи нефти, связанные с пластами этих пачек, представляют собой замкнутые линзовидные тела, полностью заполненные нефтью, а контуры залежей для каждого песчаного пласта определяются границами его распространения. Исключение составляет пласт АС<sub>7</sub>, при испытании которого получены притоки пластовой воды из песчаных линз, заполненных водой. В составе продуктивных неокотских отложений выделено 9 подсчетных объектов: АС<sub>12</sub><sup>3</sup>, АС<sub>12</sub><sup>2</sup>, АС<sub>11</sub><sup>2-4</sup>, АС<sub>11</sub><sup>1</sup>, АС<sub>11</sub><sup>0</sup>, АС<sub>10</sub><sup>1-2</sup>, АС<sub>10</sub><sup>0</sup>, АС<sub>9</sub>, АС<sub>7</sub>. Залежи пластов АС<sub>7</sub> и АС<sub>9</sub> промышленного интереса не представляют.

Основные запасы нефти на Приобском месторождении сосредоточены в отложениях неокотского возраста. Особенностью геологического строения залежей, связанных с неокотскими породами, является то, что они имеют мегакослоистое строение, обусловленное формированием их в условиях бокового заполнения достаточно глубоководного морского бассейна (300–400 м) за счет выноса обломочного терригенного материала с востока и юго-востока. Формирование неокотского мегакомплекса осадочных пород происходило в целой серии палеогеографических условий: континентального осадконакопления, прибрежно-морского, шельфового и очень замедленного осаднения осадков в открытом глубоком море. По мере продвижения с востока на запад происходит наклон (по отношению к баженовской свите, являющейся региональным репером) как глинистых выдержанных пачек (зонального репера), так и содержащихся между ними песчано-алевролитовых пород.

Комплексный анализ палеогеографических условий осадконакопления и данные сейсморазведки позволили наметить крупную зону развития неокомских клиноформ к югу и северу от Приобского месторождения, которая протягивается полосой шириной 25–50 км от Шапшинского и Эргинского месторождений на юге до Туманного и Студеного на севере, с которой связана самостоятельная зона нефтегазонакопления, где основными нефтематеринскими породами будут мощные одновозрастные глинистые толщи неокомских клиноформ.

#### Литература

1. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России. // Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция / Под ред. В.Е. Гавуры. – М. ВНИИОЭНГ, 1996. – Т.2.
2. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975.
3. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. – М.: ЦентрЛит, 2004. – 514 с.
4. Максимов С.П. Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа в палеозойских отложениях. – М.: Недра, 1965.

### МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ОКСФОРДСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Г.Б. Жанаделова

Научный руководитель главный научный сотрудник Г.Г. Шемин  
*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
 г. Новосибирск, Россия*

В настоящее время в отложениях верхней юры Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции сосредоточены громадные запасы углеводородного сырья. При этом наиболее изученными являются центральная и южная части провинции, в то время как ее северная и восточная части остаются менее изученными. Однако количество перспективных для поисков месторождений нефти и газа площадей в последние годы резко сокращается, и растет необходимость исследования отложений в малоизученных районах. В связи с этим актуальной становится задача расширения знаний о строении верхнеюрских отложений северо-восточной части Западно-Сибирской провинции и оценка перспектив их нефтегазоносности.

Цель работы заключается в следующем: детализировать модель геологического строения келловей-верхнеюрских отложений северо-восточной части провинции и уточнить на ее основе перспективы нефтегазоносности оксфордского регионального резервуара.

Отложения келловей и верхней юры в северо-восточной части провинции представлены отложениями точинской, сиговской и яновстанской свит, которые соответствуют васюганскому, георгиевскому и баженовскому горизонтам. Отложения имеют песчано-глинистый состав. Методика корреляции заключается в том, что разрез изучаемых отложений подразделяется на серию пачек циклического строения, для которых свойственна прогрессивно-регрессивная направленность изменения гранулометрического состава от глин (аргиллитов) в основании до песчаников в верхней части [1]. На изучаемой территории келловейские и верхнеюрские отложения подразделяются на десять циклитов. В точинской свите выделяют циклиты: tch-1, tch-2, в сиговской – sg-1, sg-2, sg-3, sg-4, sg-5 и в яновстанской – jn-1, jn-2, jn-3.

Корреляция отложений выполнена по двум профилям: Дерябинская (скв. № 9) – Харампурская (скв. № 342) и Геофизическая (скв. № 46) – Туруханская (опорная скважина). На них показано, что в западном и северо-западном направлениях количество и толщины циклитов постепенно сокращаются и глинизируются их песчаная часть. Отложения точинской, сиговской и яновстанской свит на севере переходят в отложения гольчихинской свиты, а в западном направлении замещаются васюганской и марьяновской свитами.

По особенностям строения и составу келловей-верхнеюрские отложения подразделяются на две части: нижнюю – глинисто-алевролитово-песчаную (продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub>) и верхнюю преимущественно глинистую (баженовско-георгиевский флюидоупор), которые в совокупности представляют оксфордский региональный резервуар.

В разрезе келловей-верхнеюрских отложений выделены следующие песчаные пласты: перспективные – СГ<sub>1</sub>–СГ<sub>4</sub> и продуктивные – Ю<sub>11</sub>–Ю<sub>14</sub>. В докладе рассмотрены их модели строения. Пласты группы СГ<sub>1-4</sub> на территории исследуемого района распространены в основном в его центральной части. Толщина пластов в среднем изменяется от нескольких до 25 м. Низкая изученность рассматриваемых пластов не позволяет однозначно оценить перспективы их нефтегазоносности. Пласты Ю<sub>11-4</sub> составляют основную часть продуктивного горизонта. В целом, пласты Ю<sub>11-4</sub> имеют аналогичное вышеописанным пластам распространение и распределение толщин. Из них пласты Ю<sub>13+4</sub> характеризуются наибольшей площадью распространения и наибольшими показателями толщин. Толщины их коллекторов в среднем составляют 5–10 м.

Автором были изучены толщина и качество баженовско-георгиевского флюидоупора. Толщина флюидоупора изменяется от 10–20 до 450 м. Максимальные ее значения (200–450 м) фиксируются в субмеридиально ориентированной полосовидной зоне шириной около 100 км, расположенной в центральной части района. В западном и восточном направлениях толщина флюидоупора постепенно уменьшается. Оценка качества флюидоупора осуществлялась по методике, включающей, из-за низкой изученности, вещественный

состав и его толщину. Качество флюидоупора увеличивается с востока на запад от низкого и пониженного до среднего и высокого (рис.1).

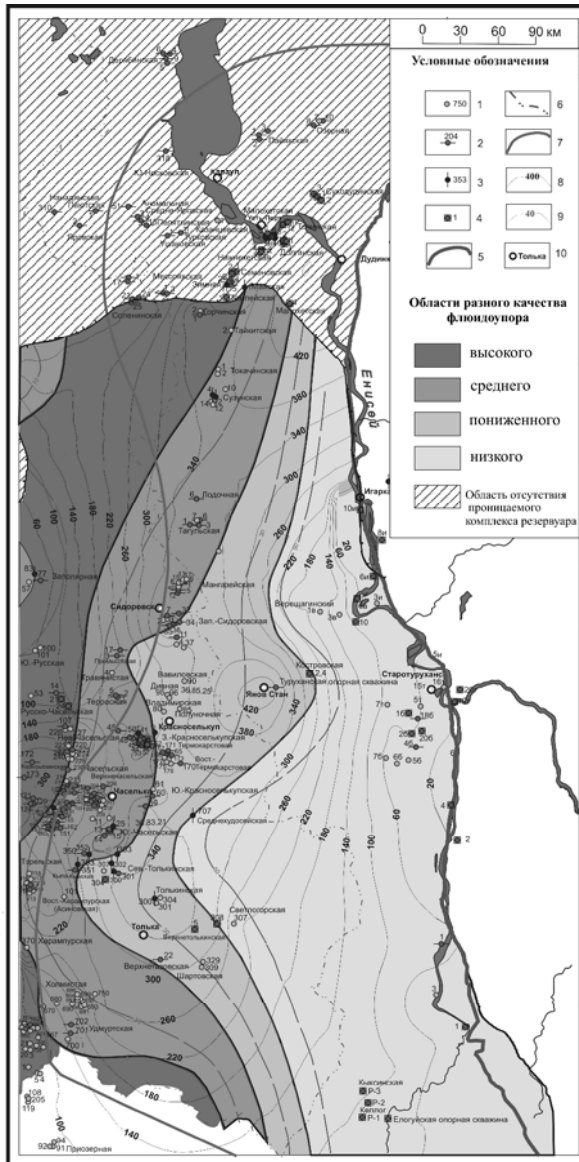


Рис.1. Карта качества флюидоупора

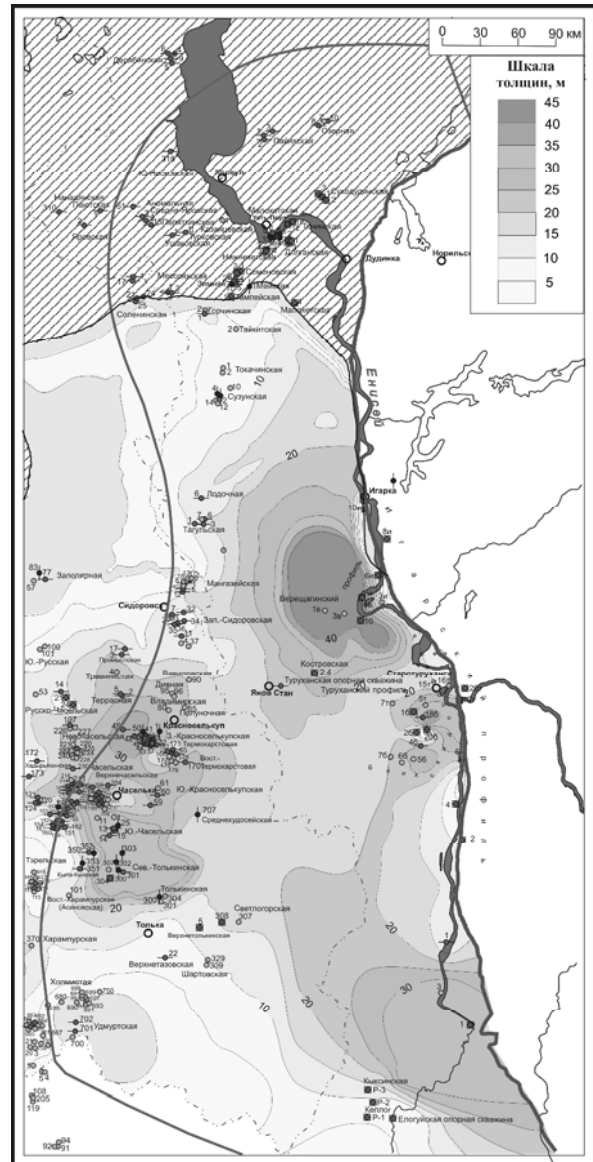


Рис.2. Карта толщин коллекторов проницаемого комплекса

Условные обозначения. 1–4 – скважины, вскрывшие отложения: 1 – верхней юры, 2 – средней юры, 3 – нижней юры, 4 – доюрского основания; 5–7 – границы: 5 – распространения юрского осадочного комплекса, 6 – административные, 7 – исследуемого района; 8 – изопакиты флюидоупора (м); 9 – изолинии содержания песчаников в флюидоупоре, %; 10 – населенные пункты

Проницаемый комплекс на территории исследования распространен почти повсеместно, исключая северную часть района. Толщина его изменяется от нескольких до 170 м, на большей части его распространения – от 60 до 120 м. Максимальная толщина проницаемого комплекса наблюдается в центральной части района. Суммарная толщина песчаников изменяется от нескольких до 90 м, на большей части рассматриваемого района – от 30 до 50 м. Толщина пород-коллекторов в среднем составляет 10–25 м, достигая 40–45 м в восточной его части (рис. 2).

При качественной оценке перспектив нефтегазоносности оксфордского резервуара использовалась методика, разработанная Г.Г. Шеминым (2002) «Методика качественной оценки перспектив нефтегазоносности по совокупности критериев» [2]. Она базируется на совокупности оценок тектонического, литолого-фациального, геохимического и гидрогеологического критерия. На основании оценок этих критериев были выделены на исследуемой территории земли различных перспектив: перспективные (III, IV категории), среднеперспективные (V, VI категории) и пониженных перспектив (VIII категория). Перспективность отложений оксфордского резервуара возрастает с востока на запад. На исследуемой территории перспективные земли имеют достаточно

ограниченное распространение и распространены на западном участке центральной части района в Пур-Тазовской НГО. Среднеперспективные земли наиболее широко распространены в исследуемом районе, они огибают перспективные земли с востока. Малоперспективные земли развиты в восточной части исследуемого района, в Елогуй-Туруханской НГО.

#### Литература

1. Циклостратиграфический анализ, как инструмент детальной корреляции отложений на примере юры Западной Сибири и венд-кембрия Ленно-Тунгусской НГП / Г.Г. Шемиц, А.Л. Бейзель, А.Ю. Нехаев и др. // Материалы научно-практической конференции «Формационный анализ в геологических исследованиях». – Томск, 2002. – С. 160–163.
2. Шемиц Г.Г. Критерии прогноза нефтегазоносности древних полифациальных плитных комплексов (на примере Центральные районы Сибирской платформы). Автореферат дис. на соискание ученой степени д-ра геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1994. – 40 с.

### ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ГАЗОНОСНОСТИ ВОСТОЧНО-ИНТИНСКОЙ II СТРУКТУРЫ С.И. Жестерев

Научный руководитель доцент Т.А. Овчарова

*Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия*

Цель работы – обоснование перспектив газоносности Восточно-Интинской II структуры.

В административном отношении Восточно-Интинская II структура находится на территории Республики Коми, Интинского района, в 26 километрах от города Инта. В тектоническом отношении Восточно-Интинская II структура отнесена к структурам внутренней зоны Косью-Роговской впадины Предуральского краевого прогиба Тимано-Печорской провинции. В соответствии со схемой нефтегазогеологического районирования структура расположена в Инта-Кожимской зоны нефтегазонакопления Интинско-Лемвинского нефтегазоносного района Северо-Предуральской нефтегазоносной области, Тимано-печорской провинции.

Восточно-Интинская II структура выявлена по результатам сейсморазведочных работ методом общей глубинной точки-3D в 2009 году в аллохтонной части Интинской складчато-чешуйчатой зоны. Восточно-Интинская II структура является приразломной двухкупольной антиклинальной складкой. Структура ограничена с северо-запада и с юго-востока дизъюнктивами, а также разломом внутри ее, разделяющим купола.

Сводовая часть структуры осложнена двумя локальными куполами. Северо-восточный купол наиболее рельефный вытянутый в северо-восточном направлении, юго-западный купол со срезанной северо-восточной периклиналью менее амплитудный. Ниже приведена морфологическая характеристика Восточно-Интинской II структуры в виде таблицы.

По отражающему горизонту Ia в контуре изогипсы -3850 м, размеры структуры составляют 5,8×1,5–2,2 км, амплитуда 225 м. Перспективная площадь 7,6 км<sup>2</sup>. Параметры структуры по отражающему горизонту I-II составляют 5,8×1,4–2,1 км, амплитуда 175 м в контуре изогипсы -4000 м. Перспективная площадь 7,1 км<sup>2</sup>.

Разрез осадочного чехла описан по аналогии с Интинским месторождением. На Интинском месторождении вскрыт и изучен разрез каменноугольных, пермских и четвертичных отложений. Общая мощность разреза 4170 м. Каменноугольная часть разреза представлена известняками с прослоями глинистых пород. Мощность 720 м. Нижнепермские отложения представлены известняками, мергелями и аргиллитами. Мощность 2750 м. Отложения верхней перми представлены неравномерно чередующимися песчаниками, алевролитами и глинами. По всей толще содержатся прослой углистых аргиллитов и углей. Мощность 650 м.

По нефтегазогеологическому районированию данная структура относится к Интинско-Кожимской зоне нефтегазонакопления Интинско-Лемвинского нефтегазоносного района Северо-Предуральской газонефтяной области Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Интинско-Лемвинский нефтегазоносный район включает в себя складчато-надвиговые зоны: Интинско-Кожимскую, Лемвинскую, Восточно-Лемвинскую, Пармаюскую, которые можно рассматривать как зоны нефтегазонакопления. Нефтегазоносные комплексы описаны по аналогии с Интинским месторождением.

*Таблица*

*Морфологическая характеристика Восточно-Интинской II структуры*

Название структуры	Максимально замкнутая (м)	Размеры (км×км)	Амплитуда (м)	Форма, простирание
Интинский аллохтон				
Восточно-Интинская II	-4000	6,5×0,5–2,4	175	Приразломная, антиклинальная, северо-восточное
Восточно-Интинская II, северо-восточный купол	-3900	2,5×0,9	75	Приразломный, антиклинальный, северо-восточное
Восточно-Интинская II, юго-западный купол	-3900	2,3×1,1	25	Приразломный, антиклинальный, северо-восточное

Доманиково-турнейский карбонатный ( $D_3dm-C_1t$ ) нефтегазоносный комплекс в Косью-Роговской впадине представлен двумя типами разрезов: шельфовым (включая рифогенный) и депрессионным. Во внутренней зоне впадины комплекс не вскрыт. Поэтому о его возможной нефтегазоносности можно судить лишь по материалам, полученным во внешней зоне впадины. Перспективные зоны нефтегазонакопления связаны с рифогенными отложениями, распространенными в фаменских отложениях. Бурение поисковых скважин показало, что над рифами, в особенности над средне-верхнефаменскими залегают мелководно-шельфовые карбонаты, которые не являются покрывками. В связи с ограниченным развитием здесь нижнекаменноугольных глинистых толщ и наличием нижнекаменноугольных мелководно-шельфовых карбонатов, часто не изолирован даже нефтегазоносный комплекс в целом. Таким образом, перспективы нефтегазоносности рифогенных, а также и мелководно-шельфовых карбонатов могут быть связаны лишь с локальными покрывками, прогноз которых весьма сложен. Газопроявления отмечались на Берганты-Мылькской структуре. Особое положение занимают верхнефранские отложения, присутствующие в этих районах в доманиковых фациях. При бурении параметрической скважины 21-Поварницкой, пробуренной на далекой восточной периклинали структуры, из верхнефранских отложений был получен приток легкой нефти дебитом  $4,9 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Приток нефти из этих отложений показал, что в зонах с тектонической трещиноватостью возможно выявление залежей углеводородов в литологически-ограниченных ловушках. К сожалению, прогноз таких зон пока невозможен.

Таким образом, вопрос о нефтегазоносности верхнедевонских отложений остается открытым по двум причинам. Во-первых, неясно, имеются ли коллекторы в глубоко погруженных депрессионных отложениях. Во-вторых, нет данных, свидетельствующих о возможном наличии, либо, наоборот, отсутствии здесь ловушек рифогенного типа (одиночных рифов или барьерных, связанных с окраиной шельфа).

Промышленно газоносен верневизейско-нижнепермский карбонатный нефтегазоносный комплекс. Эффективная толщина продуктивных коллекторов в среднекаменноугольных отложениях достигает до  $41,8 \text{ м}$  (в скважине 4-Кожим), пористость отдельных прослоев по геофизическим исследованиям скважин до  $17 \%$ . Площадное распространение коллекторов, изменение их толщин неравномерное, что связано с биогермообразованием в башкирское и московское время. В отдельных скважинах коллекторы отсутствуют (скважина 19-Инта). Вместе с тем оно носило обширный характер, поэтому в целом распространение коллекторов следует считать региональным. Инта-Кожимская зона нефтегазонакопления приурочена к одноименной системе фронтальных надвиговых валов в зоне развития сезымской свиты ( $P1a-s$ ). В разрезе имеются два природных резервуара – региональный среднекаменноугольный и локальный ассельский. Залежи каменноугольного возраста установлены на Интинском и Кожимском газоконденсатных месторождениях. Залежи каменноугольного и раннепермского возрастов газоконденсатные, пластово-сводовые, тектонически экранированные, коллектора сложены известняками трещинно-порового типа, покрывкой служат плотные, неравномерно глинистые известняки. Приток газа был получен в скважине 3-Кожим дебитом 50 тысяч  $\text{м}^3/\text{сут}$ . Газ низкоазотный, низкогелииносный, высокосернистый, сухой. В газе содержится конденсат.

Нижнепермский галогенно-карбонатный терригенный нефтегазоносный комплекс практически не вошел в зону газогенерации, за исключением его наиболее погруженных участков в Лемвинской зоне. Таким образом, формирование газовых залежей в этом комплексе может быть связано лишь с Лемвинской зоной и латеральной миграцией из нее газа в пределы окружающих площадей. Однако, несмотря на существование прямых признаков газоносности, газовые залежи в нижнепермских терригенных отложениях до сих пор не выявлены. Это связано с отсутствием коллекторов. Газопроявления из артинских и кунгурских терригенных отложений наблюдались на Лемвинской, Усть-Лемвинской, Пальник-Шорской площадях. При опробовании скважины 11-Усть-Лемва из артинских отложений испытателем пластов получена смесь глинистого раствора и минерализованной воды в объеме  $11,5 \text{ м}^3$  с растворенным газом. В процесс бурения скважины 12-Северная Усть-Лемва при проходке артинского яруса отмечалось интенсивное разгазирование глинистого раствора и падение его удельного веса. Приток газа дебитом  $1500 \text{ м}^3/\text{сутки}$  был получен при опробовании испытателем пластов кунгурских отложений в скважине 1-Лемва.

Водоносные комплексы описаны по аналогии с Интинским месторождением. Водоносный комплекс каменноугольно-нижнепермских карбонатных отложений ( $C_1v_3-P_1$ ) на Интинском месторождении выделен в объеме ассельского и сакмарского ярусов нижней перми и каменноугольных отложений от верхнего отдела до нижней части серпуховского горизонта. Комплекс сложен известняками.

Воды комплекса напорные, трещинно-поровые и трещинно-карстовые, в нижней части комплекса (каменноугольные отложения) залегают крепкие рассолы (минерализация  $175-250 \text{ г/л}$ ) хлор-кальциевого типа (по Сулину) хлоридного кальциево-натриевого состава, а в верхней части (нижнепермские отложения) распространены слабые рассолы (минерализация  $50-75 \text{ г/л}$ ) хлор-кальциевого типа (по Сулину) хлоридного кальциево-натриевого состава. По составу это слабый рассол (минерализация  $120,96 \text{ г/л}$ ) хлор-кальциевого типа (по Сулину) хлоридного кальциево-натриевого состава. Содержание брома  $85,88 \text{ мг/л}$ , йода  $7,40 \text{ мг/л}$ . Воды высокосероводородные, содержание сероводорода  $167,2 \text{ мг/л}$ . Коэффициент метаморфизации составляет  $0,90$ ; коэффициент сульфатности  $1,32$ .

Водоносный комплекс верхне-нижнепермских терригенных отложений ( $P_2-P_1$ ) представлен отложениями уфимского и казанского ярусов верхней перми и отложениями нижней перми в объеме артинского и кунгурского ярусов. Комплекс сложен переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. По итогам изучения общей гидрохимической обстановки Косью-Роговской впадины [1] в водоносном комплексе верхне-нижнепермских терригенных отложений Интинского месторождения прогнозируется изменение минерализации пластовых вод от  $25 \text{ г/л}$  в нижней части комплекса – отложениях нижней перми, до  $3-6 \text{ г/л}$  в верхней его части

отложениях верхней перми. На основании изучения этих комплексов можно сделать вывод, что, начиная с отложений верхней перми до нижнекаменноугольных отложений включительно, залегают типичные напорные, слабосоленоватые и соленые воды, а также рассолы различной крепости, хлор-кальциевого типа хлоридного натриевого состава зоны затрудненного водообмена. В целом, Косью-Роговкая впадина характеризуется нормальной сменой минерализации, то есть нормальной гидрохимической зональностью, хотя специфика изменения некоторых гидрохимических показателей (таких, как минерализация и микрокомпоненты) присуща только этому району Тимано-Печорской провинции. Перспектива газоносности на Интинском месторождении связана с зоной затрудненного водообмена, где существуют наиболее благоприятные термобарические, гидродинамические и гидрохимические условия для формирования и сохранения залежей углеводородов.

Таким образом, перспективы газоносности Восточно-Интинской II структуры обоснованы:

- литолого-фациальными данными,
- наличием коллектора (известняки трещинно-порового типа) и покрышки (глинистые известняки);
- данными тектоники (тектонически-ограниченная антиклинальная складка);
- геохимическими данными (содержание органического вещества в отложениях, стадия катагенеза: мезокатагенез – апокатагенез-5);
- гидрогеологическими данными (высокий коэффициент минерализации вод, достаточное содержание бора, брома и йода в воде для условий формирования и сохранения залежей углеводородов);
- фактическими данными газоносности (наличием месторождений на внутренней зоне Косью-Роговской впадины, газопроявлениями на соседних структурах).

#### Литература

1. Данилевский С.А. и др. Геофлюидальные системы Тимано-Печорской провинции. – Ухта, 2003.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПАЛЕОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ГОРИЗОНТА Ю-1 НА ЛЕДОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Т.В. Жилина

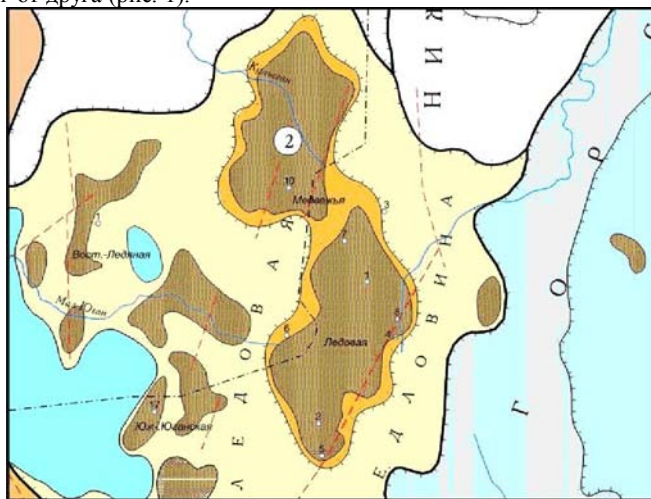
Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

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

Нефтяная промышленность Томской области, достигла значительного уровня добычи нефти, и в последующем будет не только удерживать, но и повышать его. Однако, существенное сокращение запасов крупных месторождений в результате их интенсивной выработки вызвало необходимость поискового бурения на малых структурах (с площадью 10–30 км<sup>2</sup>). Запасы нефти на мелких месторождениях составляет 20% от текущих запасов. Поэтому задача подготовки новых запасов нефти для развития нефтяной промышленности приобретает важное значение.

Ледовая площадь, расположена на территории Александровского района, в северо-западной части Томской области. В тектоническом плане приурочена к Ледовой мезоседловине, структуре 2 порядка, которая находится в зоне сочленения четырех структур I порядка: Нижневартовского и Каймысовского сводов, Юганской впадины и Колтогорского прогиба. В ее составе выделяются два поднятия Северо-Ледовое и Ледовое, расположенные в непосредственной близости друг от друга (рис. 1).

Разрез келловей-оксфордских отложений на Ледовом месторождении представлен васюганской свитой, формирование которой происходило преимущественно в прибрежно- и мелководно-морских условиях. Наличие регрессивного и трансгрессивного циклов осадконакопления в эпоху формирования верхневасюганской подсвиты позволяет выделить в ее составе две пачки – подугольную и надугольную. Разрез подугольной пачки представлен регрессивными песчаными пластами Ю14, Ю13. Максимуму регрессивного цикла осадконакопления отвечает регионально-выдержанный угольный пласт У1, формирование которого происходило в континентальных условиях. Надугольная пачка залегает между угольным пластом У1 и подошвой баженовской свиты.



**Рис. 1** Выкопировка из тектонической карты мезокайнозойского осадочного чехла Ледовой седловины

Разрез надугольной пачки, как правило, содержит песчаные пласты Ю12, Ю11, формирование которых происходило в полифациальных условиях [3, 4].

На Ледовом месторождении горизонт Ю<sub>1</sub> вскрыт всеми 9 скважинами, он четко выделяется в разрезах и хорошо прослеживается, поскольку залегает между двух, регионально выдержанных литологических реперов первого порядка – баженовской свитой, сложенной глубоководно-морскими битуминозными аргиллитами, и нижневасюганской подсвитой, сложенной также морскими аргиллитами. Оба репера четко прослеживаются не только на месторождении, но и далеко за его пределами [4].

В пределах Ледового месторождения пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> изучен в скважинах 1, 2, 3, 5 в интервалах 2699–2625,5 м (подошва) до 2685,5–2619 м (кровля); толщина пласта колеблется от 4 до 13,5 м. Продуктивный пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> литологически представлен песчаниками светло-серыми тонко- и мелкозернистыми с налетом глинистого и углистого материала и иногда тонкими прослоями ленточно-слоистого алевролита глинистого и углистого.

Рассмотренные литолого-фациальные условия не позволяют однозначно оценить модель залежи, но эту задачу можно решить в комплексе с другими методами, например, используя палеотектонический анализ. Палеотектонический анализ основан на изучении мощностей осадков, накопившихся за фиксированные промежутки геологического времени. Метод позволяет восстановить историю тектонического развития изучаемой территории и выработать палеотектонические критерии прогноза нефтегазоносности [1].

Горизонтальные ряды карт изопактического треугольника являются сериями палеоструктурных карт Ледовой площади, которые дают возможность проследить изменение во времени структурных планов по одному из выбранных опорных горизонтов для различных этапов времени от самого древнего до современного тектонического строения. По гипотенузе располагаются карты мощностей по каждому анализируемому комплексу (рис. 2).

Таким образом, палеотектонический (изопактический) треугольник позволяет анализировать геологическое развитие по нескольким опорным поверхностям, что необходимо для определения возраста структур и особенностей их развития. Кроме того, он дает представление и о современном строении изучаемой площади, об изменении структурных планов по стратиграфическому разрезу [2].

Комплекс А –  
васюганская (келловей+оксфорд) + баженовская свита (титонский).

Комплекс Б –  
куломзинская свита (валанжин).

Комплекс В –  
тарская свита (валанжин) + вартовская свита (готерив+баррем).

Комплекс Г –  
алымская свита (пласт А<sub>1</sub> + кошайская пачка).

Комплекс Д –  
покурская свита (сеноман+альб+апт) + кузнецовская свита (турон).

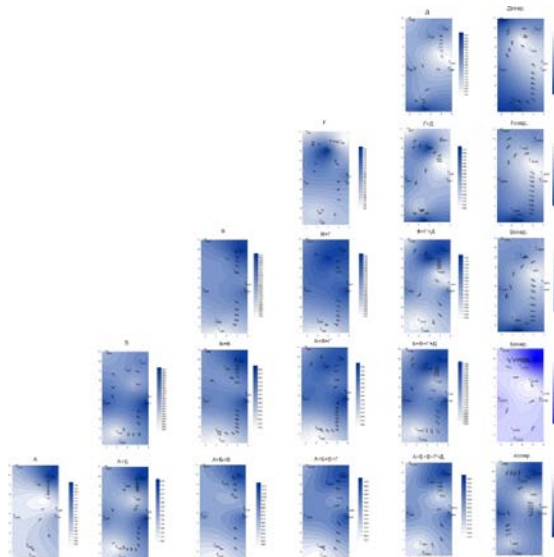


Рис. 2 Палеотектонический треугольник

Прогноз продуктивности локальных поднятий производился на основании совместного анализа морфологии, истории формирования и гипсометрического положения структур относительно среднего уровня в современном и палеоструктурном планах. Рассмотрим осадконакопление на примере основных комплексов перспективных в нефтегазоносном отношении.

Проанализировав карты суммарных толщин комплекса А, следует отметить, что морфология структурных поднятий в районе скважины 1 в центральной части рассматриваемого участка, скважин 2 и 5 в южной части сохраняется. Наименьшая мощность отмечается в центральной и юго-западной области (102–105 м). Северо-восточная часть характеризуется наибольшей мощностью осадков (до 120 м). В современном плане локальные поднятия в центральной и юго-западной части также сохраняются.

Анализ карт суммарных толщин комплекса Б показал, что распределение мощностей аналогично комплексу А, в центральной и юго-западной частях мощность составляет 344–352 м, в окраинных частях – до 363 м. В структурном плане территория представляет собой два локальных поднятия в западной и центральной частях и впадину на северо-востоке. Наиболее перспективным является южный купол.

Как уже отмечалось выше, на протяжении геологического развития к началу формирования горизонта по подошве баженовской свиты уже существовали два основных структурных поднятия на площади работ. Анализ суммарных карт мощностей позволяет сформулировать палеотектонические критерии прогноза нефтеносности недр: перспективными на площади работ являются участки палеоподнятий, существующих в позднеюрское и раннемеловое время. В их пределах могут быть выявлены нефтяные залежи.

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы:

Весьма перспективными являются присводовые участки в центральной и юго-западной области Ледовой площади.

Рекомендуется детальное изучение раннемеловых отложений в южной части изучаемой площади.

#### Литература

1. Бакиров А.А., Мальцева А.К. Литолого-фациальный и формационный анализ при поисках и разведке скоплений нефти и газа. Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1985.
2. Бакиров А.А. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа. – М.: Недра, 1987.
3. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006.
4. Конторович А.Э., Нестеров Н.Н., и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975.

### ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОРОД КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА И КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА РЯДА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СКВАЖИН РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**А.И. Камалева**

Научный руководитель академик Э.М. Галимов

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва, Россия*

Территория Республики Татарстан приурочена к центральной части Волго-Уральской антеклизы, расположенной в восточной части Восточно-Европейской платформы. Раннедокембрийский фундамент Восточно-Европейской платформы в целом и Татарстана в частности является весьма сложной геологической структурой, сформировавшейся в результате длительной и сложной истории развития от архея до кайнозоя. Раннеархейские структуры в фундаменте Русской плиты выделить довольно сложно, поскольку они подверглись активной переработке в позднем архее, раннем и среднем протерозое [2].

Расчленение докембрия Волго-Урала является сложной проблемой, поскольку базируется на керновом материале скважин, расположенных неравномерно и часто удаленных друг от друга [1].

В данной работе исследовался керновый материал, отобранный из ряда параметрических скважин, расположенных в пределах центральной части Усть-Черемшанского прогиба и Кукморского поднятия.

По данным оптико-микроскопического анализа породы кристаллического фундамента представлены гранито-гнейсами, гнейсами и гранитоидами (рис. 1).

Гранито-гнейсы с гранобластовой структурой и массивной текстурой, местами прожилковой. Породы на 60–65% состоят из кварца, на 30% – из полевого шпата и на 5–10% – из хлорита. Зерна кварца размером 0,25–1 мм, характеризуются преимущественно изометричным ксеноморфным обликом.

Часть из них имеет гипидиоморфные формы. Часть кварцевых зерен метасоматически развивается по обломкам. Контакты между зернами кварца волнисто-изогнутые. Полевые шпаты представлены преимущественно плагиоклазами. Микроклин встречается лишь в единичных зернах. Размер полевого шпата от 0,25 до 1 мм. Часть из них метасоматически замещает первичные обломки горной породы, другие развиваются в межзерновом пространстве кварцевых зерен. Чешуйки хлорита характеризуются вытянутым обликом, размер по оси удлинения около 1 мм, в породе имеют общую ориентировку, направленную вдоль слоистой макротекстуры. Преобладают железистые разновидности хлорита. Порода сечется субвертикальными трещинами шириной между стенками от 0,1 до 1 мм. Тонкие трещинки выполнены кристаллами кварца, имеющими вытянутый облик, ориентированными параллельно трещинному каналу. Крупные трещины выполнены тонкозернистыми кварцевыми агрегатами, внутри которых фиксируются хлоритовые новообразования.

Гнейсы имеют кристаллически-зернистую структуру и слоистую текстуру, за счет однонаправленной ориентировки хлорита, образующего прерывистые слойки мощностью 0,25 мм. Породы состоят из зерен кварца на 65–70%, полевого шпата – 25% и на 5–10% из хлорита. Зерна кварца характеризуются изометричным и вытянутым ксеноморфным обликом, размер зерен от 0,25 до 1,5 мм. Вытянутые кварцевые зерна имеют однонаправленную ориентировку, согласно общей полосчатости. Близко расположенные зерна кварца имеют выпукло-вогнутый контакт прилегания. Единичные зерна приобретают гипидиоморфную форму, в виде гексагональных призмочек. Внутри крупных кварцевых зерен наблюдаются пойкилитовые микровключения более мелких кварцевых обломков, находящиеся в другой оптической ориентировке. Многие зерна несут следы хрупких деформаций в виде наклонных и субвертикальных микротрещин. Зерна полевых шпатов представлены плагиоклазами (средние) и микроклинами. Форма полевых шпатов преимущественно изометричная. Часть зерен



**Рис. 1** Образец, отобранный из кристаллического фундамента



плаггиоклазов содержат захваченные пойкилитовые включения кварца, размером 0,05–0,1 мм. Многие полевые шпаты разбиты наклонными трещинками. Единичные трещинки залечены вторичным кварцем. Хлорит образует чешуйчатые выделения вытянутого облика размером по оси удлинения 0,5–1 мм. Участками они составляют более крупные прожилковые тела, мощностью 0,25–0,5 мм. Хлоритовые чешуйки выполняют межзерновое пространство между зернами кварца и полевыми шпатами, что указывает на их более позднее происхождение.

Гранитоиды имеют гранобластовую структуру и пятнистую текстуру, за счет неравномерного распределения чешуйчатых агрегатов хлорита. Породы на 55–60% представлены кварцем, на 30% – полевым шпатом, на 10–15% – хлоритом. Зерна кварца характеризуются средне-гигантозернистой размерностью (0,25–3 мм). Близко расположенные кварцевые зерна срастаются между собой в вытянутые вдоль напластования агрегаты. Границы срастания волнисто-вогнутые (приспособление к литостатической нагрузке [3]). Часть кварцевых зерен несет следы хрупких деформаций в виде разветвленных трещинок наклонного и субвертикального направления. Единичные трещинки несут следы хлоритовой минерализации. Полевые шпаты представлены плаггиоклазами и микроклинами, в которых хорошо прослеживаются двойникование. Размерность зерен полевого шпата меняется от 0,5 до 2,5 мм. Часть зерен плаггиоклаза сечется трещинами вкрест простирания двойникования, в пределах которых наблюдаются отложения вторичного плаггиоклаза (кварца). Большая часть полевого шпата несет следы сосюритизации. Вторичный серицит развивается по границам двойников. Чешуйки мусковита ориентированы параллельно полисинтетическим двойникам. Хлориты образуют чешуйчатые агрегаты, судя по положению которых, они являются наиболее поздними новообразованиями. Преобладают высокожелезистые разновидности. Чешуйки характеризуются преимущественно вытянутым обликом.

Породы коры выветривания (рис. 2), характеризуется гранобластовой структурой и пятнистой текстурой, которая обусловлена наличием крупных эффузивных обломков.

Порода состоит на 50–55% из сильно измененных обломков эффузивных пород, на 30% – зерен кварца, на 10% – полевого шпата и на 5–10% – хлоритом. Обломки эффузивных пород представлены вулканическим стеклом и тонкодисперсными плаггиоклазовыми агрегатами. Различные изменения обломков предопределены их составом. Вулканическое стекло подверглось избирательной перекристаллизации с образованием прожилков пятнистых выделений кварца. Плаггиоклазовые агрегаты претерпели процесс рекристаллизации, они замещаются монозернами плаггиоклазов, внутри которых отличаются пойкилитовые включения исходной породы.



Рис. 2 Образец коры выветривания

Размер обломков варьирует от 0,5 до 2,5 мм. Обломки характеризуются вытянутым обликом, ориентированы параллельно сланцеватости породы. Близко расположенные зерна сливаются в вытянутые агрегаты. Граница зерен внутри агрегатов волнисто-изогнутые. Часть зерен содержит мелкие пойкилитовые включения слабоизмененных эффузивных обломков, присутствие кварца предохранило их от вторичных изменений. В породе отмечаются новообразованные зерна микроклинов и полевых шпатов размером до 1 мм. Часть из них содержит мелкие пойкилитовые включения эффузивных пород (новообразования). Хлоритовые минералы образуют чешуйчатые моновыделения или чешуйчатые агрегатные сростки. Часть чешуек хлоритов имеет переменный состав (меняется соотношение магния и железа в структуре [3]), что выражается в особенностях погасания при вращении столика микроскопа. Из аутигенных минералов фиксируется кальцит, относительное содержание которого менее 1%. Зерна кальцита размером до 0,25 мм метасоматически замещают обломки эффузивных пород, часть из них находятся в межзерновом пространстве в хлорит-кремнистых прожилках.

В ходе исследования были выявлены следующие особенности пород кристаллического фундамента и коры выветривания:

- наличие субвертикальных и наклонных трещин, выполненных кристаллами кварца, имеющими вытянутый облик параллельно трещинному каналу и хлоритовых новообразований;
- выпукло-изогнутые контакты между кварцевыми зернами, указывающие на приспособление к литостатической нагрузке;
- наличие мелких включений кварцевых обломков в единичных крупных кварцевых зернах;
- а также двойникование плаггиоклазов и микроклинов.

Все наблюдаемые вторичные изменения указывают на интенсивность процессов переработки исследованных пород и требуют дальнейшего изучения.

#### Литература

1. Ларочкина И.А. Геологические основы поисков и разведки нефтегазовых месторождений на территории Республики Татарстан. – ООО «ПФ«Гарт», 2008. – 210 с.
2. Муслимов Р.Х. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений. – «Фэн», 2007. – Т. 1 – 316 с.
3. Сахибгареев Р.С. Вторичные процессы в породах коллекторах. – Москва, 1989. – 180 с.

## УЧЕННЫЕ О ВЛИЯНИИ СПУТНИКОВ НА ДРЕЙФ КОНТИНЕНТОВ

Е.Ю. Каминский

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

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

Впервые космическая гипотеза происхождения нефти была высказана еще в 1889 г. русским ученым В.Д. Соколовым. Он предположил, что все нефтяные углеводороды были захвачены из протокаменного облака на начальных этапах формирования Земли, а затем при дегазации внутренних слоев Земли они поднялись вверх по разломам. Основанием для этого послужило обнаружение углеводородов в атмосфере планеты и в межзвездном газе методом спектроскопии.

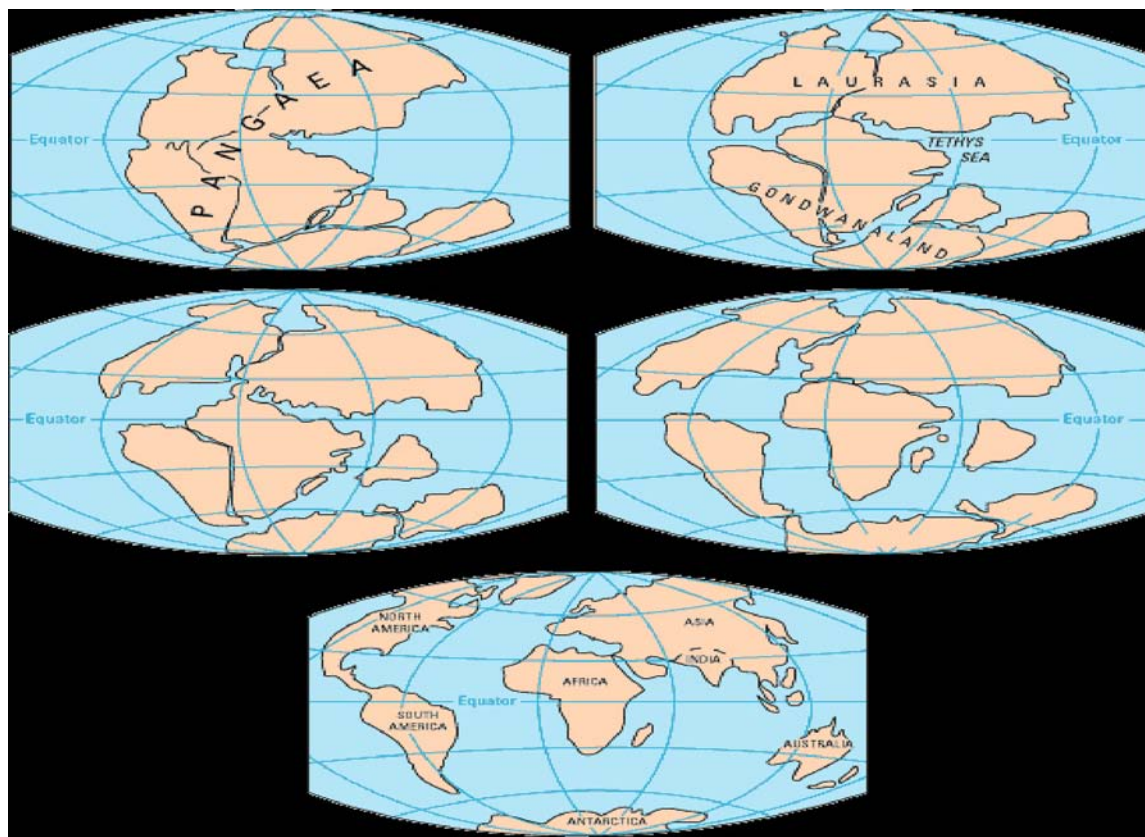
Горизонтальные движения земной коры передаются от вращения геосфер от ядра до поверхности.

Их следствием является передача момента вращения от быстрее вращающегося твердого ядра к медленнее вращающимся внешним оболочкам, в частности, к литосфере или земной коре. Она будет достаточной для объяснения наблюдаемых на земной поверхности перемещений литосферных блоков, измеряемых всего лишь сантиметрами в год.

Доказательством вращения геосфер служат горизонтальные движения геолитодинамических комплексов (пластин, чешуй) с разной скоростью по вертикали, что приводит к образованию листрических разломов и скучиванию ранее накопившихся осадков, часть которых пододвигается (субдукцирует) под континент (микроконтинент, островная дуга), другая надвигается (обдукцирует) [1, 2].

Земля вместе с Солнцем движется внутри Галактики не равномерно, то с большей, то с меньшей скоростью. При этом максимальная скорость (в перигалактии) достигает 300 км/сек, а минимальная (в апогалактии) – 210 км/сек.

При подобном изменении скорости движения в соответствии с теорией относительности масса Земли должна то увеличиваться, то уменьшаться на 0,000000255 начальной массы.



*Рис. Гипотеза изменений массы Земли в связи с изменением скорости движения Солнечной системы в межзвездном пространстве А.А. Лаврова*

Увеличение же массы должно привести к увеличению силы тяжести на ее поверхности и во всех других точках, уменьшению объема и увеличению скорости вращения.

Е.В. Быханов (гипотеза увеличения скорости вращения Земли за счет выпадения на ее поверхность конденсирующей воды и многочисленных метеоритов).

В первую стадию существования Земли она располагалась на более близком от Солнца расстоянии, благодаря чему вода, которая заполняет океаны, должна была находиться в парообразном состоянии. Затем Земля стала якобы удаляться от Солнца и остывать, отчего вода должна была выпасть на ее поверхность. Это должно было привести к увеличению скорости вращения Земли. Аналогичный эффект должны были создавать падающие на ее поверхность метеориты, количество которых в прошлом было гораздо большим, чем в настоящее время.

В первую стадию существования Земли она располагалась на более близком от Солнца расстоянии, благодаря чему вода, которая заполняет океаны, должна была находиться в парообразном состоянии. Затем Земля стала якобы удаляться от Солнца и остывать, отчего вода должна была выпасть на ее поверхность. Это должно было привести к увеличению скорости вращения Земли. Аналогичный эффект должны были создавать падающие на ее поверхность метеориты, количество которых в прошлом было гораздо большим, чем в настоящее время.

Чем меньше расстояние между спутником и планетой, тем меньше период его обращения. Отсюда, по мере приближения гипотетического спутника к Земле она, стремясь обратить к нему одну свою сторону, должна была увеличивать скорость вращения, а это в свою очередь должно было вести к увеличению длины экваториального и укорочению полярного радиусов ее. Одновременно должна была увеличиваться окружность Земли по экватору. Земная кора, как известно, не способна растягиваться подобно резине, поэтому в ходе описываемого процесса в ней должно было возникнуть несколько трещин, из которых одна должна была получить наибольшее развитие. Трещина эта должна была иметь наибольшую ширину под экватором и сходиться на нет – у полюсов (Атлантический океан).

#### **Океан Тетис как следствие увеличения скорости вращения Земли в прошлом**

В эпоху увеличения скорости вращения Земли на ее поверхности в приэкваториальной зоне должен был существовать устойчивый водный бассейн. Это океан Тетис. Он занимал территорию современной южной Европы, северной Африки, Малой Азии, Кавказа, гор Средней Азии, Гималаев, Индонезии, Центральной Америки и делил сушу того времени на две совершенно изолированные части: северную Лавразию и Южную Гондвану [3].

Вопрос о происхождении нефти является одной из очень важных и трудных загадок природы. На протяжении многих сотен лет ученые со всего мира пытаются найти ответ на этот вопрос. Сейчас накоплен огромный материал и происходит переосмысление теорий происхождения нефти и это конечно связано с появившимся огромным интересом к космической гипотезе по отношению к органической и неорганической. Я уверен, что в дальнейшем изучение влияния скорости вращения Земли на дрейф континентов приведет к великому открытию в вопросе происхождения нефти.

#### **Литература**

1. Пухляков Л.А. Обзор геотектонических гипотез – Томск, изд. ТГУ, 2006. – 266 с.
2. Сорохтин О.Г. Теория тектоники плит – современная геологическая теория. – М.: Знание, 1984. – 112 с.
3. Тарасенко Г.В. Континентальные субдукция и обдукция – единый механизм нефтегазо-структурообразования. / Международная конференция «Генезис нефти и газа». Сборник докладов. – М.: ГЕОС, 2003. – С.

### **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ТОЛЩИНУ, СОПРОТИВЛЕНИЕ ЗОНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С КОЛЛЕКТОРСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

**И.А. Карпов**

**Научный руководитель заведующий лабораторией В.А. Казаненков  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия**

В настоящее время количество залежей, приуроченных к антиклинальным структурам, значительно уменьшается, а доля залежей, приуроченных к литологическим ловушкам, растет. Наиболее эффективным методом прогнозирования литологических ловушек является фациальный анализ. Доступность каротажного материала, непрерывность информации по разрезу скважин позволяет широко применять методы ГИС не только для построения фациальных карт, но и для прогнозирования строения песчаных тел по площади и разрезу.

Одним из широко распространенных ныне методов геофизических исследований скважин является метод высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ), который позволяет решать задачи определения удельного электрического сопротивления неизменной части пласта, зоны проникновения фильтрата бурового раствора с оценкой глубины вытеснения пластовых флюидов, также выделения и оценки параметров радиальных неоднородностей в области проникновения и др. [1]. В процессе бурения и по его завершении в пласт проникает фильтрат бурового раствора. В пластах-коллекторах, полностью насыщенных пластовой водой, образуются геоэлектрические неоднородности, формирование которых объясняется проникновением в поровое пространство фильтрата бурового раствора. В результате сопротивление в незатронутой части будет ниже, чем в образованных неоднородностях. Неоднородность вокруг скважины можно описать в координатах удельное сопротивление – радиальный размер зоны проникновения (ЗП). Радиальные размеры зон проникновения зависят от проницаемости коллектора, т.е., чем выше проницаемость исследуемого пласта, тем будут больше значения глубины проникновения [2].

Исследования, направленные на установление связи между материалами геофизических исследований скважин и результатами седиментологического изучения керна по нефтеносному горизонту Ю<sub>2</sub> тюменской

свиты, выделение индикаторных параметров, построение моделей распределения удельного сопротивления в зависимости от радиального расстояния от скважины вглубь пласта, были выполнены на основе материалов ГИС и детального седиментологического анализа керн по пяти скважинам (№ 2000, 2001, 2002, 2003 и 2004), пробуренным на территории Усть-Балыкской площади. Специалистами лаборатории седиментологии ИНГГ СО РАН в разрезе рассматриваемого горизонта были определены следующие обстановки осадконакопления: пойменная, русловая, озерная, авандельтовая, дельтовой равнины [3]. В каждой из выделенных обстановок были выделены субобстановки. Например, озерная обстановка была подразделена на субобстановку прибрежной части озера и субобстановку центральной части озера. Для русловой обстановки были выделены субобстановки русловой отмели, старицы и т.д.

Итогом проведенной исследовательской работы стало выделение таких параметров, как толщина и удельное сопротивление зоны проникновения, окаймляющей зоны и пласта, значения которых отличаются друг от друга при рассмотрении различных субобстановок (рис.).

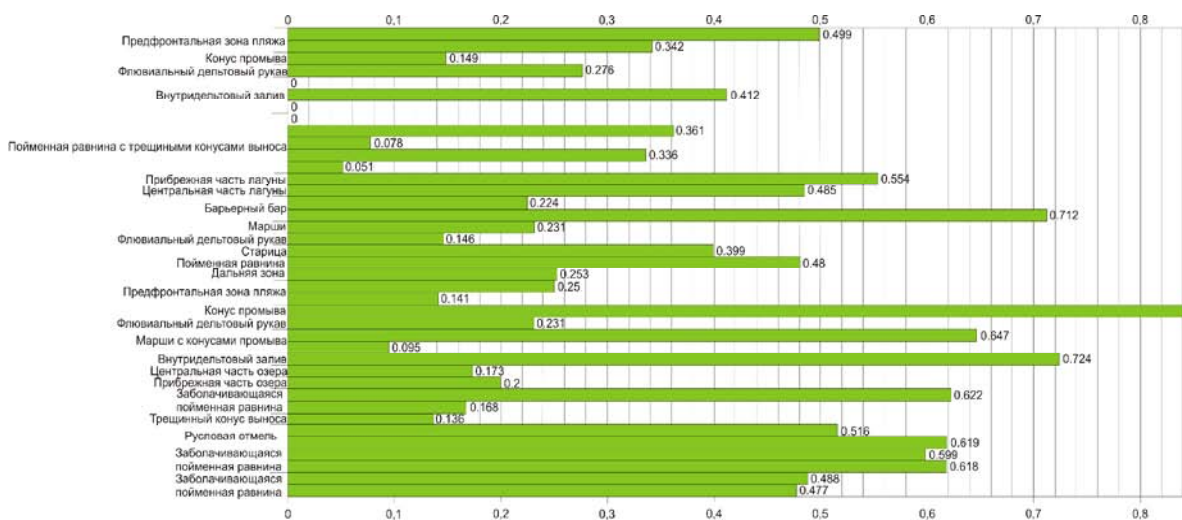


Рис. Гистограмма значений толщин зон проникновения для выделенных субобстановок осадконакопления

Аллювиальный комплекс осадконакопления характеризуется двумя обстановками – русловой и пойменной, в каждой из которых выделенные субобстановки отличаются друг от друга по значениям глубины проникновения фильтра бурового раствора, следовательно, и коллекторскими свойствами. Так субобстановка пойменной равнины обладает лучшими коллекторскими свойствами по отношению к субобстановке заболочивающейся пойменной равнины ( $H_{зп}=0,48$  и  $0,168$  соответственно). Аналогично в озерном комплексе осадконакопления субобстановка прибрежной части озера характеризуется большим значением глубины проникновения по отношению к субобстановке центральной части озера ( $H_{зп}=0,2$  и  $0,173$  соответственно), следовательно, и лучшими коллекторскими свойствами. В обстановке дельтовой равнины (дельтовый комплекс) лучшими коллекторскими свойствами обладает субобстановка внутридельтового или окраинного залива ( $H_{зп}=0,724$ ), а худшими – субобстановка конуса выноса промоины ( $H_{зп}=0,85=0,149$ ). В прибрежно-континентальном комплексе субобстановка осадконакопления центральной части лагуны характеризуется меньшими значениями зоны проникновения фильтра бурового раствора, по отношению к субобстановке прибрежной части лагуны ( $H_{зп}=0,485$  и  $0,554$  соответственно) и т.д. (см. рис.). Таким образом, на основании геофизических параметров, выделенных при количественной интерпретации данных ВИКИЗ, возможна ранжировка субобстановок осадконакопления, обладающих различными коллекторскими свойствами.

#### Литература

1. Ельцов И.Н., Жмаев С.С. и др. Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ / Под ред. М.И. Эпов, Ю.Н. Антонов. – Новосибирск: НИЦ ОИГМ СО РАН, Издательство СО РАН, 2000. – 122 с.
2. Ельцов И.Н., Кашеваров А.А. и др. Эволюция зоны проникновения по данным электромагнитного каротажа и гидродинамического моделирования // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2004. – Т. 45. – С. 1031–1042.
3. Конторович А.Э., Вакуленко Л.Г., Казаненков В.А., Попов А.Ю., Саенко Л.С., Ян П.А. Седиментогенез коллекторов среднего-верхнего бата и их нефтеносность в Широком Приобье // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2010. – Т. 51. – № 2. – С. 187–200.

**ГЕОЛОГИ-НЕФТЯНИКИ, ВЫПУСКНИКИ 50-Х ГОДОВ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА – ИХ МЕСТО И РОЛЬ В ОТКРЫТИИ И РАЗВЕДКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
(К 110-ЛЕТИЮ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРИ)**

**А.И. Ким**

**Выпускник ТПИ 1959 года, бывший заместитель генерального директора ОАО  
«Ноябрьскнефтегаз», г. Тюмень, Россия**

На основе опубликованных источников [1, 2] и личного профессионального знакомства мне удалось установить 15 фамилий геологов-нефтяников и геофизиков, окончивших в 50-х годах Томский политехнический институт, которые прибыли в Тюменскую область и участвовали в открытии месторождений и освоении Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Нам очень повезло, что после окончания института прибыли на работу именно в Тюменскую область, где широким фронтом разворачивались геологоразведочные работы на нефть и газ. Этот период для нас был очень удачлив и плодотворен.

Об этом времени вспоминал один из первооткрывателей месторождений углеводородов в Тюменской области – Токарев В.Д.: «Период 1948-1991 гг. можно назвать золотым веком Тюменской геологии. По всей области развернулись поисково-разведочные работы с широким применением геофизических и геологических методов исследований, с использованием материалов аэро- и космических съемок, колонкового, роторного и турбинного бурения. За эти десятилетия была выяснена геологическая основа отдельных районов Западной Сибири, составлена серия обзорных карт разного геологического содержания. Широкий размах получили научно-производственные (тематические) работы, были открыты и разведаны более 1000 месторождений углеводородного сырья, рудных и нерудных полезных ископаемых, а так же пресных и минеральных вод» [1].

Мы работали с полной самоотдачей за порученное дело. Трудности бытовых условий – летом – «гучи» кровососущих насекомых, зимой – морозы – нас не пугали. Исследовательский интерес в работе значительно превышал неустроенность быта. Мы приобретали практический опыт в работе, становились специалистами, руководителями производственных коллективов. Выпускнику ТПИ 1952 года Геннадию Павловичу Ботомякову доверяется руководство Тюменским обкомом КПСС.

Ниже рассмотрим участие каждого выпускника ТПИ 50-х годов в открытии месторождений и развитии Западно-сибирской нефтегазоносной провинции.

1. **Богомяков Геннадий Павлович.** Кандидат геолого-минералогических наук (1960). Лауреат Ленинской премии (1970). Почетный работник Министерства строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности. Труд Богомякова Г.П. многосторонен: ученый и государственный деятель. Невозможно в коротких заметках охарактеризовать его вклад в развитие экономики Тюменской области. Поэтому отметим лишь его отдельные заслуги в деле освоения недр Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Решающее его участие в научном обосновании геологоразведочных работ и создании нефтегазодобывающей и газовой промышленности в Тюменской области. О Богомякове Г.П. написана книга [2]. Автор-составитель Вычугжанин Александр Леонидович. В этой книге В.В. Якушев, современный губернатор Тюменской области, пишет: «Эта книга рассказывает об уникальном, легендарном человеке – Геннадии Павловиче Богомякове, который почти семнадцать лет «стоял у руля» Тюменской области. Эти годы стали поистине золотой эпохой в истории нашего региона: произошло становление Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, Тюменские нефтяники вышли на первое место в мире по добыче «Черного золота», бурно развивалась промышленность, строились объекты социальной инфраструктуры и жилые дома, стремительно росли транспортные потоки.... Тогда была заложена основа современного развития Тюменской области, базовые векторы ее движения. В этом колоссальная заслуга многих людей... Богомяков Геннадий Павлович – один из самых ярких героев того времени» [2].

Автор более 25 работ по геохимии, геологии и нефтегазоносности Западной Сибири. За открытие уникальных газовых месторождений в Ямало-Ненецком автономном округе удостоен в 1970 году Ленинской премии.

2. **Куликов Петр Кузьмич.** Выпускник ТПИ 1953 года. Доктор геолого-минералогических наук (1970). В Тюменской области с 1960 г. Научная и научно-педагогическая деятельность П.К.Куликова целиком посвящена исследованиям геологического строения Западно-Сибирской геосинеклизы, ее нефтегазоносности и подготовке кадров геологов. Автор нескольких монографий, в том числе: «Геологическое строение и история развития Западной Сибири в палеозойскую эру в связи с проблемами нефтегазоносности»

3. **Елисеев Виталий Григорьевич.** Выпускник 1957 года. Кандидат геолого-минералогических наук (1970). «Отличник разведки недр» (1984). В Тюменской области с 1963 г. Высококвалифицированный специалист в области геологии нефти и газа. Принимал участие в разработке планов геологоразведочных работ, в составлении тектонических и обзорных карт, перспектив нефтегазоносности центральной части Западно-Сибирской провинции за 1994-2001 гг. Участвовал в открытии 20 нефтяных месторождений. Автор и соавтор более 140 печатных и рукописных работ.

4. **Тепляков Евграф Артемьевич.** Выпускник ТПИ 1957 года. Член-корреспондент РАЕН (1997), Заслуженный геолог РСФСР (1980), Почетный разведчик недр (1993). Отмечен двумя дипломами «Первооткрыватель месторождения» (1986, Федоровское; 1989, Лянторское). Лауреат государственной премии в области науки и техники. Высококвалифицированный специалист в области геологии нефти и газа. Первооткрыватель Мегионского, Усть-Балыкского, Федоровского, Лянторского, Алехинского месторождений

нефти. Принимал участие в обосновании и открытии более 300 месторождений нефти и газа Тюменской области. Автор работ по геологическому строению, нефтегазоносности месторождений Среднего Приобья, обоснованию направлений поисково-разведочных работ на территории Тюменской области.

5. **Рыльков Александр Владимирович.** Выпускник ТПИ 1958 года. Кандидат геолого-минералогических наук (1968), Член-корреспондент РАЕН (1997), Заслуженный геолог РСФСР (1989). В Тюменской области с 1962 года. Более 40 лет научные интересы А.В. Рылькова непосредственно связаны с геологией и нефтегазоносностью Западной Сибири. Занимался разработкой методов оценки нефтегазоносности региональных, зональных и локальных геологических объектов, оценкой ресурсов жидких и газообразных углеводородов. Он активный участник пересчетов ресурсов углеводородов в Западно-Сибирской провинции, а в оценках на начало 1983, 1988 и 1993 гг. являлся одним из ответственных исполнителей этих крупных разработок государственного значения. А.В. Рыльков принимал активное участие в обосновании конкретных рекомендаций для производственных организаций Главтюменьгеологии. Основное содержание рекомендаций – оценка перспектив нефтегазоносности различных объектов (области, районы, зоны, площади, интервалы разреза). Автор более 300 научных работ, в том числе 12 монографий.

#### **Выпускники ТПИ 1959 г.**

В Тюменскую область в 1959 году прибыли 10 выпускников ТПИ в том числе: геологов-нефтяников – 3; геофизиков – 7.

6. **Бембель Роберт Михайлович.** Кандидат физико-математических наук (1972), доктор геолого-минералогических наук (1992), профессор (1996). В круг его научных интересов входят вопросы повышения пространственной разрешенности геофизических методов разведки, разработка новой геологической теории образования и эволюции Земли на основе геосолитонной концепции, разработка новой стратегии поиска, разведки и освоения сложнопостроенных месторождений углеводородов. Автор 115 опубликованных научных работ и 3-х монографий.

7. **Елизаренко Борис Михайлович.** Отмечен дипломом «Первооткрыватель месторождения» (1984, Хохряковское и Пермьяковское месторождения нефти). Высококвалифицированный специалист в области геологии нефти и газа. Внес большой вклад в изучение и открытие сложных месторождений Нижневартовского нефтегазоносного района. При его непосредственном участии открыты Колик-Еганское, Хохряковское, Пермьяковское, Северо-Хохряковское, Ново-Молодежное, Верхнеколик-Еганское, Вахское месторождения нефти.

8. **Задюченко Анатолий Николаевич.** «Почетный разведчик недр» (2001). Отмечен двумя дипломами «Первооткрыватель месторождения» (1970, Усть-Балыкское; 1986, Федоровское). Высококвалифицированный геофизик, глубоко разбирающийся в вопросах поиска и разведки нефтегазоперспективных объектов геофизическими методами. Принимал участие в поисках, разведке и открытии месторождений нефти и газа во Фроловском, Среднеобском и Нижневартовском нефтегазоносных районах. Большой вклад внес в открытие нефтяных месторождений Сургутского нефтегазоносного района, на территории которого подготовлены для ввода в глубокое бурение Лянторское, Савуйское, Южно-Сургутское, Поламасовское, Вачимское, Тайбинское, Чигоринское, Алехинское локальные поднятия, на которых впоследствии были открыты одноименные месторождения нефти. Автор 12 печатных статей, автор и соавтор 40 технических отчетов.

9. **Захаров Геннадий Никандрович.** Отмечен дипломом «Первооткрыватель месторождения» (1978, Вынгапуровское). Высококвалифицированный специалист в области полевой геофизики, организатор полевых геофизических работ. Принимал участие в подготовке для глубокого бурения Варьеганского, Северо-Варьеганского, Вынгапуровского, Ярайнерского, Черногорского и других локальных поднятий Нижневартовского нефтегазоносного района.

10. **Иванов Владимир Макарович.** Награжден медалью «За заслуги в разведке недр» (1983). Высококвалифицированный специалист в области полевой геофизики. Участвовал в открытии Мульмынского, Верхне-Надымского, Средне-Мульмынского, Верхне-Шапшинского, Приобского, Северо-Романовского, Северо-Пямяляхского и других нефтяных месторождений.

11. **Ким Анатолий Индекович.** Заслуженный геолог РФ (1996). Награжден орденом «За вклад в развитие горно-геологической службы РФ» (2007). Отмечен дипломом «Первооткрыватель месторождения» (1987, Бованенковское). Высококвалифицированный специалист в области геологии нефти и газа. Принимал участие в разработке и реализации программ поисково-разведочных работ на территории Сургутского, Нижневартовского, Ноябрьского нефтегазоносных районов и полуострова Ямал. Участвовал в открытии и разведке крупных месторождений нефти и газа, в том числе Усть-Балыкского, Мамонтовского, Средне-Балыкского, Южно-Балыкского, Лянторского, Сугмутского, Спорышского, Западно-Ноябрьского, Средне-Итурского, Барсуковского, Романовского, Южно-Пямяляхского, Пайсятского, Бованенковского, Южно-Тамбейского, Харасавэйского, Нурминского, Средне-Ямальского и других. Имеет опубликованные статьи по геологии и нефтегазоносности Сургутского и Нижневартовского сводов, Ноябрьского региона и полуострова Ямал, а так же тематические отчеты по геологии и нефтегазоносности шельфа Баренцева, Печерского и Карского морей.

12. **Кузнецов Виктор Алексеевич.** «Отличник разведки недр» (1993). Высококвалифицированный специалист по электроразведочным работам. Участвовал в выявлении большой группы локальных поднятий, на которых открыт ряд нефтяных месторождений Шамиской группы. Под руководством В.А.Кузнецова проведены электроразведочные работы с целью поисков и разведки пресных подземных вод в аридной зоне Тюменской области – Сладковском, Бердюжском, Казанском, Армизонском административных районах, а также месторождений строительных материалов в Зводадковском, Аромашевском административных районах.

13. **Нефедов Валентин Артемьевич.** Кандидат геолого-минералогических наук (1978). Действительный Член РАЕН (2001). Награжден двумя золотыми медалями «За практический вклад в укрепление здоровья нации» им. И.И. Мечникова за создание лекарственных препаратов и получение физиологически полноценной воды. Участвовал в открытии ряда месторождений, в том числе Мало-Сосьвинского (колчеданных руд), Ахтыльского (железных руд), Лепнинского (каменный уголь). В.А. Нефедовым открыты в 1992 г. Мысовское месторождение цеолитовых руд и Кимберлитовые алмазные трубки в Приполярном Урале. Автор 34 изобретений и более 200 отчетов, статей.

14. **Ознобихин Юрий Валерианович.** Кандидат геолого-минералогических наук (1971). Заслуженный геолог РСФСР (1987), Отличник разведки недр (1984). Непосредственно участвовал в проведении полевых сейсморазведочных работ в Шаимском районе в 1959-1966 гг. Один из первооткрывателей группы нефтяных месторождений в центральной части Шаимского вала (Мортымьинское, Толумское, Северо-Тетеревское, Убинское, Средне-Мулъмьинское, Филиповское и др.). Автор более 40 печатных работ, имеет 4 авторских свидетельства.

15. **Тюленев Анатолий Петрович.** Отмечен дипломом «Первооткрыватель месторождения» (1987, Вершинное, Яун-Лорское, Северо-Минчимкинское). Высококвалифицированный специалист в области сейсморазведки. Принимая участие в подготовке структур пол глубокие бурение Сургутского нефтегазоносного района. Участвовал в открытии Вынгинского, Локосовского, Лянторского, Минчимкинское, Мохового, Покамасовского, Тайбинского, Федоровского и других нефтяных месторождений.

Приведенная информация по геологам, выпускникам Томского политехнического института 50-х годов неполная. Но и она позволяет сделать главный вывод. Инженеры геологи, питомцы ТПИ тех лет, совместно со специалистами других вузов СССР стали пионерами, активными участниками и творцами планомерного исследования и освоения недр Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Запасы углеводородного сырья месторождений, открытых ими и подготовленных к промышленной разработке в 50-е и последующие годы, позволили в 80-е обеспечить годовую добычу нефти свыше 400 млн. тонн, газа – более 500 млрд. кубических метров.

Родина высоко оценила вклад выпускников Томского политехнического института 50-х годов в открытие и разведку месторождений углеводородов, питьевых подземных и промышленных вод в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, наградив их орденами, медалями и присвоив высокие звания. Ниже приведен перечень правительственных наград и званий, присвоенных выпускникам ТПИ.

№	Наименование	Количество
1	Орден Ленина	1
2	Орден Трудового Красного Знамени	3
3	Орден Октябрьской Революции	1
4	Орден Почета	2
5	Орден Дружбы Народов	1
6	Медали	18
7	Лауреат Ленинской Премии	1
8	Лауреат Государственной Премии	1
9	Заслуженный геолог РСФСР, РФ	4
10	Диплом «Первооткрыватель месторождения»	6
11	Доктор геолого-минералогических наук	3
12	Кандидат геолого-минералогических наук	5
13	Действительный Член РАЕН	1
14	Член-корреспондент РАЕН	2

#### Литература

1. Биография великого подвига 1953-2003. – Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 2003.
2. Вычужганин А.Л. Это наша с тобой биография. – Тюмень: издательский дом «Слово», 2010.

**ТИПЫ РЕЗЕРВУАРОВ В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ  
НЮРОЛЬСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА****А.Е. Ковешников, М.С. Большаков**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

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

Природные резервуары нефти и газа – это «естественные вместилища для нефти, газа и воды, внутри которых они могут циркулировать, и форма которых обусловлена соотношением коллектора с вмещающими его (коллектор) плохо проницаемыми породами» [1]. Принятая в настоящее время классификация природных резервуаров нефти и газа включает три их типа: пластовый, массивный (литологически однородный и литологически неоднородный) и литологически ограниченный. Если рассмотреть эти три типа резервуаров согласно условиям их формирования с отнесением их к той или иной стадии литогенеза, то получается, что перечисленные выше типы резервуаров относятся: пластовый и литологически ограниченный к стадии седиментогенеза, ибо пласты, сформировавшись осаждением в морской среде, в дальнейшем почти не претерпевают изменений. Массивный однородный тип резервуара также относится к стадии седиментогенеза, ибо более всего применим к карбонатным массивам, сформированным на морском дне в виде обособленных тел. Часть массивных литологически однородных и значительная часть литологически неоднородных резервуаров относятся к стадии гипергенеза, так как представляют собой собственно коры выветривания, развитые по поверхности выступов кристаллического фундамента и останцов, перекрытых глинистыми отложениями.

Таким образом, приведенная классификация учитывает только два из пяти типов литогенеза: начальные стадии – гипергенез и седиментогенез. В дальнейшем осадки претерпевают окаменение (диагенез) и преобразование вещественного состава, перекристаллизацию в стадию катагенеза (эпигенеза). Метагенез уже относится к частичному переплавлению пород. Эти стадии литогенеза сопровождаются постепенным увеличением глубины залегания пород, повышением температуры и давления и новое пустотное пространство в них не формируется.

Особенностью палеозойских отложений Нюрольского осадочного бассейна, именуемого в настоящее время Чузикско-Чижапской зоной нефтегазонакопления [2], является их карбонатно-кремнисто-глинистый или карбонатный состав доюрских пород, и тот факт, что палеозойские отложения претерпели орогенный этап развития (пермь, триас), после чего вторично прошли катагенетические преобразования при погружении дна морского бассейна (начиная с юры до настоящего времени).

В результате сформировались породы, преобразованные процессами гипергенеза в стадию существования суши с формированием площадных кор выветривания. Затем произошло погружение дна морского бассейна с вовлечением описанных кор выветривания, которым присвоено наименование [2] НГГЗК (нефтегазоносный горизонт зоны контакта доюрских и мезозойских отложений). Сформировались массивные литологически однородные и литологически неоднородные резервуары нефти и газа. Проявление гидротермальных процессов, согласно данной концепции произошло до орогенного этапа развития территории. Дальнейшие вторичные процессы преобразования палеозойских пород не рассматриваются. Данная концепция, рассматривающая орогенную стадию развития Западно-Сибирского региона, без учета последующего вторично-катагенетического преобразования пород, по нашему мнению, не описывает все возможные проявления пустотного пространства в преобразованных вторичными процессами палеозойских породах.

При изучении вещественного состава и коллекторских свойств палеозойских пород ранее [3] были установлены зоны повышенных коллекторских свойств трещинной природы, окруженные слабо проницаемыми и соответственно слабо измененными вмещающими породами.

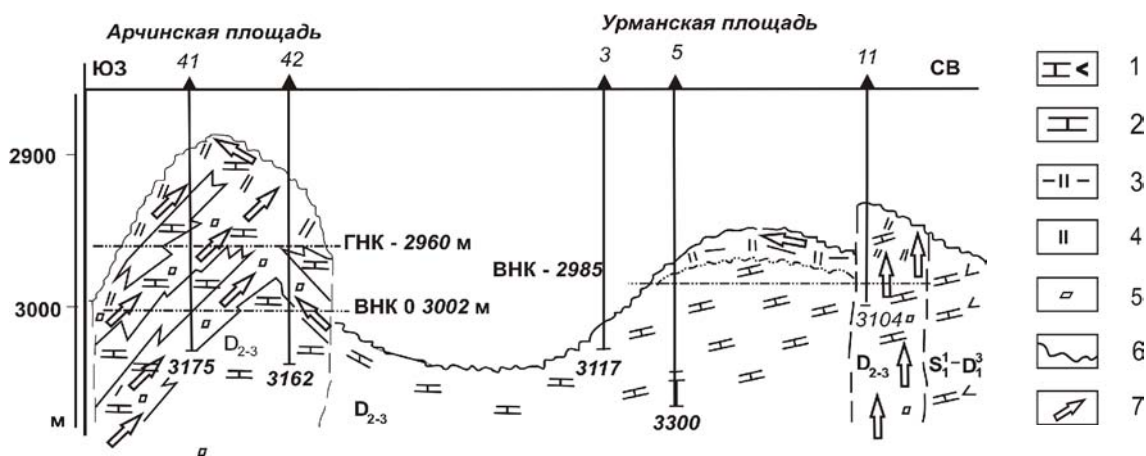
Установлен [3] достаточно изменчивый характер проявления зон коллекторов в доюрских отложениях, связанных с проявлением гидротермальных процессов и трещинообразования (рисунок). Если принять, что палеозойские отложения, после стадии орогенеза претерпели вторично-катагенетические преобразования метасоматически-трещинной природы, то в изученных отложениях можно выделить следующие новые типы резервуаров: массивные гидротермальные тектонически ограниченные; метасоматические зон трещиноватости; трещинные; предполагаемые карстово-трещинные и метасоматически-карстово-трещинные. Особенностью их формирования является наложение метасоматических процессов (доломитизация, окварцевание), сопровождаемых выщелачиванием и трещинообразованием на резервуары массивного типа, сформированные ранее в образованиях НГГЗК (или кор выветривания, включая переотложенные) с формированием общего пустотного пространства.

**Массивные гидротермальные тектонически органические** резервуары будут иметь массивное распространение, в пределах отдельного блока, но будет ограничен разломами близкого простирания, ограничивающими зону воздействия гидротермальных процессов на измененные карбонатные породы. Пустотное пространство будет сформировано в результате проявления гидротермальных процессов, которые могут налагаться на зону проявления процессов поверхностного выщелачивания, сформированную в орогенную стадию развития региона, а могут проявляться самостоятельно (рисунок, Урманская площадь, блок со скважиной 11).

В палеозойских породах широко развит трещинный тип коллектора, который проявляется по всем карбонатным и кремнисто-карбонатным породам палеозойского возраста. Этот тип резервуаров мог бы быть отнесен к резервуарам, литологически ограниченным со всех сторон, если бы ограничения носили литологический характер, связанный со стадией накопления осадков или седиментогенезом. Здесь же мы имеем дело с ограничением, вызванным проявлением гидротермальных процессов, таких как метасоматоз



(доломитизация, окварцевание) и выщелачивание, проявившихся в стадии вторично-катагенетического преобразования пород, завершающихся трещиноватостью. Такие резервуары можно назвать «метасоматические зон трещиноватости». От массивных гидротермальных тектонически ограниченных они отличаются наличием зон слабо измененных пород, где коллектор не сформировался.



Условные знаки:

- 1 – силурийско-нижнедевонские карбонатные породы; 2 – средне-верхнедевонские известняки;
- 3 – породы переотложенной коры выветривания; 4 – проявление процессов поверхностного выщелачивания;
- 5 – проявление вторично-катагенетической гидротермальной доломитизации; 6 – линии палеорельефа донорской поверхности; 7 – направления миграции флюидов (нефти и газа) в резервуаре

**Рисунок. Типы резервуаров, развитых в палеозойских породах Томской области. Метасоматические, зон трещиноватости – Арчинская площадь; Массивные литологически однородные – Урманская площадь (скважина 5); Массивные гидротермальные тектонически ограниченные – Урманская площадь (скважина 11) [3] с добавлениями. ГНК – газонефтяной контакт; ВНК – водонефтяной контакт**

Метасоматические зон трещиноватости резервуары имеют развитие в породах, подвергшихся гидротермальным процессам, которые сопровождаются выносом первичного материала породы и образованием вторичного пустотного пространства (рисунок, территория Арчинской площади). Это может быть метасоматоз (доломитизация или окремнение известняков), завершающееся выщелачиванием с последующим трещиноватостью, в результате проявления которых произошло формирование пустотного пространства пород.

Резервуары подобного типа будут иметь распространение, связанное с проявлением разломов и оперяющих их трещин, часто ориентированные под определенным углом к плоскости напластования пород. Пространственные очертания таких резервуаров будут всегда линейно-вытянутые. Данные резервуары будут иметь непостоянство проницаемости и пористости по простиранию и изменчивость направления проявления повышенных значений фильтрационно-емкостных свойств пород (ФЕС).

Плюсом таких резервуаров является их возможное развитие в породах любого состава и генезиса. Это могут быть как осадочные породы, так и магматические и метаморфические породы, минусом – изменчивость значений ФЕС вплоть до полного исчезновения коллектора.

Трещинные резервуары проявляются в плотных породах, испытавших тектоническое дробление со смещением блоков один относительно другого с образованием зазора между блоками, позволяющего проявиться свободной циркуляции флюидов, таких как вода, нефть и газ. Особенностью таких резервуаров будет их малая протяженность, слабое проявление гидротермальных процессов, и малая пропускная способность для флюида. Но могут быть и серии сближенных трещин одной направленности, которые в совокупности могут составить достаточно проницаемый резервуар значительной протяженности.

Как частный случай трещинного резервуара можно предположить наличие в природе резервуаров карстово-трещинного и метасоматически-карстово-трещинного типа.

Карстово-трещинные и метасоматически-карстово-трещинные резервуары являются разновидностью трещинных. Этот тип резервуара также связан с проявлением трещинной тектоники и выщелачиванием карбонатного материала пород агрессивными растворами. Отличие – наличие на пути миграции растворов участков, в которых формируются карстовые полости, и даже карстовые пещеры. Открытые до сегодняшнего дня бурением на территории Западной Сибири предполагаемые карстовые пещеры оказались заполнены глинистым материалом, что не мешает нам ожидать нахождения пещер и карстовых полостей заполненных нефть или газом при дальнейшем изучении донорских образований как Западной Сибири, так, возможно, и Восточной Сибири.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие основные выводы:

1. В орогенный этап развития юго-восточной части Западно-Сибирского региона (пермь, триас) по корам выветривания и измененным карбонатно-кремнисто-глинистым образованиям сформировались резервуары нефти и газа: массивные литологически однородные и массивные литологически неоднородные.

2. Во вторично-катагенетический этап по карбонатным породам сформировались резервуары: массивные гидротермальные тектонически ограниченные, метасоматические зон трещиноватости, трещинные, предположительно карстово-трещинные и метасоматически-карстово-трещинные, которые могут быть наложены на резервуары, сформированные по корам выветривания, образуя единый комплекс. В этом случае пустотный потенциал орогенного и вторично-катагенетического этапов преобразования палеозойских пород региона

#### Литература

1. Бакиров А.Э., Ермолкин В.И., Ларин В.И. и др. Геология нефти и газа. – М.: Недра, 1990. – 240 с.
2. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузиско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции) // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5. – С. 538–547.
3. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. и др. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // В кн.: Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / под ред. И.С. Грамберга и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152–171.
4. Ковешников А.Е. Геология нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 114 с.

### ТИПЫ ЛОВУШЕК В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ НЮРОЛЬСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА

**А.Е. Ковешников, С.В. Сидоров**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

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

Ловушка, это часть природного резервуара, в котором могут экранироваться нефть и газ и может образоваться их скопление. Общепринятая научная классификация ловушек включает следующие основные их типы: 1) структурные или антиклинальные – сводовые и тектонически экранированные; 2) литологические – с выклиниванием коллектора или фациальным его замещением непроницаемыми породами; 3) стратиграфически экранированные; 4) рифогенные; 5) литолого-стратиграфические [1]. Все вышеперечисленные ловушки сформировались в стадию седиментогенеза, кроме стратиграфически-экранированных и литолого-стратиграфических, относимых к стадии гипергенеза. Обычно последующие стадии литогенеза: диагенез, катагенез (эпигенез) и метагенез не оказывают прямого влияния на формирование пород-коллекторов, и, соответственно, не участвуют в формировании месторождений нефти и газа. Иное дело с палеозойскими отложениями Западной Сибири, история формирования которых такова, что процессы катагенетического преобразования карбонатных и карбонатно-кремнисто-глинистых пород данного комплекса имеют прямое отношение к формированию в них пород-коллекторов.

Палеозойские отложения Западной Сибири изучены нами на примере Нюрольского осадочного бассейна, наиболее изученная часть которого в настоящее время именуется Чузиско-Чижапской зоной нефтегазоаккумуляции [2]. По современной концепции, палеозойские отложения этой территории, гидротермально преобразованные в стадию катагенеза, в результате проявления герцинской складчатости (пермь, триас) были выведены на доюрскую поверхность, и по ним [4] сформировалась зона НГТЗК (нефтегазоносный горизонт зоны контакта доюрских и мезозойских отложений).

Нами ранее [2] изучен ряд скважин Чузиско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции с определением пустотных параметров пород по образцам повышенной площади. Установлены зоны, имеющие трещинную природу, сопровождаемых проявлением процессов метасоматоза (окварцевание, доломитизация), сопровождаемых проявлением процесса выщелачивания и трещинообразования с формированием коллекторов трещинно-каверно-порового и трещинно-порового типа. Проявление данных процессов, по нашему мнению, связано не только с доорогенной, а в значительной степени с пост-орогенной стадией развития изучаемого региона, а именно – со вторично-катагенетической стадией вторичного преобразования палеозойских пород.

По мнению ряда исследователей, палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы после своего формирования претерпели катагенетические преобразования, затем в результате осуществления орогенного этапа развития (пермь, триас) были выведены на доюрскую поверхность. В период длительного континентального стояния по выходам палеозойских пород на доюрскую поверхность сформировались площадные коры выветривания [4], с которыми связаны все месторождения нефти и газа, открытые в палеозойских отложениях Западно-Сибирского региона.

По нашему мнению, данная концепция не учитывает посторогенный этап развития, когда при общем погружении региона, палеозойские породы вторично прошли катагенетическое преобразование, сопровождаемое проявлением процессов метасоматоза (доломитизация, окремнение), выщелачивания и трещинообразования. Эти преобразования наложились на пустотное пространство карбонатных пород, заложенное в орогенный этап, и в результате сформировался комплекс пород-коллекторов, когда площадные коры выветривания сопровождаются трещинными по природе зонами пород-коллекторов, значительно увеличивающими перспективы обнаружения месторождений нефти и газа, связанными с ловушками метасоматически-трещинного генезиса. Данные преобразования затронули карбонатные породы, лишённые терригенной примеси.

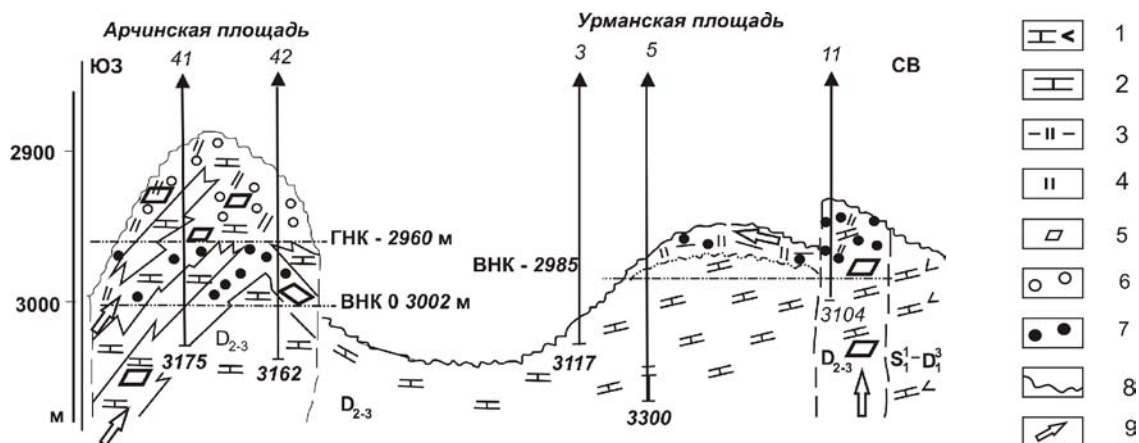
Иная картина проявления вторичных процессов в карбонатно-кремнисто-глинистых и кремнисто-глинистых образованиях верхнедевонского возраста. Они слагают повышенные участки доюрского рельефа, где

они были подвержены процессам поверхностного выщелачивания и преобразованы вторичными процессами, такими как каолинизация с сидеритизацией, затронувших кроме измененных палеозойских пород также и песчано-алевритовые породы юрско-мелового комплекса. Этот факт указывает на время проявления данного процесса именно в катагенетическую стадию преобразования пород – для юрско-меловых отложений и вторично-катагенетическую – для палеозойских отложений.

Итак, в корях выветривания, в том числе переотложенных, в орогенный этап развития региона, сформировались ловушки: **литолого-стратиграфические по корам выветривания с выклиниванием коллектора**, которые имеют площадное распространение и выклиниваются по простиранию, но в отличие от литологических ловушек с выклиниванием коллектора, здесь выклинивается не пласт, а зона проявления процессов гипергенеза. Эти образования со структурным несогласием перекрыты породами более молодого возраста, поэтому в наименование добавлен термин «стратиграфический».

Во вторично-катагенетический этап развития Западно-Сибирского региона в карбонатных и карбонатно-кремнисто-глинистых отложениях доюрского возраста сформировались резервуары нефти и газа: массивные гидротермальные тектонически ограниченные; метасоматические зон трещиноватости, трещинные, предполагаемые карстово-трещинные и метасоматически-карстово-трещинные [5]. В массивных гидротермальных тектонически ограниченных резервуарах могут сформироваться соответственно ловушки проявления выщелачивания по участкам между двумя сближенными разломами – гидротермальные тектонических зон ловушки.

**Гидротермальные тектонических зон ловушки** устанавливаются между сближенными разломами. Это участки сплошного преобразования первичных карбонатных (и другого типа) пород, в результате этого преобразования сформировались породы-коллекторы, объединенные в единую систему трещинами. Такие ловушки будут иметь узко линейное распространение в пределах отдельного тектонического блока, и будут ограничены разломами близкого простирания, ограничивающими зону воздействия гидротермальных процессов на сопредельные участки неизменной породы, где коллектор не сформировался. Подобную ловушку мы имеем на Урманской площади, блок со скважиной 11 (рисунок), где по тектоническому нарушению средне-позднедевонские карбонатные породы, интенсивно преобразованные процессами доломитизации и выщелачивания, контактируют со слабо измененными отложениями силурийско-раннедевонского возраста. Здесь возможно наложение доломитизации на поверхностное выщелачивания в зоне проявления гипергенных процессов при орогенезе в зоне НГГЗК.



Условные обозначения: 1 – силурийско-нижнедевонские карбонатные породы; 2 – средне-верхнедевонские известняки; 3 – породы коры выветривания; 4 – процессы поверхностного выщелачивания в орогенный этап развития региона; 5 – зоны проявления метасоматоза (доломитизация); 6 – газонасыщенные отложения; 7 – нефтенасыщенные отложения; 8 – линии палеорельефа доюрской поверхности; 9 – направления миграции нефти и газа в результате действия гравитационного фактора

**Рисунок. Типы ловушек, развитых в палеозойских породах Томской области [2] с добавлениями.**

**Метасоматически-трещинные – Арчинская площадь; литолого-стратиграфические по корам выветривания с выклиниванием коллектора – Урманская площадь (скважина 5); гидротермальные тектонических зон – Урманская площадь (скважина 11).**

**Метасоматически-трещинные** ловушки имеют развитие в породах, подвергшихся выщелачиванию и другим гидротермальным процессам, которые сопровождаются выносом первичного материала породы и образованием вторичного пустотного пространства. Это может быть доломитизация или окремнение известняков, после которых проявились выщелачивание и трещинообразование. Развитие подобных ловушек сопряжено с проявлением разломов и оперяющих их трещин. Особенностью данных ловушек – изменчивость значений фильтрационно-емкостных свойств вдоль тектонической зоны и гидродинамическая сообщаемость всех участков проявления вторичных процессов.

**Трещинные** ловушки могут иметь проявление в породах, не претерпевших интенсивного преобразования вторичными процессами. Это просто трещины в плотных породах. Их особенность – возможная

большая протяжённость при малой емкости коллектора, проявленного в ловушке с одной стороны, и возможная связь такой ловушки со следующим типом ловушек – карстово-трещинных.

**Карстово-трещинная и метасоматически-карстово-трещинная** ловушки являются разновидностью трещинной или метасоматически-трещинной ловушки (соответствующее сочетание проявления вторичных процессов и трещинной тектоники). Наличие подобных образований косвенно подтверждается катастрофическими выбросами из зоны контакта палеозоя и юрских отложений при бурении скважин в 70-ые гг. прошлого века в Томской области.

#### Выводы

1. Для палеозойских отложений Чузиско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции установлены три эпохи формирования пустотного пространства в палеозойских, вторично измененных породах: катагенетическая, орогенная (пермь-триас), вторично-катагенетическая.

2. В орогенный этап развития Западно-Сибирского региона сформировались ловушки типа литолого-стратиграфического по корам выветривания с выклиниванием коллектора.

3. Во вторично-катагенетический этап преобразования доюрских отложений по карбонатным породам сформировались ловушки: гидротермальные тектонических зон, по карбонатным породам в зонах между двумя сближенными разломами; метасоматически-трещинные или зон трещиноватости в толще карбонатных пород; трещинные, или узких зон раскрытия трещин с низкими значениями пористости и высокими – проницаемости пород; предположительно карстово-трещинные и метасоматически-карстово-трещинные.

#### Литература

1. Бакиров А.Э., Ермолкин В.И., Ларин В.И. и др. Геология нефти и газа. – М.: Недра, 1990. – 240 с.
2. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. и др. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / под ред. И.С. Грамберга и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152–171.
3. Ковешников А.Е. Геология нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 114 с.
4. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузиско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции) // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5. С. 538–547.
5. Ковешников А.Е., Большаков М.С. Типы резервуаров в нефтегазоносных палеозойских отложениях Нюрольского осадочного бассейна // Сборник научных трудов 15 международного симпозиума имени М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд-во ТПУ, 2011.

### ПРИМЕР ВЫДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ЛОВУШЕК УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА С ПОЗИЦИЙ СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИИ И ДИНАМИКО-ФЛЮИДНОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ

С.А. Коротков

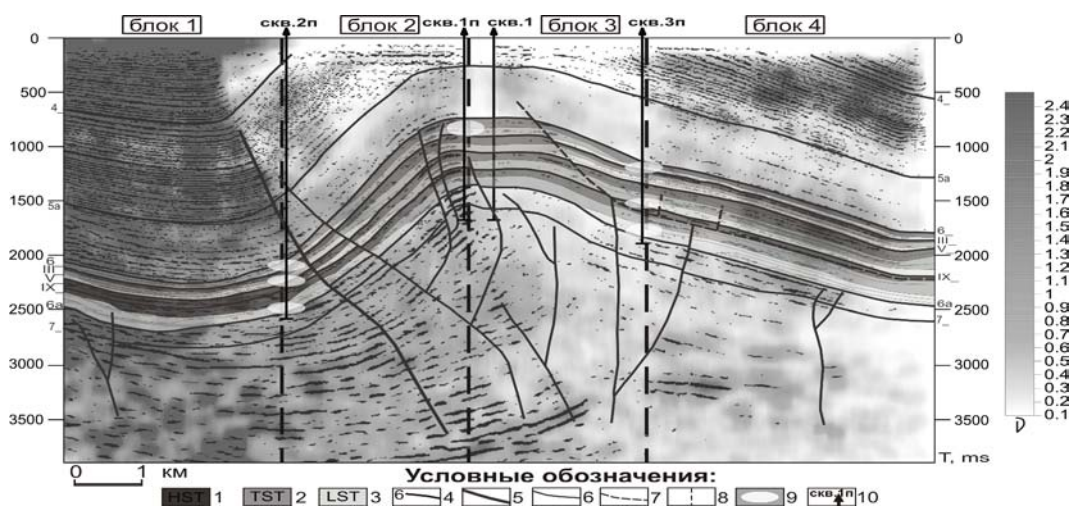
Научный руководитель советник генерального директора Е.С. Ворожев  
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

«Анализ размещения скоплений нефти и газа в осадочной оболочке Земли убедительно свидетельствует, что имеет место, с одной стороны, их практическая повсюдность, а с другой – избирательная концентрация» [2]. Объяснение этому находится в условиях образования этих полезных ископаемых. В 80-х г.г. Б.А. Соколовым сформулирована концепция флюидодинамического генезиса нефтегазовых месторождений. Концепция сформулирована на двух основополагающих процессах: современная блоковая геодинамика в системе “осадочный чехол – фундамент” и флюидные потоки. Совместно эти два процесса формируют цепочку: миграция нагретой флюидной смеси – генерация углеводородных растворов в нефтегазоматеринских интервалах – миграция углеводородных растворов – аккумуляция. То есть наиболее важным при поисках вероятных месторождений нефти и газа является выявление возможных путей миграции и местоскоплений нефти и газа (под часто употребляемым в литературе термином «месторождение нефти и газа» в данной статье понимается область скопления нефти и газа). Для решения этой задачи предлагается комплексирование результатов анализа сейсмического разреза с позиций секвенс-стратиграфии и динамико-флюидной модели этого разреза на примере одного из месторождений Сахалинского шельфа.

В последние десятилетия на фоне бурного роста исследовательских технологий, способствовавших прогрессу в понимании геолого-исторической сущности элементов осадочных толщ, особую важность приобретают достижения секвенсной стратиграфии. Основной единицей секвенс-стратиграфии является секвенс, впервые предложенный и определённый Слоссом (Sloss, 1963) в достаточно общей форме как “относительно согласная последовательность генетически связанных слоёв, ограниченная несогласиями и коррелятивными им согласными поверхностями”. Новаторская ценность секвенс-стратиграфии заключается в представлении целостной и достаточно гибкой схемы, предсказывающей наличие и расположение разновозрастных пространственно разобщённых коллекторов. Строение, расположение и вещественный состав секвенсов специфичны в каждом регионе и заданы тектонической природой и типом литогенеза осадочного бассейна [3]. Для их выделения используется весь комплекс сейсмических, скважинных, био- и литостратиграфических данных. Согласно приведённой в работе [5] интерпретации трендов каротажных кривых с позиций секвенс-

стратиграфии, граница секвенса определяется по максимумам на диаграммах гамма-каротажа и потенциала собственной поляризации (относительно резкое восходящее увеличение в содержании глинистой составляющей). Также по данным каротажа в составе каждого секвенса выделяются системные тракты. Границам системных трактов соответствуют пики на каротажных кривых (точки смены тренда). На сейсмических разрезах на каждой из границ секвенсов при переходе от трансгрессивной серии нижележащего секвенса к регрессивной серии вышележащего происходит уменьшение интенсивности отражений при уменьшении общей контрастности. Данная закономерность подтверждает наличие и характер цикличности, выявленной по результатам анализа каротажных диаграмм, и даёт основание увязывать высокоамплитудные аномалии в кровле секвенсов с относительно глинистыми трансгрессивными сериями. Внутри каждого секвенса выбрана одна из серии поверхностей, разделяющая относительно низкоамплитудную (регрессивную) и относительно высокоамплитудную (трансгрессивную) части секвенсов. В результате отложения, заключенные между двумя такими поверхностями, образуют, согласно вышеприведенному определению, секвенс. Таким образом, секвенс-стратиграфические построения позволяют предсказать наиболее перспективные в нефтегазоносном аспекте осадочные тела.

«Немного работ посвящено переменным полям напряжений в геологической среде, связанным с геологическими границами, имеющими пониженную жёсткость... интерес к количественному определению этих факторов вырос благодаря работам В.Б. Писецкого» [4]. Им предложена дискретная модель среды (DFM-динамико-флюидная модель), в которой рассматривается организованное множество блоков различного порядка, образовавшихся в результате закономерного процесса разрушения среды с предварительной системой дефектов структуры, заложенной на временных границах седиментационных циклов и событий. «Такая модель автоматически переходит в разряд подвижно-вязкой системы с большим запасом диссипативной составляющей энергии на трение, поведение которой определяется текущим (современным) геодинамическим состоянием» [1]. Здесь флюидная составляющая учитывается как смазка, управляющая режимом трения между гранями контактирующих блоков. При выявлении наиболее проницаемых зон среды в DFM-модели особое значение придаётся трещинной системе. Трещинная система является продуктом процесса разрушения осадочного чехла и параметры её регулярны и постоянны в пределах одного и того же стратиграфического объекта. Известно, что осадочный чехол «запоминает» не только все структурные и вещественные параметры прошедших седиментационных циклов и событий, но и их временные границы, которые именуются хроностратиграфическими горизонтами. Границы секвенса соответствуют именно этим горизонтам. С физической точки зрения такую границу стоит рассматривать как специфическую плоскость или слой, препятствующий жёсткому «срастанию» одного стратиграфического объекта с другим в силу аномальных условий смены режима седиментации. «Множество таких границ образует в осадочном чехле связанную с седиментогенезом дефектную структуру, которая и должна сыграть ключевую роль в развитии процессов разрушения слоистого породного массива» [1]. Результатом построения DFM-модели среды является выявление вероятных зон миграции углеводородов и зон их возможного скопления.



Условные обозначения: 1 – тракт высокого стояния уровня моря (Highstand system tract); 2 – трансгрессивный системный тракт (Transgressive system tract); 3 – тракт низкого стояния уровня моря (Lowstand system tract); 5 – главный правый взбросо-сдвиг; 6 – сколы Риделя; 7 – листрические сбросы (правые сдвиги и сбросо-сдвиги); 8 – условные границы блоков (зоны разуплотнения); 9 – вероятные ловушки углеводородов; 10 – проектные скважины.

**Рис. Пример выделения вероятных ловушек углеводородов при комплексном использовании результатов анализа сейсмического разреза с позиций секвенс-стратиграфии и динамико-флюидной модели среды**

В соответствии с вышесказанным по скважинным и сейсмическим данным были выделены секвенсы в дагинской толще и построена динамико-флюидная модель по сейсмическому разрезу на одном из месторождений Сахалинского шельфа (рис.).

Основываясь на результатах анализа выделенных секвенсов, можно сделать следующие выводы: всего в исследуемом интервале выделено 4 секвенсы; мощность их варьируется от 250 м до 425 м (средняя мощность секвенсов составляет 340 м при общей мощности дагинской свиты 1332 м); максимальные мощности секвенсов наблюдаются на восточном крыле месторождения; выделяются интервалы преимущественного развития регрессивных песчаных серий – над отражающими горизонтами ба и V и трансгрессивных, более глинистых серий – под отражающими горизонтами IX, V и III; также можно отметить наличие линзовидных осадочных тел (над отражающими горизонтами IX и III), перекрытых отложениями тракта высокого стояния и трансгрессивного системного тракта (возможными флюидоупорами), что даёт основание предполагать здесь литологически- и тектонически-экранированные ловушки нефти и газа; продуктивный интервал, вскрытый скважиной, приурочен к верхам трансгрессивного системного тракта. Анализируя DFM-модель разреза (рис.), можно установить следующие закономерности: подтверждается деление разреза кайнозоя Сахалинского региона на ряд крупных седиментационных комплексов (мегасеквенсов), разделённых региональными несогласиями и образующих самостоятельные структурно-стратиграфические комплексы: позднеолигоценый (даехурийский, в кровле ограничен отражающим горизонтом 7), ранне-среднемиоценовый (уйнинско-дагинский, ограничен отражающими горизонтами 7 и 6) и средне-позднемиоценовый (окобыкайско-раннеутовский, ограничен в подошве отражающим горизонтом 6) мегасеквенсы; стоит отметить, что согласно работе [3] мегасеквенсы соответствуют нефтегазоносным комплексам Сахалинского региона; каждый мегасеквенс делится на блоки системами вертикальных трещин; сквозь все комплексы по этим системам трещин можно провести “осредняющие” границы блоков, которые являются зонами разуплотнения, т.е. вероятными путями миграции углеводородов. При сопоставлении результатов анализа сейсмического разреза с позиций секвенс-стратиграфии и динамико-флюидной модели разреза были выделены возможные ловушки углеводородов (рис.). В первую очередь, рекомендуется пробурить проектную скважину 1п (глубина 2500 м) в своде антиклинальной складки, расположенную западнее пробуренной ранее скважины 1. Новая скважина в этом случае попадает в зону разуплотнения на границе блоков 2–3 и, вероятно, будет иметь большие притоки углеводородов. Во вторую очередь, предлагается пробурить проектные скважины 2п (глубина 3900 м) и 3п (глубина 2800 м) соответственно на границах блоков 1–2 и 3–4 с целью выявления продуктивности потенциальных ловушек углеводородов в этих зонах.

#### Литература

1. Писецкий В.Б. Механизм разрушения осадочных отложений и эффекты трения в дискретных средах // Изв. вузов: Горный журнал, 2005. – № 1. – С. 48–65.
2. Соколов Б.А., Абля Э.А. Флюидодинамическая модель нефтегазообразования. – М.: Геос, 1999. – 76 с.
3. Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона. – М.: Научный мир, 2010. – 276 с.
4. Хильтерман Фред. Дж. Интерпретация амплитуд в сейсморазведке. – Тверь: Герс, 2010. – 256 с.
5. Emery, D., Myers K.J. Sequence stratigraphy. – Oxford: Blackwell Science, 1996. – 297 p.

### СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЮРСКОГО КОМПЛЕКСА ПОРОД ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Л.К. Кудряшова, О.Г. Сунгурова

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

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

Нефтегазоносность юго-востока Западно-Сибирской плиты долгое время связывалась только с мезозойскими отложениями: в них были выявлены и разведаны многочисленные месторождения нефти. Однако в целом потенциальные ресурсы мезозойских отложений, как сейчас установлено, относительно невелики. В ходе разведочных работ была установлена нефтегазоносность палеозойских отложений – нового нефтегазоносного комплекса на данной территории. Были выявлены залежи нефти в палеозойских образованиях, непосредственно подстилающих мезозойские отложения осадочного чехла. Поиски нефти в доюрских образованиях целесообразно проводить в южных районах Западно-Сибирской плиты, где мощность осадочного чехла менее 3,5 км.

Для прогнозирования нефтегазоносности палеозойского комплекса необходимо изучение геологического строения данного района, а именно тектоники и стратиграфии. С начала 80-х годов своего рода полигоном по изучению палеозоя является юго-восточная часть Нюрольской впадины, где проводится опробование, как новых геофизических методов работ, так и новых обрабатывающих систем и программ.

Нюрольская впадина – один из основных тектонических элементов доюрского комплекса южной части Западно-Сибирской плиты. Ниже алевролитов и аргиллитов юры здесь на глубинах 2,5 км и более вскрыты триасовые и средне-верхнепалеозойские породы.

В пределах Нюрольской впадины развернулось бурение на палеозойский комплекс и широко проводятся различные геофизические работы. В ее пределах в палеозойских природных резервуарах выявлены месторождения нефти и газа на Урманской, Арчинской, Нижне-Табаганской, Южно-Табаганской, Лугинецкой, Еллей-Игайской, Малоичской, Верхнетарской, Герасимовской, Северо-Калиновой, Калиновой, Южно-Тамбаевской, Северо-Табаганской, Верхне-Комбарской, Останинской, Южно-Останинской, Северо-Останинской и других площадях.

Литологическое многообразие пород в разное время свидетельствует о разных фациальных условиях накопления карбонатных пород. При этом, несмотря на то, что герцинский цикл тектогенеза проходил повсеместно, но на территории Нюрольской впадины он не проявился – это доказывается наличием в керне неизмененных органических остатков.

В скважине 4 Малоичской площади, на глубине 2838 м вскрыты известняки с обильной и разнообразной фауной кораллов, свидетельствующих о теплом режиме моря в условиях субтропического климата, благоприятного для развития рифогенных фаций.

Широкую известность получила предложенная Д.Уилсоном идеализированная модель стандартных фациальных поясов карбонатных отложений. По Д.Уилсону, в карбонатных комплексах выделяются девять стандартных фациальных поясов, составляющих единый ряд от пелагической обстановки осадконакопления до литоральной. В результате проведенного исследования Япаскуртом было выделено 3 основные обстановки осадконакопления и 6 фациальных типов осадков (рисунок). Осадконакопление происходило в пределах открытого шельфа, депрессионных впадин и крупных отдельных областей, так называемых морских банок. Обстановки отмельных областей отличались значительным разнообразием условий седиментации. Определены осадки внутренних и изолированных лагун, органогенных построек, открытого мелководья.

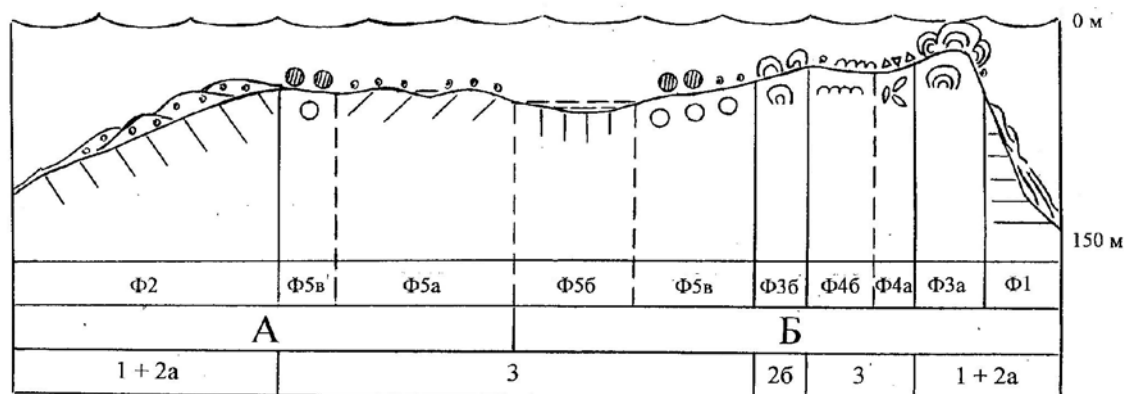


Рис. Идеализированный профиль распределения установленных фациальных типов осадков в пределах крупной отмельной области (морской банки)

Изучаемые органогенные постройки, как было установлено, представлены достаточно простыми формами биогерм, прослеженной мощностью до 15 м (размеры могут быть и больше), не сопоставимыми со сложно построенными рифовыми комплексами. Органогенные сооружения располагались в верхних частях передового склона и во внутренних участках крупной отмельной области. Распределение биогерм было закономерным.

Осадки фации депрессионных впадин и нижних частей передового склона (Ф 1) были выявлены в отложениях, вскрытых скв. Северо-Калиновой 22, и нижних частях разреза, вскрытых скв. Северо-Калиновая 28. Отложения открытого мелководья (Ф<sub>2</sub>) крупной отмельной области отмечаются в отложениях, развитых в пределах разведочных площадей Арчинской 45, предположительно Южно-Табаганской 137. Образования фаций органических построек (Ф<sub>3</sub>) установлены в толщах, пробуренных скважин Северо-Калиновая 24; 26; 28. Осадки изолированных лагун (Ф<sub>4</sub>) присутствуют в разрезах разведочных площадей скважин Северо-Калиновая 24, 28. Отложения внутренних лагун (Ф<sub>6</sub>) выявлены в образованиях, вскрытых скв. Арчинская 45, скв. Северо-Калиновая 26. Накопления открытого шельфа, возможно, присутствуют в толщах, пробуренных скв. Нижне-Табаганская 17 (отмельные фации) и скв. Северо-Калиновая 25 (фации западин). Интервалы распространения изучаемых отложений, в большинстве случаев, соответствуют глубинам от 3185 до 3020 м, в основном 3150–3060 м, разреза палеозоя, вскрытого скважинами. В пределах рассматриваемых разведочных площадей указанным глубинам преимущественно соответствуют накопления герасимовской свиты (эйфель-живет). Данные образования определены в толщах, пробуренных скв. Северо-Калиновая 26, скв. Арчинская 40, 41, 43 на интервалах 3147,0 – 3060,0 м; 3107,0–3015,0 м, 3175,0–3036,0 м, 3160,0–3005,0 м, соответственно (по отчету ПГО «Томскнефтегазгеология», 1992). В рассматриваемых разрезах (местами) отложения, развитые в рамках рассматриваемых глубин, были сопоставлены с накоплениями герасимовской свиты на основании общности литологического строения, фациальной изменчивости, а также пространственной близости толщ. К образованиям герасимовской свиты были отнесены изучаемые отложения разведочных площадей Северо-Калиновая 24, 26, 28, Арчинская 45, Южно-Табаганская 137. Для толщ, характеризующихся приуроченностью к единой отмельной области и отличающихся наибольшей полнотой именного в нашем распоряжении материала, были построены гипотетические фациальные профили, отражающие закономерности распределения различных типов осадков. Образования, развитые на глубинах 3034–3001 м отложений, пробуренных скв. Нижне-Табаганская 17, были сопоставлены с накоплениями лугинецкой свиты (фран-фамен). Отложения, распространенные в пределах разведочной площади Северо-Калиновая 22 на интервалах глубин 3304–3020 м, рассматриваются как образования среднего и верхнего девона, возможно нижнего карбона; на интервалах 2989–2857 м толщ вскрытых скв. Северо-Калиновая 25 – предположительно верхнего девона-нижнего карбона (фамен-турне).

Осадконакопление изучаемых толщ (средний девон-нижний карбон) происходило в миогеосинклинальном (перикратонном) палеобассейне в пределах открытого шельфа, депрессионных впадин и крупной отмельной области (морской банки). Основные седиментологические реконструкции были сделаны для среднего девона, времени формирования отложений герасимовской свиты (эйфель-живет). В период накопления осадков среднего девона существовали обстановки депрессионных впадин и крупных отмельных областей, сменившиеся условиями открытого шельфа в позднедевонскую эпоху. В депрессионных впадинах ( $\Phi_1$ ), окаймляющих отмельные области, шло осажение фоновых известково-глинистых и кремнисто-известковистых осадков. Непрерывный ход фоновой седиментации нарушался развитием различных видов «гравитационных» отложений. Местами отмечены проявления одноактных сходов обломочных потоков. Обстановки отмельной области отличались значительным разнообразием условий седиментации. На окраинах отмельной области, главным образом в пределах верхних частей передового склона шло формирование в одних местах строматопоровых, достаточно крупных, биогерм, в других – осадков открытого мелководья. Выделяемые осадки открытого мелководья ( $\Phi_2$ ) во многом подобны образованиям «иловых холмов» (агглютигерм). Накопления этого типа установлены в толщах разного возраста, распространенных по всему миру. Данные образования преимущественно состоят из микробиального цианобионтного и цианобионтно-детритового материала, встречающие слои, насыщенные скелетными остатками каркасостроящих организмов (кораллов, строматопор и др.). Мощность агглютигерм может составлять десятки метров, в случае наслонения «иловых холмов» доходить до первых сотен метров. Форма данных накоплений зависит от глубины и интенсивности прогибания дна бассейна. В мелких водах и при незначительных нисходящих тектонических движениях формируются уплощенные агглютигермы малых размеров. Участки верхних частей подводных склонов, при соответствующем тектоническом режиме, являются наиболее оптимальными для развития образований типа «иловых холмов». Генетический анализ, проведенный в ходе данного исследования, позволяет предположить наличие такого рода отложений в пределах изучаемых толщ. На основании реконструкции расположения в зоне седиментации, особенностей строения и заметной мощности (порядка 60–65 м) осадки открытого мелководья ( $\Phi_2$ ) были сопоставлены с образованиями «иловых холмов». Со стороны окраинных биогерм ( $\Phi_{3a}$ ) существовали условия изолированных лагун с развитием зернистых осадков, детритовых песков ( $\Phi_{4a}$ ) по периферии и накоплением в центральных частях илистых отложений ( $\Phi_{4b}$ ) с многочисленными строматолитовыми выделениями. Выделение строматолит происходило, возможно, на участках твердого дна, а также на останках строматопоровых сооружений или по отдельным крупным скелетным остаткам (биокластам) строматопор. В подвижных протоковых водах, местами осаждались онколитовые формы строматолит. Среди отложений изолированных лагун установлено присутствие 1 прослоев потоков лав, образовавшихся с одинаковой долей вероятности в результате действия наземного или подводного вулканизма. Со стороны развития осадков открытого мелководья («иловых холмов»), в пределах внутренних частей отмельной области, существовали обстановки внутренней лагуны. На границе внешних и тыльных участков этой зоны местами образовывались, возможно, цепочечно или в виде локальных скоплений, биогермы ( $\Phi_{3b}$ ) хрупких ветвящихся форм строматопор; условия были благоприятны для распространения сообществ типа «амфиловых лугов» ( $\Phi_{5b}$ ). Режимы гидродинамики менялись от застойных до подвижных. В пониженных участках откладывались существенно кремнево-глинистые осадки ( $\Phi_{5c}$ ). На отмелях формировались водорослево-детритовые накопления ( $\Phi_{5a}$ ). Практически повсеместно действовали различные виды течений, местами возникали маршевые «заросли». Возможно, также встречались хаотично расположенные одиночные ценостеумы строматопор или строматопоровые банки. В позднедевонскую эпоху условия седиментации заметно изменились. Осадконакопление происходило в переходных обстановках от отмельной области к условиям осаждения открытого шельфа. В это время на более мелководных участках продолжилось формирование цианобионтного, детритово-цианобионтного материала при заметном участии донных течений ( $\Phi_{6a}$ ), в пониженных (более глубоководных) – в большей степени осуществлялось накопление кремниевых осадков ( $\Phi_{6b}$ ).

С точки зрения нефтегазоносности толщ, отложения, выделяемые в «иловые холмы», в связи со значительной концентрацией в них органического вещества (ОВ), представляются наиболее перспективными. В местах развития данного типа образований отмечены притоки углеводородов (Арчинская площадь). Позднедевонские массивы сходного строения являются нефтегазоносными в Волго-Уральской области. Близкие образования имеются в девоне Канады. По-видимому, в зонах развития осадков «иловых холмов», испытавших интенсивные постседиментационные преобразования, следует ожидать достаточно высокие содержания углеводородов. Исключительно важным представляется использование геофизических данных при проведении такого рода исследований. По С.А. Степанову (1990), в пределах отрицательных аномалий магнитного поля развиты литофации карбонатов, входящие в состав отмельных комплексов. Подобные сведения являются весьма важными при прогнозировании залежей углеводородов. Дальнейшее осуществление работ, наряду с уточнением особенностей осадконакопления, видится в создании универсальных моделей, в синтезе реконструкций обстановок седиментации с разнообразными геофизическими параметрами.



**К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕЛКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
УГЛЕВОДОРОДОВ****Л.К. Кудряшова, О.Г. Сунгурова**

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

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

Вероятность открытия новых крупных месторождений очень невелика, а месторождения с запасами более 30 млн. тонн находятся в зрелой стадии разработки, поэтому приоритет малых месторождений неуклонно возрастает.

Малые нефтяные месторождения на территории Томской области характеризуются сложностью геологического строения, отсутствием однозначной модели залежи; незначительными извлекаемыми запасами нефти категории С<sub>1</sub> (около 1 млн. тонн на каждую открытую залежь), удаленных от коммуникаций, производственной и социальной инфраструктуры и низкой эффективностью геологоразведочных работ.

Нами проанализирован опыт пробной эксплуатации на малых месторождениях и выявлены факторы, влияющие на процесс выработки нефти.

В качестве примера возьмем три малых месторождения нефти Томской области, для которых характерно одинаковое геологическое строение и залежи которых приурочены к песчаным пластам горизонта Ю<sub>1</sub> васюганской свиты. Рассматриваемые месторождения расположены на Средневасюганском мегавале (месторождение № 1), на Нижне-Вартовском своде (месторождение № 2), в Нюрольской впадине (месторождение № 3). Месторождение № 1 введено в пробную эксплуатацию в 1965 г., месторождение № 2 – в 1986 г., а месторождение № 3 – в 2009 г.

На всех трёх месторождениях тип залежи пластовый сводовый. Продуктивный горизонт представлен песчаниками с проницаемостью по пласту Ю<sub>1</sub> 13,1 мД, значением пористости 0,14 д. ед. и с начальной величиной нефтенасыщенности 0,63 д. ед.

Месторождение № 1 можно считать удачным примером длительной эксплуатации скважины фонтанным способом и примером бережного отношения к добываемому продукту и разрабатываемому пласту в богатейшей по запасам нефти и газа Западной Сибири. Анализ данных указывает на незначительные изменения гидродинамических параметров. Пластовое давление (24,6 МПа) осталось прежним. Коэффициент продуктивности снизился с 27,0 до 19,0 м<sup>3</sup>/сут.МПа, что свидетельствует о незначительной закупорки прискважинной зоны пласта и необходимости проведения ее очистки. Однако, за годы пробной эксплуатации, интенсификация притока в скважине ни разу не проводилась. Дебит безводной нефти составляет 137 м<sup>3</sup>/сут. на режиме штуцера диаметром 9,5 мм.

Благоприятное расположение месторождения на берегу реки позволяло в весенне-осенний период осуществлять транспортировку нефти нефтеналивными баржами. В зимний период с конца ноября до конца марта нефть вывозилась со скважины автомобильным транспортом. В межсезонные периоды скважину закрывали и забойное давление в прискважинной зоне пласта полностью восстанавливалось до пластового давления. Проводились гидродинамические исследования на нестационарном режиме фильтрации с записью: кривой восстановления пластового давления; с записью эпюры давлений по стволу скважины. Через 15 лет фонтанного способа эксплуатации, пластовая вода на забое скважины так и не была отмечена. В таблице 1 представлены результаты гидродинамических исследований, проведенных в скважине месторождения в мае 1970 года и через 15 лет (август 1985 год) ее эксплуатации фонтанным способом (таблица).

В настоящее время 5 скважина ликвидирована, 8 в эксплуатации и пробурен куст наклонных эксплуатационных скважин. Сначала работала 5 скважина, в 1982 году она была ликвидирована из-за негерметизации колонны и цемента. Затем рядом на расстоянии 600 м была пробурена 8 скважина, которая работала все эти годы также фонтанным способом. В 1993 году пробурен куст наклонных эксплуатационных скважин (4 скважины). Суммарный объем добычи, который меньше, чем у одной скважины, работающей фонтанным способом. Такие небольшие показатели связаны с тем, что скважины были пробурены близко, и произошло наложение контуров питания, а так они быстро обводнились из-за интенсивной механизированной добычи нефти.

Суммарная добыча нефти по месторождению №1 вдвое больше, чем первоначально принятые запасы категории С<sub>1</sub> в 1965 г., КИН был принят 0,3, а составил 0,62. В этом состоит преимущество фонтанного способа добычи.

На месторождении №2 скважина 1, единственная продуктивная в то время, находилась в пробной эксплуатации 24 года и до сих пор данная скважина работает фонтанным способом.

Месторождение №2 характеризуется следующими параметрами КИН= 0,407, пластовое давление – 27,0 МПа, дебит безводной нефти – 35,0 м<sup>3</sup>/сутки на штуцере 6 мм.

Месторождение № 3 первый месяц разрабатывалось фонтанным способом, при этом дебит нефти изменялся с 26 до 44 м<sup>3</sup>/сут. при диаметре штуцера 4мм. В дальнейшем скважина была переведена на механизированный способ добычи, при котором дебит варьируется от 23 до 84 м<sup>3</sup>/сут. При этом обводненность при фонтанной работе практически отсутствовала (0,5 %), а при механизированном способе добычи составила в среднем 5 %. При этом депрессия на пласт при фонтанной добыче составила 50 атм., а при механизированном способе добычи более 100 атмосфер.

Таблица

## Результаты гидродинамических исследований в скважинах месторождения №1

№ п/п	Гидродинамические параметры	Май 1970 г.	Август 1985 г.	Июнь 1988 г.
1	Пластовое давление, МПа	24,6	24,6	24,6
2	Дебит нефти, м <sup>3</sup> /сут	137,0 (9,5мм)	112,4 (8,7мм)	134,0(9,5мм)
3	Забойное давление, МПа	19,5	18,7	17,7
4	Коэффициент продуктивности, м <sup>3</sup> /сут МПа	27,0	19,0	19,4
5	Гидропроводность призабойной зоны, д.см/спз	140,9	128,1	145,4
6	Гидропроводность пласта, д.см/спз	200,9	135,5	176,2
7	Проницаемость призабойной зоны, дарси	0,017	0,016	0,11
8	Проницаемость пласта, дарси	0,083	0,07	0,148
9	Пластовая температура, °С	87	87	86

При фонтанном способе добычи экономические затраты сводятся к минимуму, а при механизированном способе требуются дополнительные затраты на аренду (80 \$ в сутки), на обслуживание УЭЦН (84 \$ в сутки) и на оплату электроэнергии, потребляемой при работе насоса (20 \$ в сутки), а также затраты на бурение двух нагнетательных скважин для поддержания пластового давления (стоимость 1 нагнетательной скважины около 170 млн. руб.) В итоге при механизированном способе добычи на работу отпускается 342014800 руб. в год.

Экономические расчеты показали, что прибыль от механизированной добычи нефти составила 148147125 руб., при этом затраты на обслуживание превосходят прибыль в 2,3 раза, а значит более 2 лет потребуются на возмещение затрат. Необходимо учитывать, что годовая добыча при фонтанном способе эксплуатации составляет 10777,77 м<sup>3</sup>, а при механизированном – 11287,4 м<sup>3</sup>. Обводненность при эксплуатации с помощью УЭЦН почти в 88 раз больше.

С экологической точки зрения механизированная добыча имеет свои отрицательные стороны:

Вокруг устья скважины часто образуются нефтяные загрязнения в связи со спускоподъемными операциями (например, извлечение насоса для профилактики и при выходе из строя).

Извлекается попутный нефтяной газ, который сжигается на котловане.

Осуществляются работы по поддержанию пластового давления методом закачки воды в пласт по средствам нагнетательных скважин, могут возникнуть перетоки, и пресные воды смешаются с солеными.

Используют методы интенсификации притока (например, кислотная обработка и в результате обратной промывки кислоты попадают в котлован).

Воду, извлекаемую из пласта, нужно утилизировать, для этого нужны дополнительные затраты. Следует учесть, что при утилизации наносится вред экологии окружающей среды.

Повышая депрессию на пласт, нарушается гидродинамическая система залежи, и возникают как заколонные, так и внутрислоевые перетоки пластового флюида.

У фонтанного способа добычи тоже есть свои минусы. Если промысел необустроен, то так же происходит выброс газа в атмосферу.

В настоящее время в России открыто более 1400 мелких месторождений, в которых текущие запасы нефти составляют 12 % от общих запасов. В среднем на одно месторождение приходится менее 1 млн. тонн нефти. Поэтому на сегодняшний день у многих недропользователей находится в консервации малорентабельные или нерентабельные месторождения по запасам, поэтому необходимо провести экономические расчеты и обосновать преимущества фонтанного способа добычи над механизированным для каждого месторождения индивидуально. Пусть мы лучше будем 30 лет стабильно извлекать нефть фонтанным способом, при этом КИН составит 0,7, чем механизированным способом то же самое количество – за 10 лет, но при этом обводненность составит 80 % при КИН=0,3. Так же потребуются еще большее количество затрат на утилизацию извлеченной пластовой воды, а нарушенная гидродинамическая система залежей не восстанавливается вообще.

## Литература

1. Аметов И.М., Давыдов А.В. и др. Состояние и проблемы освоения малых залежей. // Нефтяное хозяйство. - 1999. - № 3. - С. 24-25.
2. Закиров С. Н. Что такое рациональная разработка месторождений нефти и газа? // Нефтяное хозяйство. - 2002. - № 1. - С. 46-49.
3. Мартынова И. Стабильность на грани кризиса // Нефть России. - 2001. - № 1. - С. 28-31.
4. Семенович В. Бесхозных богатств не бывает // Нефть России. - 2000. - № 2. - С. 38-40.
5. Смольянинова Н. М. и др. Нефти, газы и газовые конденсаты Томской области.- Томск: ТГУ. - 1978. - 234 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ КРИВИЗНЫ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ  
ТРЕЩИНОВАТОСТИ ВЕРЕЙСКОЙ ПОКРЫШКИ ПУЛТОВСКО-КЕДРОВСКОЙ  
АЛЛОХТОННОЙ ПЛАСТИНЫ**

**О.А. Мелкишев**

Научный руководитель доцент В.И. Дурникин

*Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия*

Одним из важных этапов при проведении геологоразведочных работ, связанных с поиском углеводородов (УВ), является оценка состояния покрышек локальных структур, т.к. от них зависит возможность скопления УВ в структурных ловушках или миграции УВ в верхние нефтегазоносные комплексы (НГК).

К положительным аспектам, в отношении нефтегазоносности передовых складок Урала (ПСУ), относятся: геохимические предпосылки, развитие трещиноватых коллекторов, субмеридиональная складчатость, воздымание НГК от нефтегазогенерирующих отложений. К отрицательным – наличие региональных разломов, выходы НГК на поверхность в восточных частях ПСУ, интенсивная трещиноватость покрышек. Особенностью данной территории является слабая и неравномерная изученность её геолого-геофизическими методами.

В пределах ПСУ, открыты: Ветосское месторождение, с притоками из карбонатов серпуховского и башкирского ярусов; Сурсайское – из карбонатных пород франского и башкирского ярусов; Исаневское – в верхнедевонско-турнейских рифогенных карбонатных отложениях. Тектонический фактор в развитии ПСУ играет значительную роль и приводит к образованию многочисленных надвигов, разрывных нарушений меридионального простирания и асимметричной складчатости с опережающими надвигами.

Пултовско-Кедровская аллохтонная пластина имеет более благоприятные предпосылки для сохранения залежей УВ, т.к. отсутствуют выходы к поверхности основных НГК, и она имеет более простое тектоническое строение (по сравнению с восточными частями ПСУ), пластина ограничена с запада – Всеволодо-Вильвенским, а с востока – Пултовско-Чусовским (Коноваловско-Воронихинским) надвигами.

Для НГК Пермского края и территории ПСУ выделяют следующие региональные покрышки:

- девонский терригенный НГК – глинистые известняки тиманского горизонта;
- верхнедевонско-турнейский карбонатный НГК – аргиллиты визейского яруса (Мл) или глинисто-карбонатные породы верхней части турнейского яруса;
- нижнекаменноугольный или визейский терригенный НГК – карбонатно-глинистые породы верхней части тульского горизонта;
- нижне-среднекаменноугольный карбонатный НГК – хорошо выдержанный пласт аргиллитов нижней части верейского горизонта;
- верхнекаменноугольный-нижнепермский карбонатный НГК – породы кунгурского яруса.

Для оценки интенсивности трещиноватости горных пород, можно использовать кривизну ( $K_s$ ) ее поверхности – величину обратной радиусу окружности в точке касания поверхности ( $K_s = 1/R$ ), отражающую воздействие тектонических сил на осадочную толщу. Значение кривизны находится по формуле:

$$K_s = \frac{\left| \frac{d^2 f}{ds^2} \right|}{\left[ 1 + \left( \frac{df}{ds} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}$$

где  $f$  – поверхность  $z = f(x, y)$ ;  $\frac{df}{ds}$  – производная по направлению  $ds$ .

Зонам максимального перегиба пласта, вызванным тектоническими силами, соответствует наибольшая кривизна поверхности и максимальная трещиноватость, ухудшающая надежность покрышки.

В качестве поверхности, отражающей тектонические процессы формирования Пултовско-Кедровской аллохтонной пластины рассматривается поверхность отражающего горизонта «I<sup>n</sup>» (ОГ I<sup>n</sup>), приуроченного к кровле башкирских отложений. Выбор этой границы обусловлен компенсированным осадконакоплением во впадинных и бортовых частях Камско-Кинельской системы прогибов к началу московского века.

Рассматриваемая территория расположена в пределах Луньевское палеоплато верхнедевонско-турнейского палеошельфа, что определяет единую зону осадконакопления во времени и обеспечивает постоянство пространственного положения ОГ (с учетом погрешности сейсморазведочных работ в данном районе).

Таким образом, поверхность ОГ I<sup>n</sup> к концу башкирского века можно условно принять за горизонтальную плоскость, а современный структурный план ОГ I<sup>n</sup> (рис. 1) отражает всю совокупность проявления герцинского этапа тектоногенеза.

ОГ I<sup>n</sup> залегает с общим падением на восток, глубины залегания изменяются от -120 м до -2200 м. Большая часть ОГ находится в интервале глубин залегания от -1000 до -1500 м. Закартированные надвиги имеют восточное падение и выполаживаются с глубиной.

В пределах Пултовско-Кедровской пластины выявлено Ветосское месторождение нефти. По сейсмическим профилям в пределах аллохтона оконтуривается ряд приподнятых участков (1–5).

С помощью процедуры Curvature программы Surfer (Golden Software, Inc.) получена карта (рис. 2) отображающая значения абсолютной кривизны поверхности в точке, по азимуту 90° (в крест простирания

основных структур и по линии действия основных сжимающих сил).

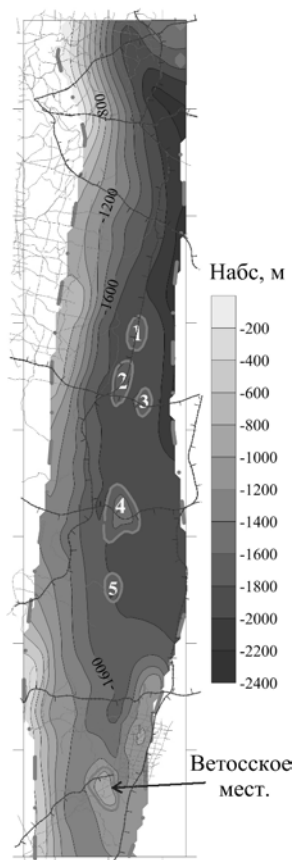
На основании анализа данной карты можно оценить интенсивность тектонической трещиноватости как непосредственно башкирских отложений, так и их покровышек (верейские отложения).

По карте кривизны ОГ I<sup>n</sup>, определяя средневзвешенные значения кривизны по площади в пределах приподнятых участков, можно установить следующую возрастающую последовательность по интенсивности трещиноватости верейских покровышек, на основании кривизны: 2 приподнятый участок  $1/R=0,00001 \text{ м}^{-1}$ , 1 участок  $-0,00005 \text{ м}^{-1}$ , 5  $-0,00014 \text{ м}^{-1}$ , 3  $-0,00025 \text{ м}^{-1}$ , 4  $-0,00027 \text{ м}^{-1}$ .

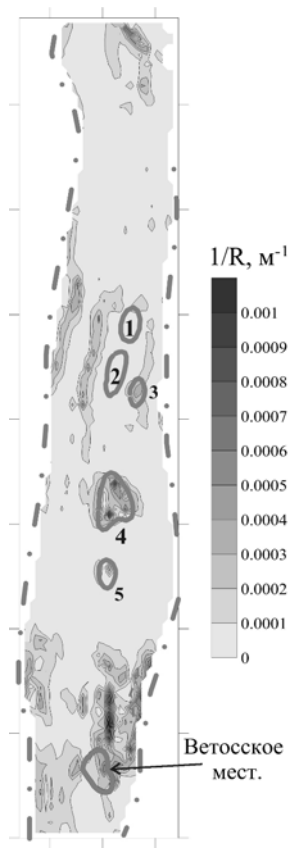
Ветосское месторождения характеризуется  $1/R=0,00024 \text{ м}^{-1}$ , что позволяет для покровышек 1, 2 и 5 приподнятых участков предположить меньшую трещиноватость и более благоприятные условия для скопления УВ. Для 3 и 4 участков сохранность покровышек менее вероятна, из-за более интенсивной трещиноватости. Однако, данные зависимости носят ориентировочный характер, т.к. выборка не достаточно представительна (по количеству и неравномерности изученности территории).

Поскольку под большинством выявленных поднятий установлены рифовые постройки ( $D_3fm-C_{1t}$ ) и совпадение структурных планов по вышележащим ОГ, то необходимо отметить определенную роль катагенетического уплотнения терригенной толщи  $C_{1v}$  в формировании части локальных поднятий. Поэтому возможно наличие дополнительного напряжения в вышележащих отложениях, из-за неравномерности уплотнения визейских терригенных пород, но при этом роль тектонических процессов является основной для развития трещиноватости.

Оценка состояния нижележащих покровышек затруднена, в виду их удаленности от ОГ I<sup>n</sup>, а так же, из-за того, что данные отложения представляют собой структуры облекания жестких рифовых построек турней-фаменского возраста, поэтому в них менее интенсивно протекали процессы деформаций при изгибе аллохтонной пластины.



**Рис. 1 Структурная карта по ОГ I<sup>n</sup> (кровля С2b). Пултовско-Кедровская аллохтонная пластина 1, 2, 3, 4, 5 – приподнятые участки**



**Рис. 2 Кривизна поверхности ОГ I<sup>n</sup> по азимуту 90°. 1, 2, 3, 4, 5 – приподнятые участки**

Таким образом, зоны с большими значениями кривизны, представляют меньший интерес для сохранения флюидоупорных свойств покровышек, и нахождение в них продуктивных структур – маловероятно. Наиболее благоприятны, с точки зрения сохранности покровышек, являются 1, 2 и 5 приподнятые участки

**ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ НА КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА БАШКИРСКОГО СВОДА (ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ)****А.Г. Милияхметова**Научный руководитель профессор С.К. Мустафин  
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Коллекторы делятся по проницаемости и типу строения порового пространства, образованного тем или иным видом пустот, например, трещиноватый, кавернозный, поровый и т.д. В формировании коллекторов наряду с происхождением большое значение имеют вторичные процессы, а для терригенных пород, кроме того, их минералогический состав. Образование терригенных осадков схематически представляет собой процесс разрушения земной коры и концентрацию возникших в результате этого обломочных материалов. В процессе такой дезинтеграции первоначальный минералогический состав материнской породы нарушается и вновь образованные породы имеют иной состав [1].

Факторами, определяющими коллекторские свойства известняков, являются, с одной стороны, фациальная (литогенетическая) принадлежность известняков, с другой – вторичные процессы, способные как повысить, так и понизить коллекторские свойства пород.

Многие работы показывают, что фациальные (литогенетические) типы известняков не служат единственным критерием, определяющим их коллекторские свойства. Пустотное пространство карбонатных пород может формироваться как на стадиях литогенеза, так и в результате действия вторичных процессов. К числу таких процессов относятся выщелачивание, кальцитизация, перекристаллизация, доломитизация, сульфатизация, окремнение и др.

Рассмотрим один из этих процессов – выщелачивание, как фактор определяющий промышленную значимость коллекторов-известняков Волго-Уральской антеклизы в стратиграфическом диапазоне нижний-средний карбон. Процесс выщелачивания заключается в растворении части кальцита известняков и его выносе за пределы промышленных нефтяных залежей. Вторичная кальцитизация приводит к залечиванию пористости привнесенным извне карбонатом кальция, перекристаллизация сопровождает эти процессы и приводит к укрупнению зерен [5].

В основу исследований положено изучение керна месторождений нефти северо-восточной части Волго-Уральской антеклизы: Башкирского свода. Нефтеносность известняков изучалась в стратиграфическом диапазоне турнейский-башкирский ярусы нижнего-среднего карбона. Наиболее полно изучен разрез в различной степени нефтенасыщенных известняков турнейского и башкирского ярусов, что определяется наличием в них основных этажей нефтеносности карбонатного палеозойского разреза Волго-Уральской антеклизы в пределах севера Республики Башкортостан [2, 4].

В результате изучения керна в объеме турнейского-башкирского ярусов выявлены следующие широко распространенные литогенетические типы:

- известняки пелитоморфные, органогенно-обломочные;
- известняки органогенно-обломочные, часто глинистые;
- доломиты и известняки кристаллические (сахаровидные);
- известняки кристаллические, органогенно-обломочные.

Определение фильтрационно-емкостных свойств выявленных литогенетических типов известняков показывает, что при условии частичной подверженности известняков вторичным процессам все они отвечают коллекторам промышленной значимости [4]. Их пористость в среднем составляет 12–15%, а проницаемость 0,022–0,485 мкм<sup>2</sup>. Нефть рассматриваемой территории сернистая, смолистая, парафинистая. Содержание серы в среднем около 3%, смолы 14–34%, парафина в среднем 45%. Плотность нефти от 0,899–0,914 г/см<sup>3</sup>. Вязкость нефти в среднем составляет 14,45–41,30 мПа·с. Породы пропитаны, местами слабо пропитаны и окрашены нефтью. Следовательно, размер пор в таких известняках не превышает размера зерен пелитоморфного кальцита, цементирующего форменные структурные элементы. Вторичные процессы весьма существенно меняют как пористость, так и проницаемость известняков. Выщелачивание таких известняков приводит к формированию в них вторичной каверзности [2, 3].

На основе анализа коллекторских свойств нефтенасыщенных известняков выделено две группы. Отчетливо наблюдаемое распределение частоты встречаемости пористости и проницаемости указывает на выявленные ранее среди органогенных известняков поровые и кавернозные типы коллекторов. Первые подвержены лишь фоновому литогенезу, вторые – также и вторичным процессам выщелачивания. Поэтому следует признать, что наличие в разрезе известняков органогенной природы – необходимое, но и не достаточное условие для образования промышленных залежей.

**Литература**

1. Багринцева К.И. Карбонатные породы-коллекторы нефти и газа. – М.: Недра, 1977.
2. Баймухаметов К.С., Викторов П.Ф. Геологическое строение и разработка нефтяных и газовых месторождений Бакортостана. – Уфа РИЦ АНК Башнефть, 1997. – 424 с.
3. Еременко Н.А., Ованасев Г.П. Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа Волго-Уральской области. – М.: Недра, 1975. – Т. IV. – 237с.

4. Кинзиков А.Р. Методы комплексного исследования нефтеносности карбонатных отложений. – М.: Недра, 1972. – 152 с
5. Кузнецов В.Г. Природные резервуары нефти и газа карбонатных отложений. – М.: Недра, 1992.

### ФАЦИАЛЬНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПЛАСТА Ю<sub>2</sub> ЛОВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Н.Р. Минибаев, Р.И. Ягудин

Научный руководитель доцент Н.Г. Нурғалиева  
Казанский Федеральний университет, г. Казань, Россия

Восстановление во всех деталях условий накопления песчаных тел-коллекторов на фоне реконструкции палеогеографии является основой при прогнозировании литологических и стратиграфических залежей нефти и газа. Такой подход позволяет выявить новые возможности в старых нефтеносных районах и значительно повышать качество прогноза зон, перспективных на поиски залежей нефти и газа в ловушках неантиклинального типа [2].

Объектом применения фацеального анализа стали отложения пласта Ю<sub>2</sub> западной части Ловинского месторождения (Западно-Ловинское структура).

Формирование отложений пласта Ю<sub>2</sub> на данной территории пришлось на бат-раннекеловейское время в условиях низкой гидродинамической активности, при практически выровненном палеорельефе дна бассейна осадконакопления и значительном отступлении источников сноса, в результате чего сформировался прибрежно-континентальный комплекс осадков.

На основе анализа данных по керновому материалу по 6 скважинам (25 образцов) по гранулометрическому составу отложений, описанию керна, по измерениям магнитной восприимчивости образцов были выделены обстановки осадконакопления и литотипы.

По анализу кривых ПС по 25 скважинам по методике В.С. Муромцева произведено районирование изучаемой территории и была получена фацеальная модель (рис. 1) и распределение литофаций пласта Ю<sub>2</sub> Западно-Ловинского поднятия.

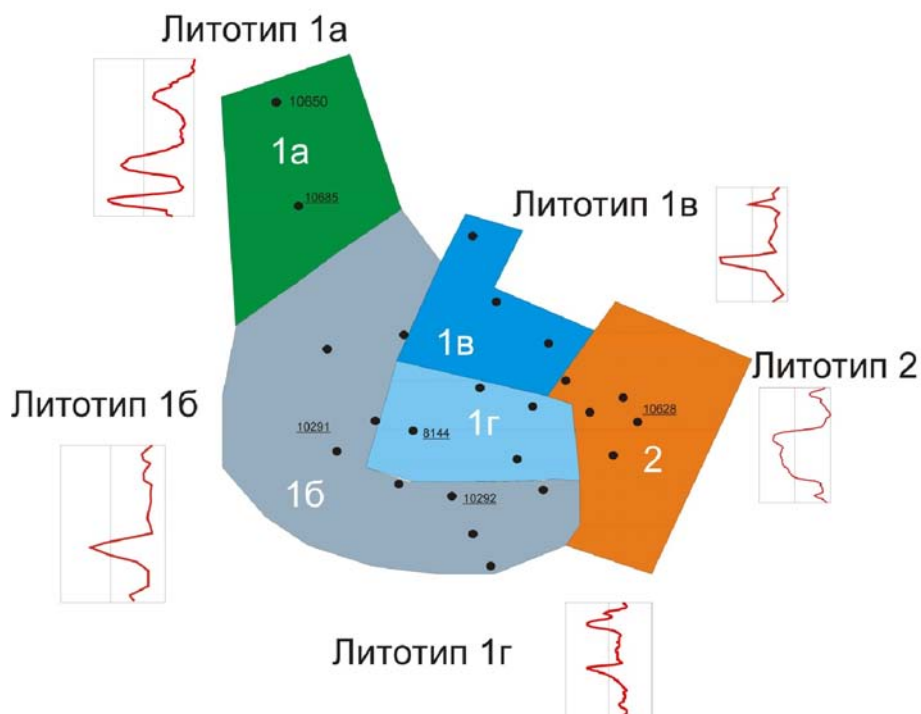


Рис. 1 Распределение литофаций пласта Ю<sub>2</sub> Западно-Ловинского поднятия

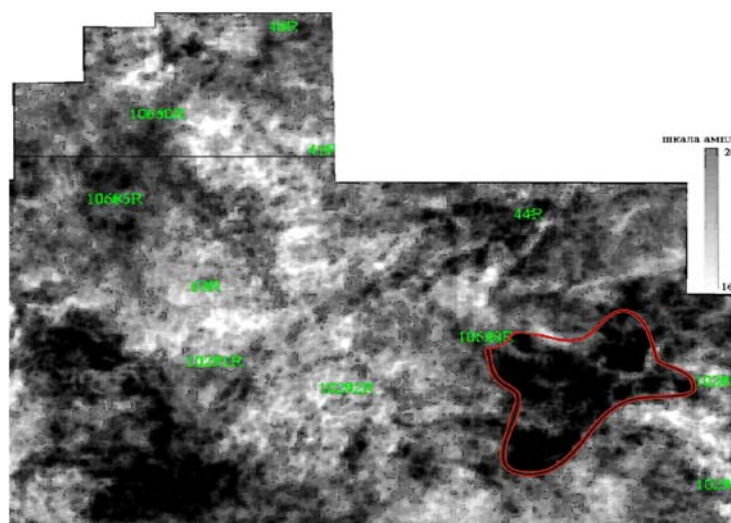
Литотип 1а характеризуется алевритовой структурой, прослоями угля, мергелей, пирита, с пологоволнистой текстурой, следами биотурбации. Соответствует условиям внешнего пойменного болота.

Литотип 1б характеризуется алевритовой структурой, остатками корневой системы растений, слюдой, пологоволнистой текстурой. Условия вдольберегового вала.

Литотип 1в – алеврито-песчаной структурой, текстура взмучивания, пологоволнистая, встречаются единичные стяжения сидеритов, остатки фауны. Условия периодически затапливаемых русловых промоин. Литотип 1г представляет собой переходную обстановку между литотипом 1в и 2.

Литотип 2 – мелкопесчаная структура, мелкие конкреции пирита в ореоле окисления, прослой сидерита, отмечается присутствие известняков, текстура волнисто-взмученная. Условия приливо-отливной равнины.

В результате сопоставления полученной модели распределения фаций с современными обстановками осадконакопления была подобрана модель линейной терригенной береговой линии при трансгрессии моря [3].



Седиментационный срез Ю<sub>2</sub>+28

Рис.2 Седиментационный срез Ю<sub>2</sub>+28

Наличие корреляционной связи между максимальной величиной комплексного параметра FZI и значением сейсмического параметра мгновенных фаз [1] на временном срезе кровли пласта Ю<sub>2</sub> позволило провести пространственную переинтерпретацию зон выделенных литотипов (рис. 2) и выделить зоны, перспективные для дальнейшего бурения.

В условиях низкоэнергетического потока накопление песчано-алевритового материала было приурочено к переходной фации приливо-отливной равнины, которой соответствуют на карте седиментационного среза Ю<sub>2</sub>+28 зонам положительных амплитуд, которые являются наиболее перспективными для бурения.

#### Литература

1. Белозеров В.Б. Ловушки нефти и газа, моделирование залежей углеводородов. – Томск: ТПУ, 2005.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984.
3. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. – М.:Недра, 1989. – 293 с.

### ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО МАЙКОПСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА

Д.В. Надежкин

Научный руководитель профессор М.К. Иванов

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

Автором были изучены обломки пород из грязевулканической брекчии, а также нефти, отобранные в ходе ряда международных морских экспедиций по программе Training Trough Research (TTR) в глубоководной части Черного моря. Дополнительно для сравнения были подобраны образцы майкопских пород (олигоцен-нижний миоцен) и нефти с прилегающей суши (рис. 1).

Изучение возраста обломков глинистых пород, извлеченных из грязевулканической брекчии, показало, что большинство из них относится к верхней части майкопской серии, а также к вышележащим отложениям среднего миоцена.

Содержание органического углерода в этих образцах измеренное по методу RockEval изменяется в пределах от 0,2 до 9,37%. Значения нефтегазоматеринского потенциала (S<sub>1</sub>+S<sub>2</sub>) по результатам пиролитических исследований изменяется от 0,25 до 18 мг УВ/г породы, то есть потенциал пород варьирует от низкого до очень высокого. Степень катагенеза, определенная по максимальной температуре пироллиза (T<sub>max</sub> ≈ 429°C), а также по биомаркерному составу насыщенной и ароматической фракций извлеченного битумоида, соответствует зоне протокатагенеза (ПК<sub>3</sub>) по классификации Н.Б. Вассоевича.

Учитывая большую мощность майкопских отложений в пределах прогибов – Туапсинского, Сорокина, Восточно-Черноморского, достигающую 5–6 км по результатам сейсмических исследований, можно ожидать наличие активных процессов нефтегенерации и миграции в средней и нижней частях комплекса.



Рис. Схема отбора образцов на геохимические исследования (отдельно вынесены названия грязевых вулканов)

Вследствие чего встает вопрос о потенциале нижележащих отложений. В связи с недостатком информации и отсутствием бурения в глубоководной части Черного моря для оценки нефтегазоматеринского потенциала пород нижнего и среднего майкопа были исследованы образцы с прилегающей суши. В том числе образцы из Сочи-Адлерской депрессии, которая является продолжением Туапсинского прогиба на суше [1].

Данные исследований этих образцов пород по методу RockEval сведены в таблице (Сорг – общее содержание органического углерода в породе, % масс,  $S_1$  – свободные углеводороды (УВ) до 300°C, мг УВ/г породы,  $S_2$  – УВ – продукты пиролиза керогена и смолисто-асфальтеновых веществ 300–600°C, мг УВ/г породы, PI – индекс продуктивности  $S_1/(S_1+S_2)$ ,  $T_{max}$  – температура максимального выхода УВ при пиролизе керогена, °C, HI – водородный индекс, мг УВ/г Сорг, OI – кислородный индекс, мг CO<sub>2</sub>/г Сорг.).

Таблица

Результаты пиролитических исследований образцов пород майкопской серии, отобранных с прилегающей суши

Название образца	Возраст	Сорг	$S_1$	$S_2$	PI	$T_{max}$	HI	OI
Полуостров Крым								
Чауда 1	ранний-средний миоцен	0,74	0,01	0,37	0,02	421	50	37
Чауда 2	ранний-средний миоцен	0,64	0	0,35	0	427	54	129
Булганак 1	ранний-средний миоцен	0,66	0	0,17	0,01	-	26	158
Пролом 1/1	олигоцен, пшехский региоярус	1,2	0,05	0,5	0,09	400	41	85
Кызил-Джар 1/1	ранний олигоцен, базальный горизонт	0,3	0,01	0,17	0,06	-	57	360
Западно-Кубанский прогиб (скважина СГ-1)								
КР-6	миоцен, коцахурский региоярус	1,7	0,05	3,42	0,02	438	201	20
КР-7	миоцен, коцахурский региоярус	1,84	0,07	5,33	0,01	439	290	17
КР-8	миоцен, коцахурский региоярус	0,89	0,06	0,71	0,07	430	80	57
КР-9	миоцен, коцахурский региоярус	1,11	0,03	0,48	0,06	423	43	34
КР-10	миоцен, сакараульский региоярус	1,09	0,05	0,84	0,06	433	77	29
КР-11	миоцен, сакараульский региоярус	0,88	0,06	0,79	0,07	436	90	30
КР-12	миоцен, сакараульский региоярус	0,94	0,11	0,89	0,11	436	95	28
КР-13	миоцен, кавказский региоярус	1,09	0,22	1,32	0,14	437	121	17
Сочи-Адлерская депрессия								
А 8/1	олигоцен, сочинская свита	0,88	0,05	1,53	0,03	432	174	28
А 15/2	олигоцен, мацестинская свита	1,35	0,03	4,68	0,01	425	347	23
А 23/1	ранний олигоцен, олистострома	2,3	0,01	6,85	0	425	298	35
А 23/2	ранний олигоцен, олистострома	2,07	0,01	6,5	0	422	315	37
А 23/3	ранний олигоцен, олистострома	4,06	0,06	18,32	0	417	451	28
А 20/3	ранний олигоцен, базальный горизонт	1,57	0,04	6,89	0,01	420	440	20
Абхазия								
Н11б	олигоцен-ранний миоцен	0,9	0,11	2,89	0,04	422	322	97
Н41а	олигоцен-ранний миоцен	1,28	0,05	1,34	0,04	428	105	103
Н49а	олигоцен-ранний миоцен	1,99	0,02	5,37	0	418	270	50
Н49б	олигоцен-ранний миоцен	1,49	0,03	4,92	0,01	419	331	78
Н38а	олигоцен, ходумский горизонт	1,76	0,03	4,14	0,01	419	235	43
Н38б	олигоцен, ходумский горизонт	1,99	0,03	4,18	0,01	418	211	40
Н48а	олигоцен	1,6	0,04	5,93	0,01	422	369	40
Н48б	олигоцен	2,34	0,16	6,59	0,02	420	281	27
Н48в	олигоцен	1,29	0,03	3,2	0,01	423	249	48



Содержание органического углерода в этих образцах изменяется в пределах от 0,3 до 4,06%. Значения нефтегазоматеринского потенциала ( $S_1+S_2$ ) по результатам пиролитических исследований изменяется от 0.17 до 18,38 мг УВ/г породы, то есть потенциал пород варьирует от низкого до очень высокого. Отмечается рост значений потенциала в нижних частях разреза майкопских отложений до 18,38 мг УВ/г породы в пределах Сочи-Адлерской депрессии и территории Абхазии.

В результате проведенных исследований было установлено, что породы верхней части майкопских отложений в пределах глубоководья обладают достаточным потенциалом для генерации углеводородов, но находятся на низкой стадии катагенеза (ПК<sub>3</sub>). Вследствие большой мощности отложений предполагается активная генерация и миграция углеводородов в средней и нижней части майкопских отложений.

Приведённые данные по сути убедительно доказывают наличие высокого нефтегазогенерационного потенциала в нижней и средней части майкопских отложений.

Поскольку майкопские отложения определяют нефтегазоносность многих регионов прилегающих к Черному морю, изучение процессов генерации и миграции углеводородов в данной толще, возможно, позволит в будущем выявлять перспективные участки для добычи нефти и газа в акватории Черного моря.

#### Литература

1. Афанасенков А.П., Никишин А.М., Обухов А.Н. Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. – М.: Научный мир, 2007.

### ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД МАЛЫШЕВСКОГО ГОРИЗОНТА В ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЕ №1 ЮЖНО-ПЫЖИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

А.А. Парфёнова

Научный руководитель ассистент Е.Н. Осипова

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

Параметрическая скважина Южно-Пыжинская № 1 находится в восточной части Усть-Тымской впадины, примыкающей к западному крылу Пайдугинского вала. Этот район слабо изучен глубоким бурением. Имеющиеся на площади работ скважины пробурены на сводах положительных структур.

В работе рассматриваются юрские отложения малышевского горизонта. Стратиграфически они приурочены к верхнетюменской подсвете, сложенной сероцветной толщей. В верхней половине – преимущественно алевролиты и аргиллиты с прослоями песчаников и углей, внизу – преимущественно песчаники с прослоями алевролитов. В основании подсветы пласт угля, индексируемый как У<sub>6</sub>, который перекрыт серией проницаемых пластов Ю<sub>2-6</sub>. Подсвета, наряду с базальным горизонтом юрской системы, в разрезе параметрической скважины характеризуется наличием самых мощных проницаемых пластов среди нижнесреднеюрских отложений.

Верхняя часть подсветы (интервалы 2687,6–2699,0 м и 2699,0–2711,5 м) представлена керном №№ 13 и 14. Верхний интервал содержит переслаивание светло-серых песчаников крупно- и мелкозернистых (вверху и внизу керна), алевролитов серых или буроватых глинистых (часто землистых), пластов углей, частично сидеритизированных (средняя часть керна). Внизу породы грубые, с галькой и следами перемылов. Разрез чётко делится на три части: надугольную, межугольную и подугольную (соответственно аллювиального, болотного и бассейнового облика).

Надугольная часть сложена песчаниками светло-серыми (от крупнозернистых – внизу до мелкозернистых – вверху) с углефицированным растительным детритом по косой и косо-параллельной слоистости, с обломками углей разного размера и редкими гальками сидерита в основании. Надугольная часть с размывом ложится на угольную часть разреза.

Межугольная (4,2–5,65 м, н.к.) – с резкой верхней и постепенной нижней границами. Нижний угольный пласт вверх по разрезу сменяется аргиллитами тёмно-серыми с детритом, горизонтально-слоистыми, выше – отбеленными, вверху перемьятыми алевролитами с растительным детритом, которые сменяются верхним пластом угля.

Подугольная часть представлена переслаиванием глинистых алевролитов и алевроитовых аргиллитов с нечёткой субгоризонтальной слоистостью. В средней и нижней частях отмечаются следы биотурбаций.

Песчаники свиты серые и светло-серые, от мелко- до среднезернистых, слоистые, за счёт тонких линзовидных прослоев угля, сидерита и слюдяного материала, плотные, средней крепости. Слоистость в песчаниках пологоволнистая, прерывистая. В средней части песчаник серый, среднезернистый, однородный. На свежем сколе песчаники без признаков углеводородов.

В глинах слоистость тонкая горизонтальная, иногда линзовидная, отмечаются следы перемыва и срезание слоев.

Для изучения пустотно-порового пространства, а также минералогического состава породообразующей части и цементирующего вещества проведено микроскопическое исследование песчаников из пласта Ю<sub>4</sub>. Образцы на шлифы №№ 4025 и 4029 отобраны с глубин 2697,04 м, 2699,4 м, соответственно. При изготовлении шлифов песчаники предварительно пропитывались окрашенной смолой в вакууме, тогда пустотное пространство выделяется голубым цветом и хорошо просматривается.

В шлифе 4025 – песчаник среднезернистый полевошпат-кварцевый граувакковый с кальцит-глинистым плёчно-поровым цементом, пористый. Сортировка зёрен по классификации П. Траска средняя (1,73). Породообразующая часть представлена кварцем (42 %) и полевыми шпатами – 27 %, из которых преобладают интенсивно изменённые разности (15 %). Суммарное количество обломков 31 % (поэтому песчаник отнесён к граувакковым), здесь отмечены примерно в равных количествах кремнистые (7 %), кремнисто-слюдистые (4 %), глинистые (6 %), слюдистые (6 %) обломки, эффузивы (6 %), гранитоиды – их гораздо меньше – (2 %). Цемент присутствует в количестве 5 %, из них 3 % составляет каолинит, по 1 % гидрослюда и кальцит, единичными агрегатами встречаются слюды, хлорит и сидерит. Поровое пространство в шлифе представлено внутризерновыми порами в эффузивах и полевых шпатах, межзерновой пористостью и микропористостью в каолините цемента (рисунок А). Размеры пор от 0,015 до 0,45 мм (таблица), коэффициент свободных пор 12 %, степень сообщаемости пор хорошая.

В шлифе 4029 – песчаник мелкосреднезернистый полевошпат-кварцевый граувакковый со слюдисто-каолинитовым плёчно-поровым цементом, пористый. Сортировка средняя – 1,95. В составе порообразующей части преобладает кварц – 48 %, полевых шпатов 24 %, из них 12 % и 11 % соответственно, сильно- и средне изменённые разности. Всего обломков 28 %: преобладают эффузивы (8 %), кремнистые – 6 %, слюдистые – 5 %, кремнисто-слюдистые – 4 % (слюда часто хлоритизирована) зёрна, в меньшем количестве глинистые (3 %) обломки и гранитоиды (2 %). Цемент составляет 6 %: 3 % – каолинит, по 1 % – гидрослюда, слюдистый материал и хлорит; карбонатный цемент представлен редкими включениями кальцита и сидерита. Поровое пространство в шлифе образовано межзерновыми, внутризерновыми порами и микропорами в каолините цемента (рисунок В). Микропоры образуются по краям растворённых обломков, в том числе и в кварце (рисунок Б). В каолинитовом цементе наблюдается сеть мелких (около 0,015 мм) пор. Размеры пор в шлифе составляют от 0,015 до 0,55 мм, коэффициент свободных пор составляет 11 % (таблица).

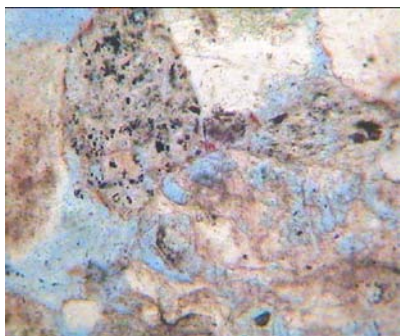
Из таблицы видно, что пористость, подсчитанная в шлифах, ниже пористости, определённой лабораторными исследованиями, этот факт можно объяснить наличием внутризерновой пористости и микропористости в каолинитовом цементе, которые в шлифах не подсчитывались.

Таблица

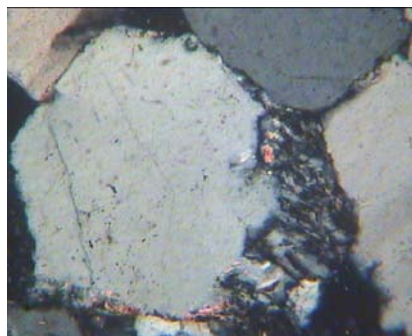
**Межзерновые контакты и фильтрационно-емкостные свойства песчаников пласта Ю<sub>4</sub>**

№ шлифа	Коэффициенты			Пустотное пространство			Данные лаборатории физики пласта «ТомскНИПИнефть»	
	контактности, R <sub>к</sub>	плотности, R <sub>пл</sub>	упаковки, R <sub>у</sub>	размеры пор, мм		Рсв. пор, %	Кпо, %	Кпр, мкм <sup>2</sup> ·10 <sup>-3</sup>
				от	до			
4025	0,178	0,855	0,208	0,01	0,45	12	14,7	10,32
4029	0,206	0,9	0,229	0,01	0,16	11	14	4,93

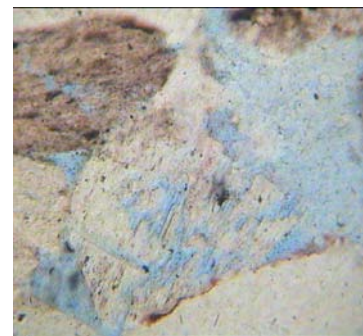
Зёрна кварца имеют разнообразную форму: полуокатанную, окатанную, удлинённую, кристаллографическую (при регенерации); иногда трещиноваты, иногда растворены по краям. Регенерация кварца составляет по 4 % в каждом шлифе. Полевые шпаты представлены зёрнами прямоугольной формы, а по составу – калишпатами и плагноклазами. Характерной особенностью полевых шпатов в изучаемых песчаниках являются их вторичные преобразования – растворение (выщелачивание), замещение пелитовым и слюдистым материалом. Интенсивное развитие вторичных процессов в зёрнах полевых шпатов привело к образованию глинистых и слюдистых обломков, сохраняющих прямоугольную форму, а слюдистые частицы располагаются параллельно плоскости спайности.



А. Шлиф 4025, ник. 1, увел. 126. Внутризерновая пористость в обломках эффузива и полевого шпата, межзерновые поры, микропористость в каолините



Б. Шлиф 4029, ник.2, увел. 126. Растворение и регенерация зёрен кварца: плёночный гидрослюдистый цемент; конформные контакты, трещиноватость



В. Шлиф 4029, ник. 1, увел. 126. Поры межзерновые, внутризерновые в эффузиве и полевом шпате, микропористость в каолините

**Рис. Особенности пустотно-порового пространства песчаников пласта Ю<sub>4</sub>**

*Эффузивы* кислого и среднего состава часто лейкоксенизированы и хлоритизированы, отдельные зёрна покрыты гидроксидом железа. К *гранитоидам* отнесены обломки кварц-полевошпатового состава, из которых часто встречаются пегматиты. В этих обломках полевошпатовая составляющая пелитизирована, в некоторых случаях выщелочена, тогда создаётся внутризёрновая пористость.

В песчаниках пласта Ю<sub>4</sub> развит поровый, реже плёночный тип цементации обломочного материала. Каолинит является основной составляющей глинистых цементов, он хорошо раскристаллизован, встречается в виде крупнопакетных агрегатов кристаллической структуры. Кроме этого отмечается бесцементное соединение зёрен за счёт межзёрновых *контактов*, образующихся при уплотнении породы и регенерации зёрен. Преобладают вогнутые и линейные контакты, которые образуют инкорпорационные и конформные структуры внедрения и приспособления зёрен. Это создаёт непроницаемые участки и объясняет неравномерность распределения цементов и пустот в породах. Точечные контакты встречаются гораздо реже. В целом, коэффициент контактности изменяется от 0,178 (шлиф 4025) до 0,206 (шлиф 4029).

Межзёрновые поры имеют преимущественно неправильную и реже треугольную конфигурацию. Они соединены узкими каналами. Часть внутризёрновых пор образована за счёт растрескивания обломков при уплотнении породы; эти поры имеют щелевидный характер и отмечаются в обломках, тесно контактирующих с соседними обломками. Внутризёрновые поры приурочены к пористым эффузивам и растворённым полевым шпатам (рисунок).

Проведённые исследования показали, что в песчаниках пласта Ю<sub>4</sub> параметрической скважины №1 Южно-Пыжинской площади проявились практически все основные постседиментационные процессы: растворение, перекристаллизация, трещинообразование, вторичное минералообразование. Последнее выражено замещением полевых шпатов слюдистым и пелитовым материалом, а также ожелезнением обломков. При вторичном минералообразовании наблюдается выпадение новых минералов из растворов, циркулирующих в свободном поровом пространстве. Эти процессы, выраженные в развитии регенерационных, вторичных каолинитовых и карбонатных цементов, ухудшают коллекторские свойства пород.

Таким образом, согласно классификации А.А. Ханина, учитывающей пористость и проницаемость пород, изученные песчаники относятся к плохо проницаемому коллектору V класса.

## УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И НЕФТЕНОСНОСТЬ ПЛАСТА Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> ДВОЙНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.Н. Петроченко

Научный руководитель доцент Н.М. Неволико

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

Объектом исследования является песчаный пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, развитый на территории Двойного нефтяного месторождения и залегающий в верхней части верхнеюрского регионально нефтеносного горизонта Ю<sub>1</sub>. Месторождение открыто в отложениях мезозойско-кайнозойского чехла, нефтегазоносность его связана с наунакской свитой верхней юры. В административном отношении оно расположено в западной части Томской области в центре Каргасокского района. В тектоническом плане участок приурочен к зоне сочленения западного склона Парабельского мегавала и восточного борта Усть-Тымской впадины (ее юго-западного рукава); согласно нефтегеологическому районированию относится к Васюганской нефтегазоносной области и входит в состав Усть-Тымского (запад) и Парабельского (восток) нефтегазоносных районов.

Целью работы является выявление особенностей строения и распределения коллекторских свойств по пласту Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> Двойного месторождения.

Актуальность темы продиктована необходимостью исследования малых месторождений и литологической изменчивостью продуктивностью пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>.

Проведено расчленение и корреляция отложений горизонта Ю<sub>1</sub>, обобщены промыслово-геофизические, гидродинамические, лабораторные исследования коллекторских свойств пород; охарактеризованы в результате детального петрографического анализа особенности структурно-вещественного состава коллекторов и их пустотно-порового пространства; выполнено моделирование пласта в интегрированной системе Прайм [4].

Пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> входит в состав верхненаунакской подсвиты оксфордского времени (рис. 1), залегает согласно на пласте Ю<sub>1</sub><sup>2</sup>, в кровле которого распространен угольный пласт У<sub>0-2</sub>, и также согласно перекрывается глинистыми отложениями, венчающимися угольным пластом У<sub>0-1</sub>; на котором залегают глинистые относительно глубоководные отложения георгиевской свиты.

Согласно общепринятым представлениям об условиях осадконакопления верхненаунакских отложений [1], накопление осадков пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> происходило в мелководно-морских условиях. Исходя из замкнутой формы песчаного тела в плане и интерпретируя форму кривой ПС, согласно В.С. Муромцеву [3] в разрезе, формирование отложений можно связать с трансгессивными барями.

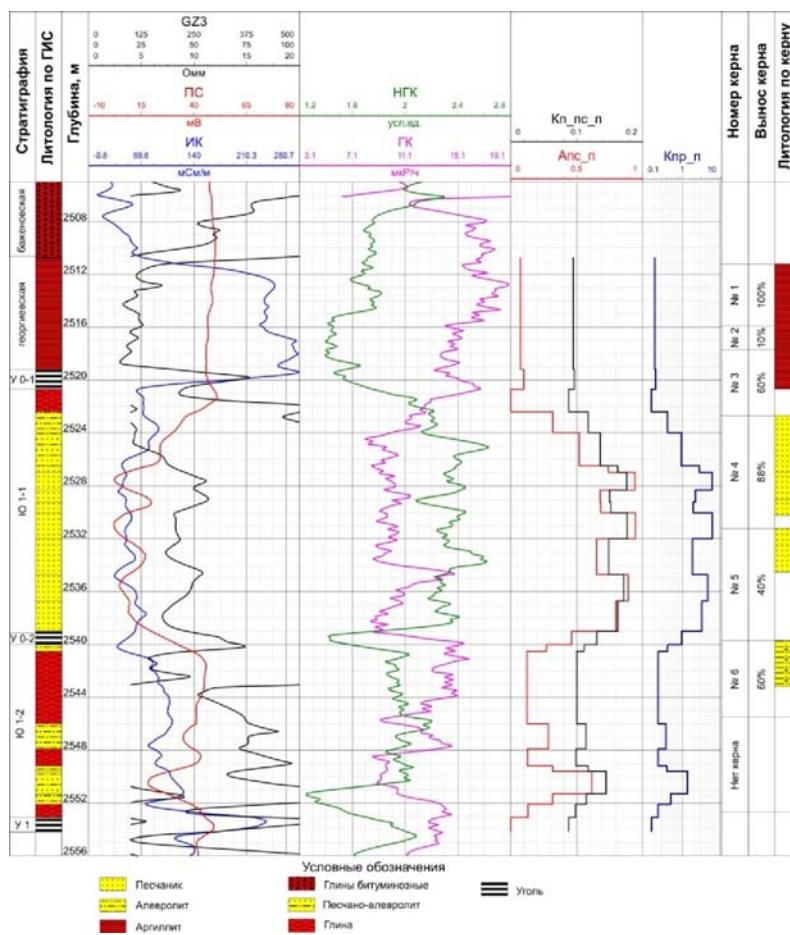


Рис. 1 Литолого-геофизический разрез верхнеюрских отложений в скважине 2 Двойного месторождения

На территории месторождения (рис. 2), по результатам бурения 7 скважин, пласт развит преимущественно в центральной части (район скважин №№ 2, 5, 6, 7) и приурочен к одноименному поднятию, выделенному на структурной карте по подошве баженовской свиты по изогипсе -2515 м.

Толщина песчаного тела в куполе поднятия достигает 20 м (район скважины № 2). Здесь распространены песчаные породы крупнозернистые (с медианным диаметром –  $Md=0,95$  мм), крупно-среднезернистые ( $Md=0,5-0,6$  мм) и среднезернистые ( $Md>0,4$  мм), занимающие практически весь объем толщи. На крыльях поднятия мощность песчаного тела резко уменьшается, снижается зернистость песчаников ( $Md=0,4-0,1$  мм), затем они сменяются алевролитами, а к периферии пласт полностью выклинивается, замещаясь глинистыми породами. Породы хорошо и средне отсортированы; коэффициент сортировки  $So=1,86-2,5$ , значения коэффициента по пласту меняются закономерно.

Сильная изрезанность боковой линии свидетельствует о непостоянном режиме седиментации, связанном как с выходом барового тела на поверхность, так и с размывом и переотложением осадков. Фигуративные точки гранулометрических параметров на динамогенетической диаграмме «Асимметрия–Экссесс» располагаются в полях: IV – сильные вдольбереговые течения, VII – эоловая переработка и волновые процессы на мелководье, VIII – выход волн на мелководье, мощный накат-прибой (рис. 3). На генетической диаграмме Л.Б. Рухина (рис. 4) они соответствуют полю песков, отложенных в зоне течений и эоловых песков.

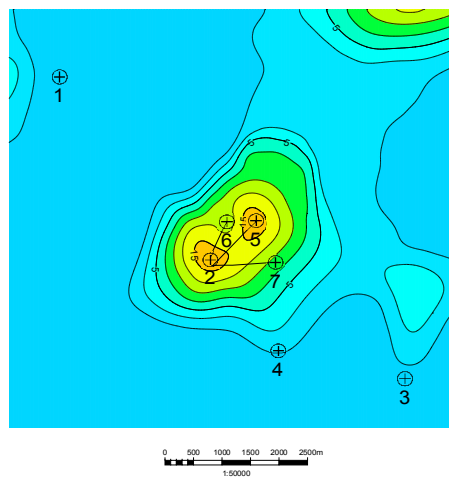


Рис. 2 Карта общих толщин песчаного пласта Ю<sub>1</sub> на Двойном месторождении

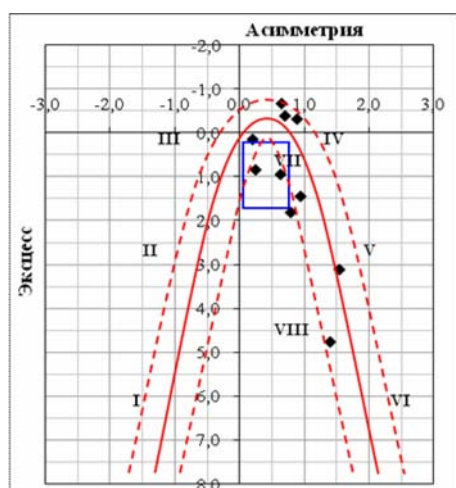


Рис. 3 Положение значений асимметрии и эксцесса на диаграмме ВНИГРИ [2] в песчаниках пласта Ю11 на Двойном месторождении

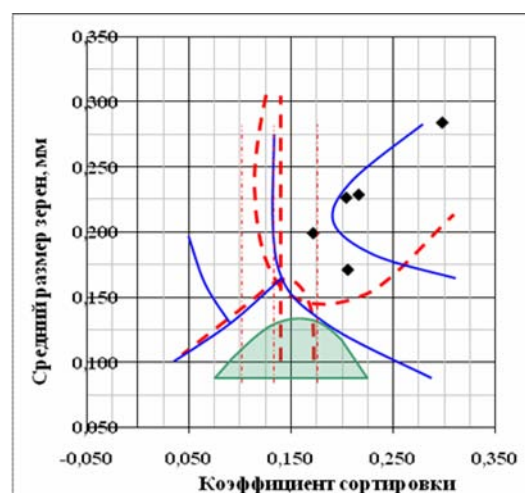


Рис. 4 Положение значений асимметрии и эксцесса на генетической диаграмме Л.Б. Рухина [5] в песчаниках пласта Ю11 на Двойном месторождении

По составу песчаники относятся к граувакково-аркозовым разностям с содержанием кварца 37—55 %; полевых шпатов – 26–41 %, обломков пород – 16–26 % и цементом смешанного хлорит-гидрослюдисто-каолинитового, иногда карбонатного (кальцит и сидерит), а в наиболее пористых и крупнозернистых разностях – преимущественно каолинитового состава. Пустотно-поровое пространство в них представлено межзерновыми (сечением 0,03–0,16 мм, реже до 0,58 мм), внутризерновыми (сечением 0,005–0,01) порами и микропористостью (сечением менее 0,005 мм) в каолинитовом цементе.

Распределение пор в песчаниках пласта неравномерное: в крупно-среднезернистых и среднезернистых разностях преобладают равномерно распределенные сообщающиеся и полуизолированные поры. В мелкозернистых песчаниках и алевролитах развитие получили слабо сообщающиеся и изолированные поры, и отмечается неравномерно-пятнистое (из-за повышенного содержания второстепенных минералов – слюд, хлорита – и цемента хлорит-гидрослюдистого и сидеритового состава) и часто послойное распределение пор. В песчаниках с кальцитовым цементом поры отсутствуют или встречаются единичные изолированные мелкие остаточные поры. Согласно лабораторным исследованиям керна скважин №№ 2 и 5 (68 определений пористости и проницаемости и 20 определений начальной нефтенасыщенности), открытая пористость пород варьирует в пределах 10,5–17,4 % (среднее 13,6 %), проницаемость  $0,5–6,5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> (среднее  $3,1 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>); значения начальной нефтенасыщенности 60,3–69,3 % (среднее 65,6 %). В близких пределах изменяются значения этих же параметров, рассчитанные по промыслово-геофизическим данным: коэффициент открытой пористости варьирует в пределах 11,5–16,0 % (среднее 14,0 %); проницаемость –  $0,96–4,2 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> (среднее  $2,8 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>); коэффициент начальной нефтенасыщенности – 64,1–68,2 % (среднее 66,4 %). Проницаемость пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> по результатам гидродинамических исследований составила  $1,33 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> и изменяется от 1,1 до  $1,56 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Наибольшие значения пористости отмечены в породах скважин № 2 (от 9 % в глинистых породах до 17,6 % в крупнозернистых песчаниках) и № 7 (до 17,5 %). В скважинах №№ 1, 3 и 4 пористость не больше 10 % (минимум в скважине № 1 – 7,2 %). Средние значения коэффициента пористости характерны для песчано-алевролитовых пород скважины № 6 (11–14 %).

Нефтяная залежь пластово-сводовая литологически ограниченная, приурочена к северо-западному куполу центрального поднятия (скважины №№ 2, 5, 6, 7, в контуре изогипсы -2510 м). Мощность нефтенасыщенной толщи от 15,2 м (скважина № 2), до 13 м; 11,7 м; 4 м в скважинах №№ 5, 6, 7 соответственно. Размеры залежи 2,5x2,75 км, высота 50 м.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы в качестве основы для подсчета запасов нефти Двойного месторождения и для выявления закономерностей формирования верхнеюрских отложений Томской области.

#### Литература

1. Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Фациальная диагностика по материалам ГИС континентальных и прибрежно-морских отложений юры юго-востока Западной Сибири // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск, 1984. – С. 11–23.
2. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа) / В.А. Гроссгейм, О.В. Бескровная, И.П. Геращенко и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 250 с.

4. Перевертайло Т.Г., Захарова А.А. Формирование 3D геологических моделей месторождений нефти и газа в среде программного комплекса Petrel («Shlumberger»): практикум. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 93 с.
5. Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. – Л.: Государственное научно-техническое изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1961. – С. 523 – 524.

## СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕРХ-ТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.Н. Прахов

Научный руководитель старший научный сотрудник М.О. Захрямина  
 Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука,  
 г. Новосибирск, Россия  
 Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Верх-Тарское месторождение нефти расположено в северном районе Новосибирской области, в 340 км к северо-западу от г. Новосибирска и в 120 км к северу от г. Барабинска.

Согласно схеме нефтегазогеологического районирования Верх-Тарское месторождение входит в состав Межовского нефтегазоносного района Васюганской нефтегазоносной области.

В тектоническом отношении расположено в южной части Западно-Сибирской плиты на северном склоне положительной структуры первого порядка – Межовского структурного мегамыса.

Верх-Тарская структура представляет собой относительно пологую брахиантиклинальную складку, осложненную тремя поднятиями – малым на севере, основным в центре и южным, к двум последним приурочено одноименное месторождение. Месторождение контролируется Верхне-Тарской локальной структурой. По основному отражающему горизонту Б (кровля баженовской свиты верхней юры) структура представляет собой антиклинальную складку северо-западного простирания (рис.1).

Осадочный чехол выполнен отложениями юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов, мощностью около 2700 м. Доюрские отложения вскрыты на 34–72 м пятью скважинами и сложены карбонатно-терригенной формацией D-C возраста. На месторождении выявлены две залежи нефти в пластах М и Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>.

Пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> является основным продуктивным пластом. Приурочен к верхней части васюганской свиты верхней юры. Залегает на глубине 2456–2530 м при общей мощности от 7 до 26 м. Сложен песчаниками и крупнозернистыми алевролитами с небольшими по мощности прослоями аргиллитов [1].

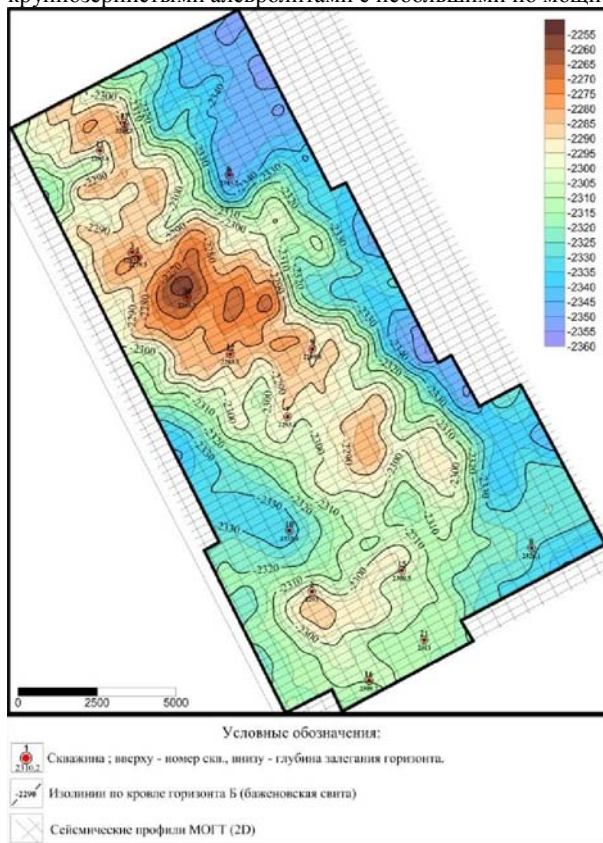


Рис.1 Структурная карта по кровле баженовской свиты

Песчаники и алевролиты по петрографическому составу полевошпато-кварцевые с большим количеством обломков пород. По гранулометрическому составу они средне- и мелкозернистые. Цемент песчаников каолинит-гидрослюдистый и карбонатный, порово-пленочного, порово-базального и базального типов.

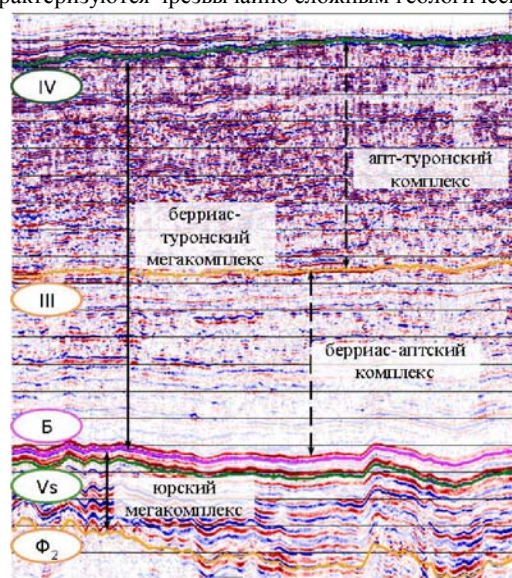
Содержание глинистого цемента от 3 до 11%, карбонатность от 0,2 до 3,9 %. Открытая пористость песчаников изменяется от 11 до 20% и в среднем равна 17.

Покрышкой залежи служат глинистые породы (аргиллиты) георгиевской, баженовской и куломзинской свит (верхняя юра – нижний мел) общей мощностью 56–71 м. Залежь нефти пластовая, сводовая, средне- и высокодебитная, с коллекторами порового типа [2].

Залежь пласта М приурочена к контакту осадочных пород тюменской свиты (средняя юра) с верхней частью доюрских образований. Пласт представлен корой выветривания по известнякам. Мощность коллектора от 5,2 до 11,6 м. Перекрывает залежь локальная глинистая покрышка мощностью до 3 м.

Верхнеюрские песчаные пласты горизонта Ю<sub>1</sub> васюганской свиты являются одним из главных по значимости нефтеносным объектом Западно-Сибирского бассейна. По объему доказанных запасов они являются вторыми (после неокомского интервала) по бассейну в целом и первыми для его юго-восточной периферии (Томская и Новосибирская области).

Практика освоения пластов горизонта Ю1 показывает, что почти все они без исключения характеризуются чрезвычайно сложным геологическим строением [1].



Ф<sub>2</sub> – подошва осадочного чехла; Vs – кровля васюганской свиты; Б – кровля баженовской свиты; III – кровля киялинской свиты (аналог кошайской пачки); IV – кузнецовская свита

**Рис.2 Основные сейсмоотражающие горизонты и сеймокомплексы**

Структура поднятия вверх по разрезу не претерпевает существенных изменений кроме заметного затухания поднятий, которые хорошо проявлены в доюрском фундаменте.

В рельефе кровли баженовской свиты (Б) структура не меняет свою форму и амплитуду, ограничивающая изогипса на отметке –2330. В рельефе кровли киялинской свиты (III) отмечается воздымание южной и восточной частей Верх-Тарского локального поднятия и продолжение выполаживания структуры. Ограничивающая изогипса проведена на абсолютной отметке –1370 м, околотившая два поднятия с амплитудами, не превышающими 21 м. В структурном плане кузнецовской свиты (IV) продолжается воздымание юго-восточной и погружение северо-западной частей структуры, ЛП теряет свою форму.

Изменение толщин сейсмогеологических комплексов по площади характеризует историю тектонического развития исследуемой территории. Для этого были выделены два мегакомплекса (рис.2) – юрский и берриас-туронский. Берриас-туронский мегакомплекс был разделен на два комплекса: берриас-аптский и апт-туронский [3].

Зоны увеличения толщин комплексов, ограниченных в кровле и подошве поверхностями выравнивания, будут отвечать участкам, испытывающим тенденцию к относительному погружению, а наименьшие толщины будут соответствовать зонам относительного воздымания. Характер изменения толщин осадочных комплексов по площади на картах изопохит позволит оценить области относительного воздымания и прогибания на каждом из этапов развития территории.

В истории развития Западно-Сибирского бассейна в мезозое и кайнозое выделено три этапа тектонической активизации [3]: юрский, раннемеловой и позднелайоцен-неогеновый. В районе Верх-Тарского поднятия можно выделить два крупных этапа: юрский и раннемеловой.

Анализ карты изопохит юрских (геттанг-титонских) отложений показал, что на время формирования баженовской свиты на территории Верх-Тарского ЛП хорошо выделялась приподнятая структура, осложненная двумя небольшими по площади поднятиями, которые находились в северо-западной части. В юго-восточной части ЛП находилась палеодепрессия. Сопоставление палеорельефа доюрского основания, сформировавшегося к концу волжского века, с современным строением района работ свидетельствует о том, что именно в юрский этап развития были заложены основные тенденции развития структуры. Во время формирования берриас-аптских отложений наблюдается тенденция к росту палеоподнятий, которые практически повторяют очертания положительных структур сформировавшихся к настоящему времени. На фоне относительно приподнятых юго-западной и центральной частей ЛП северная и северо-восточная части территории испытывали погружение, о чем свидетельствуют наибольшие мощности осадков. В апт-туронский этап развития возобновилось воздымание северной и северо-западной частей ЛП, с одновременным погружением его южной части.

Таким образом, анализ истории тектонического развития Верх-Тарского месторождения показывает, что наиболее интенсивный процесс образования поднятия происходил в берриас-аптское время. На протяжении всей истории развития Верх-Тарское поднятие испытывало тенденцию к росту. Современный облик структуры сформировался к концу апта и до настоящего времени практически не испытывал структурных потрясений.

Для построения сейсмогеологической модели Верх-Тарского месторождения создан проект в интерпретационном пакете Kingdom 9.0, определены основные сейсмогеологические реперы, представленные выдержанными по толщине глинистыми пачками, сформировавшимися в эпохи трансгрессий и получившими распространение на обширных территориях. К ним приурочены наиболее энергетически выраженные отражающие горизонты – сейсмогеологические реперы (рис. 2).

Сейсмогеологические реперы изохронны и приурочены к региональным поверхностям выравнивания, т.к. они представлены выдержанными по толщине пачками глин, сформировавшимися в эпохи максимального тектонического покоя. Это связано с тем, что “чистые” аргиллиты обладают аномально низкими относительно вмещающих песчано-алевролитовых пород скоростями распространения продольных сейсмических волн [3].

Анализ структурных карт показал, что в рельефе доюрского основания (Ф<sub>2</sub>) ЛП ограничено изогипсой проведенной на отметке -2680 м, и имеет амплитуду 260 м.

В структурном плане кровли васюганской свиты (Vs) Верх-Тарское ЛП околотовено по изогипсе - 2375, а амплитуда составляет 70 м.

## 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. Залазаева Л.В., Запывалов Н.П. Породы коллекторы продуктивного пласта Ю1 Верх-Тарского месторождения нефти // Литология и геохимия мезозойских отложений Сибири. Новосибирск, 1972. – Вып. 149. – С. 42 – 47.
3. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРИИ ТРЕХСЛОЙНОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВУАРА НА НЕФТЯНЫХ ОБЪЕКТАХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

К.С. Севоньяева

Научный руководитель старший преподаватель С.Н. Кривошеков  
Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия

Как известно, большинство антиклинальных залежей характеризуются коэффициентом заполнения ловушки, меньшим единицы, то есть высота залежи меньше амплитуды ловушки по кровле коллектора. Так же в большом количестве встречаются пустые структуры.

Существует несколько точек зрения на данную проблему, которые можно разделить на две группы. Согласно первой, залежи углеводородов на текущее время являются конечным итогом миграционно-аккумуляционных процессов углеводородов. Недозаполнение ловушек объясняется либо недостаточным количеством органического вещества в материнской толще, либо структурными перестройками ловушек, вызвавших увеличение амплитуды после формирования залежи. Однако данная точка зрения не дает четкого объяснения наличия пустых структур.

Вторая точка зрения основана на том, что процессы генерации, миграции и аккумуляции углеводородов продолжаются и в настоящее время. В данном случае недозаполнение антиклиналей объясняется трехслойным строением природного резервуара, согласно которого между коллектором и истинной крышкой залегает ложная крышка – толща, обладающая низкой, но не нулевой, эффективной пористостью и проницаемостью [2]. При этом часто ложные крышки несут признаки нефтегазоносности. Ложная крышка уменьшает объем природного резервуара на толщину этой ложной крышки. Высота ловушки считается от свода структуры по кровле коллектора до нижней замкнутой изогипсы по подошве истинной крышки. Все ловушки в пределах НПГ заполнены на 100%. Данная теория разработана В.Д. Ильиным [1].

Для рассмотрения проблемы недозаполнения антиклиналей была взята группа связанных друг с другом антиклиналей, благоприятно расположенных по отношению к источнику миграции и по-разному заполненных углеводородами. Из них Кулешовская, Сухобизярская, Баклановская (входят в состав Баклановского месторождения) и Горская структуры являются нефтеносными. Фалинская и Ново-Зольная – водоносными (рис.1).



Рис. 1 Обзорная карта

Исходя из этой теории, в данной работе была осуществлена попытка применения теории трехслойного строения резервуаров на территории западного борта Камско-Кинельской системы прогибов в Пермском крае, в виду доказанной на нем нефтегазоносности, а также наличия пустых структур.

Нефтегазоносность платформенной части Пермского края контролируется развитием Камско-Кинельской системы прогибов, из депрессионной зоны которой микронепфть мигрировала в вышележащие и



боковые породы, заполняя естественные ловушки в прибортовых зонах прогибов. Именно к этим зонам приурочены современные месторождения нефти.

В качестве объекта исследования был принят визейский терригенный комплекс, как наиболее выдержанный по Пермскому Прикамью и содержащий большую часть запасов. Комплекс включает залежи тульского и бобриковского горизонтов.

Коллекторы представлены песчаниками с прослоями алевролитов. Залежи преимущественно пластово-сводовые, литологически экранированные. Эффективная толщина пластов варьирует в пределах исследуемых структур от 3 до 20 м, пористость от 14 до 15 %, проницаемость от 0,063 до 0,107 мкм<sup>2</sup>. Нефти средние по плотности, вязкие, смолистые, сернистые, парафинистые.

В пределах Лобановского вала через эти структуры был построен профиль тульского продуктивного пласта (рис. 2) согласно теории о трехслойном строении природного резервуара.

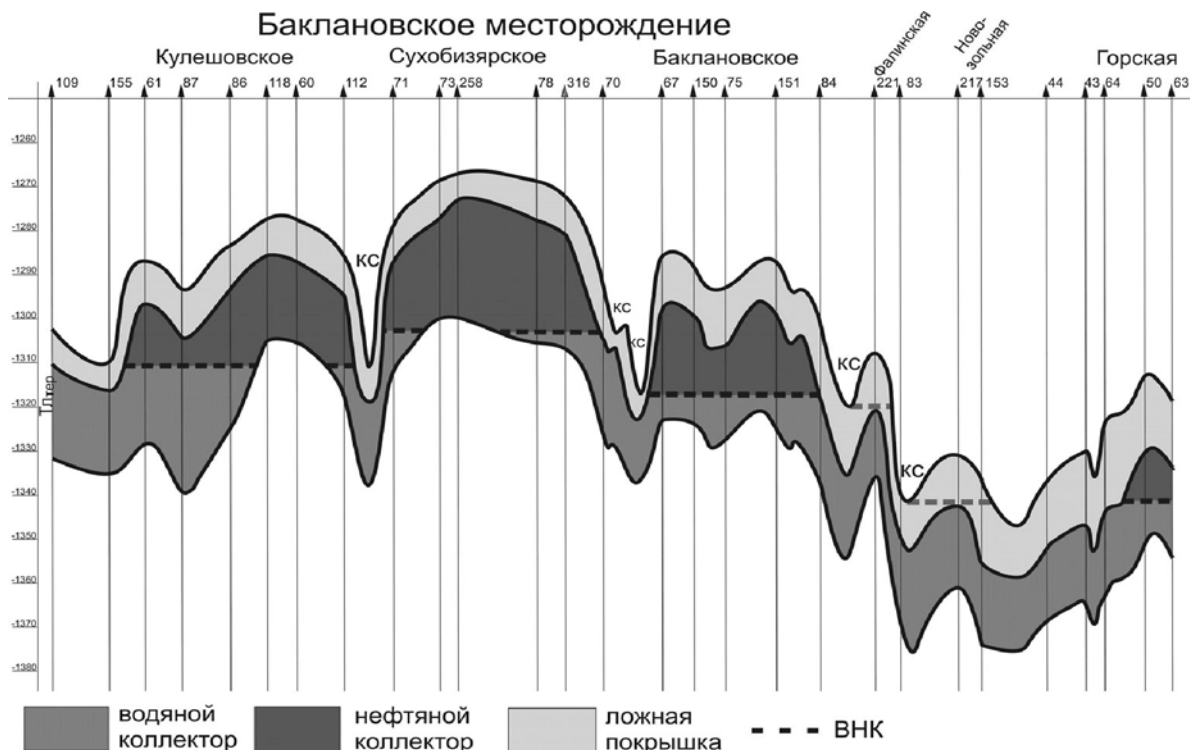


Рис. 2 Геологический профиль

Все ловушки заполнены на 100 %, поэтому критическая седловина соответствует отметке ВНК.

Как видно, пустые структуры заполнены УВ только в пределах ложной покрывки. Нужно отметить, что отсутствие скважин в точках критических седловин не позволяет однозначно утверждать, что отметка ВНК соответствует перегибу подошвы истинной покрывки.

Так же было проведено исследование ряда каротажных диаграмм. Отмечено прослеживание над пластом коллектором некоторой толщи, включающей отложения окского и тульского возраста, обладающей не максимальной плотностью (пористость варьирует от 4 до 5 %). Выше нее прослеживается более плотная толща, представленная доломитизированными известняками (пористость изменяется от 0,2 до 2 %). Вполне возможно, промежуточная толща может являться ложной покрывкой. Однако отследить эту толщу в зональном распространении не удалось ввиду ограниченного количества каротажных диаграмм.

Таким образом, теория трехслойного строения природных резервуаров применима на объектах Лобановского вала и заслуживает дальнейшего изучения. Это даст возможность осуществлять прогноз нефтегазоносности подготовленных к глубокому бурению структур.

#### Литература

1. Ильин В.Д. Локальный прогноз нефтегазоносности на основе анализа строения ловушек в трехслойном резервуаре: Методические рекомендации. – М.: ВНИГНИ, 1982.
2. Риле Е.Б., Валиева Д.И. Структуры и ловушки – степень заполнения углеводородами // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – №7. – 2001.

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕЧОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****Д.А. Скотникова****Научный руководитель старший научный сотрудник В.А Топешко  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия**

Непско-Ботуобинская антеклиза (НБА) – это надпорядковая положительная структура, расположенная в юго-восточной части Сибирской платформы. В административном отношении она относится к территории Якутии (Республика Саха) и Иркутской области [3].

Для месторождений, расположенных на территории НБА, характерно преобладание неантиклинальных залежей. Ведущий нефтегазоконтролирующий фактор – литологический. Он обусловлен изменением фильтрационно-емкостных свойств пород коллектора, в результате чего имеет «мозаичное» строение. Залежи также контролируются стратиграфическим и тектоническим факторами [2].

Кроме комбинированного типа ловушки, для месторождений характерна значительная дизъюнктивная нарушенность, блоковое строение залежей, локализация их на разных стратиграфических уровнях и смешанный тип флюида [4].

В процессе поисково-разведочных работ на территории НБА была разработана методика оптимизации геологоразведочного процесса применительно к месторождениям этой территории. Прогноз неантиклинальных залежей основан на прогнозной геологической модели. Она содержит графические построения (структурные и палеоструктурные карты, разрезы, схемы корреляции) и описание строения месторождения, в котором определяются уровни продуктивности. Используя эти данные, определяют строение и состав залежи, контуры распространения коллектора, предполагаемые уровни газо-жидкостных контактов (ГЖК) и расположение разломов. На основании модели составляется схема расположения поисковых и разведочных скважин, а также комплекс исследовательских работ, включающий программу опробования и испытания скважин, геофизические исследования скважин (ГИС), литологические исследования пород [1].

В 1962 г. мощным притоком нефти из осинского горизонта было открыто Марковское нефтегазоконденсатное месторождение. После этого началось интенсивное изучение этой территории. На настоящий момент открыто более 30 месторождений. Самые крупные из них – это Верхнечонское, Талаканское, Среднеботуобинское, Чаяндинское. Открытия и поиски новых месторождений, а также доразведка ранее открытых продолжается и сегодня. Актуальность работ связана с проведением нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» и с необходимостью его наполнения для долговременной работы. Основные поставки углеводородного сырья для нефтепровода будут осуществляться с Верхнечонского и Талаканского месторождений.

Верхнечонское газоконденсатнонефтяное месторождение было открыто в 1978 г. параметрической скважиной 122, давшей фонтан газа из терригенных отложений венда. Месторождение расположено в центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы, на западном крыле Непского свода. Его площадь разделена крупным Могдинско-Ленским разломом на два блока – центральный и северный. Разлом сопровождается цепочкой выходов на поверхность даек траппов, которые прорывают залежь. Месторождение сильно раздроблено дизъюнктивными нарушениями различной ориентировки. Почти все нарушения имеют незначительную вертикальную амплитуду. Только на северо-востоке выделен высокоамплитудный Верхнечонско-Талаканский грабен, в котором вертикальная амплитуда смещения по поверхности кристаллического фундамента достигает 100 м [2].

Промышленная нефегазоносность на месторождении связана с песчаниками непской свиты (пласты  $B_{10}$  и  $B_{13}$ ) и карбонатами преображенского ( $B_{12}$ ) и осинского ( $B_1$ ) горизонтов. В восточной части площади месторождения пласты  $B_{10}$  и  $B_{13}$  разделены пластом глин (межпластовой перемычкой), в западной – перемычка выклинивается, и они объединяются в единый пласт. Внутри залежей пластов  $B_{10}$  и  $B_{13}$  имеются непродуктивные окна, вызванные вторичным засолением песчаников и, следовательно, изменением ФЕС (рисунок).

Разведка месторождения началась сразу же после его открытия. Комплексная программа по оптимизации геологоразведочного процесса была разработана коллективом СНИИГГиМСа совместно с производственными геологическими объединениями ВостСибнефтегазгеология и Иркутскгеофизика под руководством академика А.Э. Контороваича. В соответствии с комплексной программой был проведен ряд мероприятий, позволивших получить необходимую информацию для дальнейшей добычи с наименьшими денежными и временными затратами. Всего на месторождении пробурено 107 скважин. В настоящий момент на месторождении осуществляется добыча УВ, хотя разведка не нем не закончилась, т.к. оно не оконтурено.

На Верхнечонском месторождении автором было проведено имитационное моделирование разведочного процесса, используя его в качестве полигона для дальнейших исследований. Процесс моделирования заключался в выборе наиболее оптимальной схемы размещения скважин, при которой необходимо будет затратить минимальное число скважин. Всего было выбрано три системы: ползущая, сгущающая и комбинированная.

При использовании ползущей системы вначале выбирается шаг бурения (3–5 км), и на этом расстоянии от скважины первооткрывательницы бурится еще несколько скважин. Затем действия повторяются, но уже относительно новых скважин, давших приток УВ. Происходит продвижение от центральной части к периферии. Для сгущающей сети на начальном этапе пробуривают скважины на удаленном расстоянии от первой скважины (15–20 км), затем производится сгущение системы новых скважин относительно продуктивных. Происходит

продвижение от периферии к центру. Комбинированная система предполагает сочетание ползущей и сгущающихся систем.

Были построены карты по необходимым параметрам: структурные карты по кровле горизонта, карта общих толщин, карты эффективных толщин и карты пористости. После этого полученные по картам подсчетные параметры сопоставлялись с действительными, рассчитывалось медианное отклонение этих величин. Затем строились графики зависимости медианного отклонения от числа пробуренных скважин. Графики для трех систем размещения скважин сравнивались. Наиболее оптимальной принималась такая система размещения скважин, у которой медианное отклонение стремилось к нулю при меньшем количестве пробуренных скважин.

Проведя процесс имитационного моделирования, можно заключить, что наиболее оптимальной системой размещения скважин для Верхнечонского газоконденсатнонефтяного месторождения является комбинированная схема.

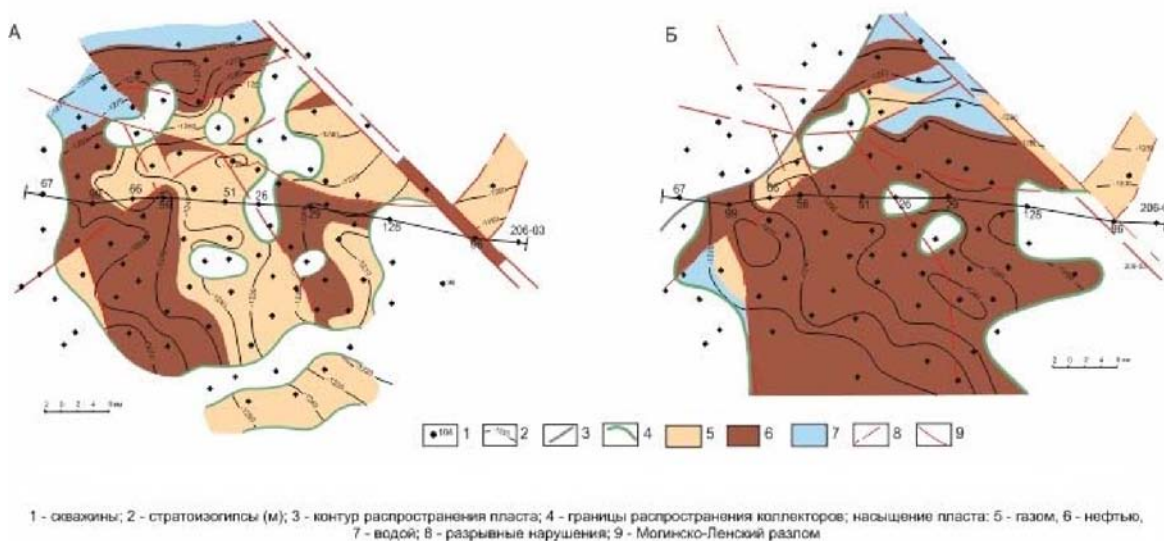


Рис. Верхнечонское месторождение. Структурная карта А – по кровле  $V_{10}$ , Б – по кровле  $V_{13}$

#### Литература

1. Габриэлянц Г.А., Пороскун В.Н., Сорокин Ю.В. Методика поисков и разведки залежей нефти и газа. – М.: Недра, 1985. – 198 с.
2. Непско-Ботуобинская антеклизия – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР /А.С. Анциферов, В.Е. Бакин, В.Н. Воробьев и др. – Новосибирск, Наука. – 1986. – 245 с.
3. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Непско-Ботуобинский регион // А.Э. Конторович, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Г.Г. Шемин и др. – Новосибирск, 1994. – Вып. 7. – 76 с.
4. Топешко В.А. Типы залежей нефти и газа в центральных районах Непско-Ботуобинской антеклизии в связи с оптимизацией их поисков и оценки. Автореферат дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1991. – 178 с.

### ОТЛОЖЕНИЯ ПАЛЕОРУСЕЛ РЕК ПРЕДГОРНЫХ РАВНИН НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

И.Е. Сорокоумова

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью исследований являлась разработка генетической модели коллекторов нефти и газа, сформированных в руслах рек предгорного типа и приуроченных к нижнеплитному комплексу юрских отложений. Территорией исследования был выбран один из наиболее перспективных нефтегазоносных районов Томской области – Казанский, расположенный в пределах зоны сочленения Пудинского мегавала и Нюрольской впадины. Несмотря на хорошую геологическую изученность района, отложения позднетюрского и раннеаленского седиментационных циклов (салатская свита, циклиты Ю<sub>15</sub> и Ю<sub>14</sub>), ставшие объектом исследования, из-за отсутствия в них в исследуемом районе промышленных притоков углеводородов, исследованы слабо.

Выделение отложений салатской свиты осуществлялось по полевому описанию разрезов и комплексу ГИС, включающему стандартный (КС и ПС) и индукционный каротаж (ИК); микронзондирование (МЗ); гамма- и нейтронный гамма-каротаж (ГК, НГК); кавернометрию (КВ); акустический каротаж (АК) масштабов 1:200 и 1:500.

Для диагностики фациальных обстановок проводилось детальное полевое послонное изучение отложений свиты с определением типа пород, их структур и текстур, минеральных включений, органических

остатков, степени их сохранности. Устанавливались особенности переслаивания пород, характер литологического замещения, типы контактов и ритмичность строения толщ. Изучался состав песчаных пород и включений в них, степень окатанности обломков, гранулометрия, определялись разновидности форм кумулятивных кривых гранулометрического состава, их расположение на оси абсцисс; степень отсортированности песчаных пород, распределение точек, распределение точек по максимальным (С, мм) и медианным (Md, мм) размерам зерен на генетической диаграмме R. Passega. По методикам В.С. Муромцева и В.Б. Белозерова и особенностям конфигурации кривой ПС электрокаротажа прогнозировался гидродинамический режим седиментации.

С учетом всех особенностей, выявленных в ходе комплексного исследования, выделялись литогенетические типы пород, характеризующие определенные фациальные обстановки (АРПР – аллювий рек предгорных равнин):

- тип АРПР-1 – конгломераты, гравелоконгломераты, конгломерато-гравелиты, гравелиты разнозернистые с плохой отсортированностью и разной окатанностью обломочного материала основания аллювиального цикла;

- тип АРПР-2 – гравелиты с включениями гальки, песчано-гравелиты и гравелопесчаники с включениями гальки и прослоями разнозернистых песчаников нижней части аллювиального цикла;

- тип АРПР-3 – песчаники разнозернистые с включениями гальки и гравия средней части аллювиального цикла;

- тип АРПР-4 – песчаники крупно- и среднезернистые однородные или с включениями окатышей сидерита и глинистых пород средней части аллювиального цикла;

- тип АРПР-5 – песчаники мелкозернистые и алевролиты косослоистые и горизонтальнослоистые с намывами углисто-слюдистого материала верхней части аллювиального цикла.

Коллекторские свойства пород заимствованы из фондовых материалов лаборатории «Физики пласта» ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК».

В ходе работы были сделаны следующие выводы:

1. Низкие коллекторские свойства пород обусловлены целым рядом причин, ведущими из которых являются: текстурная неоднородность грубозернистых толщ, образованных на начальных стадиях аллювиального цикла; структурная неоднородность и плохая отсортированность обломочного материала; невысокая зернистость пород, повышенное содержание в них плохо раскристаллизованного глинистого цемента, сидерита или кальцита (литотипы АРПР-4-2 и АРПР-5);

2. Наилучшими коллекторскими свойствами обладают породы литогенетических типов АРПР-2-3, АРПР-3-2, АРПР-1-3 и АРПР-2-2. Такая изменчивость коллекторских свойств пород связана с улучшающей сортировкой обломочного материала, исчезновением резких контактов между прослоями и выравниванием гранулометрического состава, повлекшего уменьшение анизотропии распределения обломков к средней части аллювиальных циклов, сформированной при относительно постоянном и высоком гидродинамическом режиме.

3. Низкие коллекторские свойства пород обусловлены и тем, что отложения фаций рек предгорных равнин, как правило, залегают на относительно больших глубинах (на Широтной площади в скважине 53 интервал глубин 3024–3076 м), где одним из ведущих факторов формирования ФЕС пород является и возросшая геостатическая нагрузка, уплотнившая породы.

#### Литература

1. Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Фациальная диагностика по материалам ГИС континентальных и прибрежно-морских отложений юры юго-востока Западной Сибири // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск, 1984. – С. 11–23.
2. Белозеров В.Б., Даненберг Е.Е., Ковалева Н.П. Особенности формирования песчаных тел в среднеюрских отложениях юго-востока Западно-Сибирской плиты // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск, 1984. – С. 23–32.
3. Гурари Ф.Г., Еханин А.Е. Закономерности размещения углеводородных залежей в нижнесреднеюрских отложениях Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. – Новосибирск, 1987. – №10. – С. 19–26.
4. Литостратиграфия континентальных отложений нижней и средней юры юго-восточной части Западно-Сибирской плиты / В.Б. Белозеров, Н.А. Брылина, Е.Е. Даненберг, Н.П. Ковалева // Региональная стратиграфия нефтегазоносных провинций Сибири. – Новосибирск, 1985. – С. 111–119.
5. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – 260 с.

### КОСМОСТРУКТУРЫ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

**К.А. Средняков**

Научный руководитель профессор А.А. Поцелуев

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

В административном отношении Красноленинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Октябрьском и Ханты-Мансийском районах Ханты-Мансийского АО Тюменской области на левом берегу реки Оби.

Территория, на которой расположено месторождение, представляет собой холмисто-увалистую равнину с глубоким долинно-балочным эрозионным расчленением, местами существенно заболоченную. Абсолютные отметки рельефа изменяются в пределах 24–206 м.

Основным источником данных о тектоническом строении Красноленинского свода являлись данные масштабных сейсмических исследований проводимых с 1957 г. Результатом этих работ явилось построение структурных карт по отражающим горизонтам А, Т, Б, М, М<sub>1</sub> и Г, их детализация, уточнение строения продуктивных комплексов и выявление локальных поднятий, перспективных в нефтегазоносном отношении.

Для Красноленинского свода не составлялась отдельная космогеологическая карта. Но первичные данные о космических дистанционных методах исследования изучаемой территории и основных линейных и кольцевых геологических структур можно получить их материалов космогеологической карты СССР (НПО "Аэрогеология", 1982 г., Масштаб 1:2 500 000) и карты космогеологических объектов России (Кривонос А.А. и др. 1995 г., Масштаб 1:10 000 000).

Практическое применение космических снимков в нефтегазовой геологии началось в середине 1980-х годов и ограничивалось поисковым этапом геологоразведочных работ. В основном они использовались для решения структурных и тектонических задач, в первую очередь, прогнозирования структурных ловушек нефти и газа.

Методика дешифрирования или тематического анализа космических снимков на первом этапе была унаследована с периода применения аэрофотоснимков при геолого-съёмочных и в меньшей степени нефтегазопроисловых работах. Ее сутью являлось прямое отображение морфологии наблюдаемых геологических объектов открытых территорий, перенесенное на закрытые территории без существенного анализа и разделения структурной и ландшафтной информации.

Оценка результатов космоструктурных исследований, проведенных в пределах основных нефтегазоносных провинций России, показала, что метод структурного дешифрирования является универсальным для различных в геолого-ландшафтном отношении регионов, о чем свидетельствуют относительно высокие показатели подтверждаемости сейсморазведкой локальных объектов, спрогнозированных по космическим снимкам [3].

Уникальной особенностью дистанционных методов при решении вышеупомянутых задач, в отличие от геофизических, является возможность через детальный анализ образования рельефа определять этапность развития, величину, динамику и направленность формирования структурных форм осадочного чехла на рельефообразующем этапе. Его продолжительность для разных нефтегазоносных бассейнов измеряется от сотен до нескольких миллионов лет.

Период времени после образования ловушек для платформенных регионов часто близок или совпадает с рельефообразующим этапом. Именно за этот интервал времени происходит формирование скоплений углеводородов, их переформирование и разрушение, а традиционные методы исследований не обеспечивают получение подобной информации [4].

Кроме того, космические методы дают возможность выявить широкий спектр разрывных нарушений, включая малоамплитудные дислокации, зоны трещиноватости и их современную подвижность, позволяют оценить степень раскрытости флюидоупоров и, следовательно – резервуаров. При относительно низкой вертикальной проницаемости разрывов в комплексе с геохимическими методами представляется возможным определить наличие в ловушках углеводородов их состав [2].

Методика обработки и интерпретации результатов дистанционного зондирования построена на последовательном выделении и изучении особенностей строения ландшафтных элементов и их компонентов, закономерно отражающих информацию о состоянии и строении глубинных объектов и их структуре. Основными составляющими данной методики являются: аппаратная база (персональный компьютер), программное обеспечение (ArcGIS, ERDAS Imagine и др.), исходная информация (спектрозональные снимки Landsat-7 и Modis, топографические основы масштаба 1:500 000, 1:200 000, геолого-геофизические материалы, привлеченные для повышения достоверности прогноза), совокупность методических приемов обработки и интерпретации [1].

По результатам дешифрирования космических снимков и сопоставление их с тектоническими и структурными картами Красноленинского нефтегазоконденсатного месторождения выявлены новые региональные и локальные тектонические нарушения и кольцевые структуры, для последних установлена приуроченность к основным глубинным тектоническим разломам.

По результатам сравнительного анализа космогеологических структур полученных при дешифрировании космических снимков Modis и Landsat и тектонической карты Красноленинского свода сделаны следующие выводы:

Границы тектонических элементов фундамента первого порядка достаточно четко дешифрируются на космоснимках и Modis и Landsat как протяженные линейно вытянутые структуры, хотя иногда они могут смещаться, по сравнению с тектоническими элементами фундамента, на некоторое расстояние (сотни метров, первые десятки километров). Такая разница обусловлена смещением границ в мощном (2–3 км) осадочном слое.

Границы внутреннего районирования тектонических элементов фундамента первого порядка так же хорошо дешифрируются на космоснимках, но уже только для снимков Landsat с высоким разрешением. А также нами выявлены новые мелкие тектонические нарушения.

Зоны распространения антиклинальных структур с доказанной нефтегазоносностью приурочены к не подверженным тектоническими нарушениями блокам и кольцевым структурам.

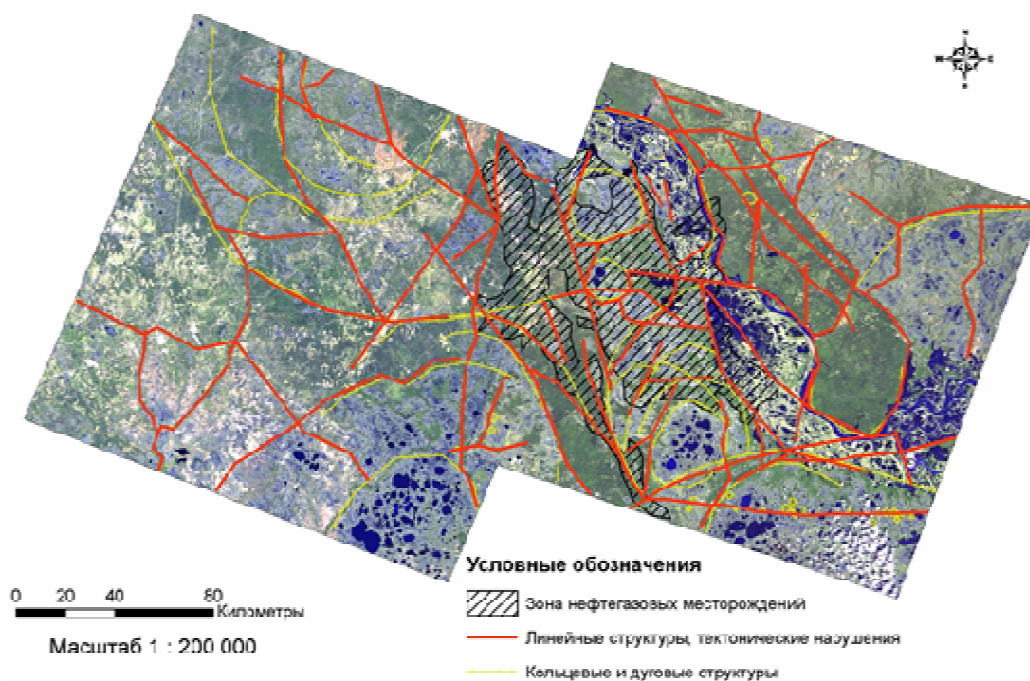
По результатам сравнительного анализа космогеологических структур полученных при дешифрировании космических снимков Modis и Landsat и карты распространения продуктивных нефтегазоносных горизонтов Красноленинского свода сделаны следующие выводы:

Зоны нефтегазоносности приурочены к антиклинальным не подверженным тектоническими нарушениями блокам и кольцевым структурам, границы которых можно достаточно четко определить в результате дешифрирования космических снимков Landsat с высоким разрешением.

Установлено что кольцевые структуры имеют своеобразный характер. Краевые зоны таких структур имеют доказанную бурением нефтегазоносность, а центральная зона структуры является непродуктивной. В результате этого можно сделать вывод о том, что нефтегазоносность кольцевых структур возрастает от центра к периферии (рисунок).

Кольцевые структуры имеют телескопический характер. Эти телескопические структуры хорошо проявлены в северной и южной части Красноленинского свода.

Перспективными нефтегазоносными зонами по результатам анализа дешифрированных космических снимков можно считать Галяновский выступ, Рогожкинский вал и Поснокортский лицензионный участок.



*Рис. Схема космогеологических структур*

#### Литература

1. Методические рекомендации по применению аэрокосмических методов при нефтегазопроисковых работах. – М.: ВНИГНИ, 1987.
2. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: STT, 2007. – 228 с.
3. Серебряков В.Б. Применение космических данных в комплексе поисковых работ на нефть и газ // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. – 2008. – № 1(63).
4. Трофимов Д.М., Полканова Л.П. Аэрокосмические методы на региональном этапе геологоразведочных работ на нефть и газ. – М.: Недра, 1988.

### **ОСОБЕННОСТИ ДОРАЗВЕДКИ НЕОКОМСКИХ КЛИНОФОРМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ПРИОБСКОЙ НЕФТЕНОСНОЙ ЗОНЫ)**

**А.Н. Стариков**

Научный руководитель доцент И.А. Козлова

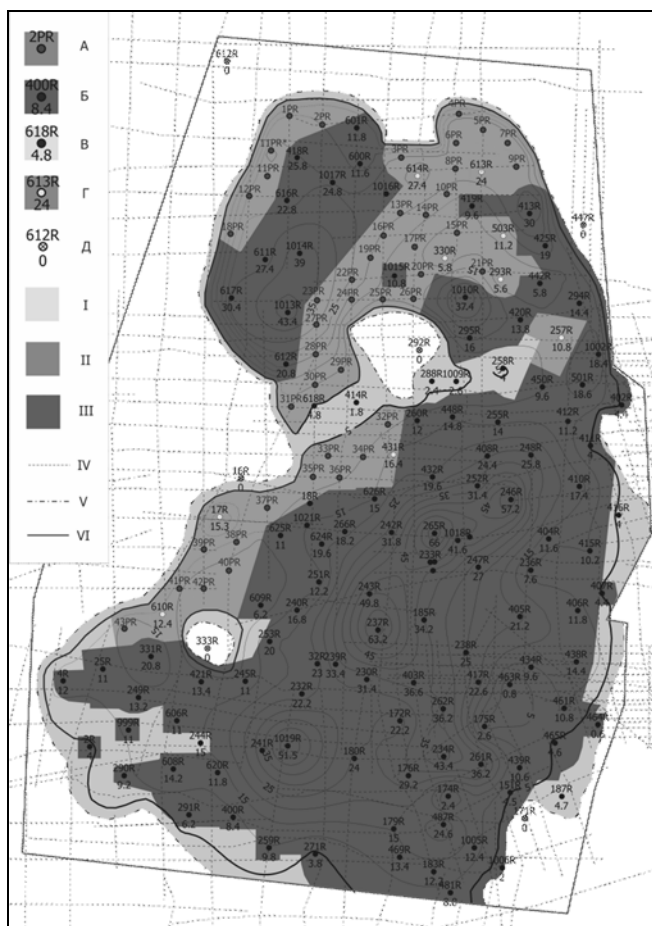
*Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия*

Приобское нефтяное месторождение – одно из крупнейших месторождений, располагающихся в пределах Среднеобской нефтегазоносной области, которая в свою очередь является наиболее крупной, по запасам нефти, частью Западно-Сибирской мегапровинции, обеспечивающей наибольший объем текущей добычи.

Основными нефтеносными объектами в разрезе месторождения являются неокомские отложения, в частности, серия пластов АС<sub>10</sub>, АС<sub>11</sub>, АС<sub>12</sub> [3]. Области развития песчаных тел практически не контролируются современным структурным планом. Нефтеносность продуктивных пластов связана преимущественно с литологически экранированными ловушками, приуроченными к линзам коллекторов, полностью нефтенасыщенным и не имеющими водонефтяного контакта. Все залежи нефти относятся к категории сложнопостроенных. Для пластов характерна резкая изменчивость литолого-физических свойств пород-коллекторов, как по разрезу, так и по латерали, что обусловлено условиями их формирования в краевой части палеошельфа и склона аккумулятивной террасы [1].

Выявленные в разрезе Приобского месторождения залежи геометризованы крайне условно, без учета данных скважин, пробуренных за пределами лицензионного участка. Бурением недостаточно изучена северо-западная и западная часть рассматриваемых площадей. Все это служит основанием для постановки доразведочных работ в указанных областях.

Для определения выбора оптимального количества и местоположения вновь вводимых скважин в работе была создана обобщенная геологическая модель нефтеносного резервуара АС<sub>10-12</sub> путем суммирования эффективных нефтенасыщенных толщин продуктивных горизонтов АС<sub>10</sub>, АС<sub>11</sub>, АС<sub>12</sub> (рисунок).



А – проектная разведочная скважина; Б – ранее пробуренная разведочная скважина; В – транзитная разведочная скважина; Г – транзитная разведочная, в которой планируется испытание; Д – ликвидированная разведочная скважина, вскрывшая неколлектор; I – запасы категории С<sub>2</sub>; II – ожидаемые запасы категории С<sub>1</sub>; III – запасы категорий В+С<sub>1</sub>; IV – сейсмопрофиль; V – граница нефтеносного резервуара; VI – граница лицензионного участка ООО «РН-Юганскнефтегаз».

Сечение изопакит 5 м промысловой геофизики.

Рис. Подсчетный план по объекту АС<sub>10+11+12</sub>

Разрабатываемые пласты АС<sub>10</sub>, АС<sub>11</sub>, АС<sub>12</sub> объединены в один эксплуатационный объект АС<sub>10-12</sub> [2], вследствие чего, наиболее рационально проводить доразведку перечисленных горизонтов совместно, единой сетью разведочных скважин.

Основная роль в доразведочных работах отводится вводу новых разведочных скважин, позволяющим прирастить дополнительный объем с запасами более высоких категорий. Второстепенными являются работы по испытанию и вызову притока из ранее пробуренных транзитных разведочных скважин, исследованных в интересующих продуктивных интервалах лишь методами промысловой геофизики.

Места заложения и количество проектных разведочных скважин на данной карте были определены согласно принципу равномерного освещения суммарного резервуара по объему, а также учетом минимально рентабельной суммарной эффективной нефтенасыщенной толщины продуктивного пласта. Граничное значение толщины коллектора равняется 5 метрам, что является необходимым и достаточным условием для реализации технологии гидравлического разрыва пласта при освоении каждой вновь вводимой в работу скважины.

Для прироста запасов категории С<sub>1</sub>, перевода части запасов из категории С<sub>2</sub>, а также для уточнения геологического строения северо-западной и западной частей рассматриваемого объекта авторами предлагается следующий сценарий доразведки:

- бурение и освоение (с гидроразрывом пласта) 43 разведочных скважин, с учетом существующей сетки разведочных скважин;

- испытание в эксплуатационной колонне 9 транзитных разведочных скважин в продуктивных интервалах пластов АС<sub>10</sub>, АС<sub>11</sub>, АС<sub>12</sub>, нефтеносность которых доказана методами.

Следующим шагом в решении задачи доразведки является подсчет ожидаемых запасов категории С<sub>1</sub>. Некоторые исходные параметры для подсчета запасов и результаты предварительной оценки приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Таблица 1

**Геолого-физическая характеристика пластов**

Параметр	Пласт		
	АС <sub>10</sub>	АС <sub>11</sub>	АС <sub>12</sub>
Средняя глубина залегания, м	2410	2450	2560
Тип коллектора	терригенный, поровый		
Нефтенасыщенность, д. ед.	0,68	0,67	0,66
Пористость, д. ед.	0,19	0,19	0,18
Объемный коэффициент, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	1,24	1,265	1,25
Плотность дегазированной нефти, кг/м <sup>3</sup>	877	875	876
Коэффициент нефтеотдачи, д. ед.	0,241	0,367	0,244
Начальные геологические запасы, млн. т.	425,252	845,029	1 489,696

Таблица 2

**Оценка прироста запасов категории С<sub>1</sub>**

Ожидаемые запасы нефти	Объект подсчета			
	АС <sub>10</sub>	АС <sub>11</sub>	АС <sub>12</sub>	АС <sub>10+11+12</sub>
Геологические, млн. т.	138,609	92,906	229,921	461,436
Извлекаемые, млн. т.	33,405	34,097	56,101	123,602

Как следует из таблицы 2, в результате проведения доразведки полученный прирост извлекаемых запасов по категории С<sub>1</sub> составляет ~123 миллиона тонн, что составляет ~16 % от начальных извлекаемых запасов объекта в целом.

Кроме этого, бурение дополнительных разведочных скважин позволит уточнить геологическое строение ранее неизученных участков залежей пластов АС<sub>10</sub>, АС<sub>11</sub>, АС<sub>12</sub>.

## Литература

1. Карагодин Ю.Н., Ершов С.В., Сафонов В.С. и др. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири. Системно-литологический аспект. – Новосибирск: изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996.
2. Технологическая схема разработки Приобского месторождения. – Т. 1. – ОАО «Юганскнефтегаз». – ЗАО «ИЦ ЮКОС», Москва, 2001.
3. Тренин Ю.А., Лигус В.Е. Подсчет запасов нефти и растворенного газа Приобского месторождения Ханты-Мансийского района Тюменской области. – Тюмень, 1988.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ В КАЙНОЗОЙСКОМ ГЕНЕРАЦИОННОМ КОМПЛЕКСЕ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**Э.Ю. Сулова, М.А. Савелова, Н.В. Обласов**  
**ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», г. Краснодар, Россия,**  
**ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК», г. Томск, Россия**

Основной целью данной работы является изучение особенностей генерационных процессов в кайнозойском генерационном комплексе для прогноза залежей углеводородов (УВ) на территории Западного Предкавказья и решение задач методического характера. Объектами исследований явились образцы горных пород (керн, шлам), преимущественно темноцветные глинистые разности, отобранные в интервалах глубин, отвечающей главной зоне ГЗН, принятой Западного Предкавказья, а также нефти и конденсаты, полученные при испытании из поисково-разведочных и эксплуатационных скважин и нефтепроявлений. Методы исследований включали в себя технологию Rock-Eval (Rock-Eval 6 Turbo), хроматографический анализ и хроматомасс-спектрометрию состава углеводородных компонентов нефтей и экстрактов из нефтематеринских пород. Применение технологии Rock-Eval (Rock-Eval 6 Turbo), позволяет оценить генерационный потенциал и степень катагенеза органического вещества нефтематеринских пород. Для характеристики образцов пород в качестве основных критериев были использованы параметры ТОС (содержание органического углерода), S<sub>2</sub> (количество образующихся углеводородов в процессе пиролиза, нефтегазогенерационный потенциал породы), HI (водородный индекс, нефтегазогенерационный потенциал органического вещества) и OI (кислородный индекс, степень окисленности органического вещества), согласно которым породы можно разделить на несколько типов [Peters K.E. et al., 2005], характеризующихся по количественным и качественным характеристикам органического вещества и пород (таблицы 1 и 2).



Таблица 1

**Генерационный потенциал незрелых нефтематеринских пород [Peters K. et al., 2005]**

Генерационный потенциал	Сорг, % масс.	S <sub>1</sub> , кг УВ/т породы	S <sub>2</sub> , кг УВ/т породы
Бедный	<0,5	<0,5	<2,5
Удовлетворительный	0,5–1	0,5–1	2,5–5
Хороший	1–2	1–2	5–10
Очень хороший	2–4	2–4	10–20
Отличный	>4	>4	>20

Таблица 2

**Генерационный потенциал органического вещества и определение типа керогена [Peters K. et al., 2005]**

Тип керогена	HI	HI/OI	Генерируемые продукты
I	>600	>15	Нефть
II	300–600	10–15	Нефть
II / III	200–300	5–10	Нефть и газ
III	50–200	1–5	Газ
IV	<50	<1	-

Использование современных методов органической геохимии – хромато-масс-спектрометрии позволяет рассчитать набор геохимических параметров (распределение алканов, стеранов, гопанов) для генетической типизации и корреляции в системе ОБ–нефть.

Район исследования административно приурочен к Краснодарскому краю – крупному нефтегазоносному району с развитой инфраструктурой. С точки зрения нефтегазогеологического районирования область исследования находится в пределах Азово-Кубанского нефтегазоносного бассейна (НГБ), в котором залежи УВ установлены в широком стратиграфическом диапазоне от триаса до неогена включительно. На современном этапе большая часть месторождений выработана, или находятся в завершающей стадии разработки, поэтому понимание масштабов генерации для обоснования новых объектов поисковых объектов в настоящее время не теряет своей актуальности. Объектами поиска могут быть залежи в глубокопогруженных, менее изученных миоценовых отложениях, как в пределах континентальной, так и в акваториальной частей, тем самым обуславливая актуальность данной работы.

Всего по результатам метода Rock-Eval было проанализировано 272 образца пород, из них 180 образцов керна по скважинам площадей Новая скв. 1, Кубанская СГ-12000, Левкинская скв. 35 и 70, Западно-Афипская скв. 43, Абино-Украинская 500, Чумаковская скв. 2, Тамань скв. 3, Хадыженская скв. 5 и 6, Западно-Нефтегорская скв. 1, а также 92 образца шлама скважины 2 Геленджикской площади. Результатам хроматомасс-спектрометрического анализа подверглось 17 образцов нефти с 12 месторождений (Абино-Украинское скв. 102; Асфальтовая Гора скв. 193; Баракаевское скв. 12; Западно-Курчанское скв. 11, 105; Кудако-Киевское скв. 60; Кура-Цеце скв. 74; Николаевское скв. 56; Северо-Крымское скв. 99; Северо-Хадыженское скв. 290; Убеженское скв. 18; Украинское скв. 59, 169, 229, 266; Хадыженское скв. 192, 207) и 8 хлороформных экстрактов из пород Западно-Афипская скв. 43 (гл. 5074 и 5126,5 м), Левкинская скв. 35 (гл. 4605,5 и 4735 м), Левкинская скв. 70 (гл. 4334,5 и 4649 м) и Новая скв. 1 (гл. 3437,8 и 3708,1 м).

На основании пиролитических исследований повышенными содержаниями органического вещества (Сорг) и величинами генерационного потенциала (S<sub>2</sub>) характеризуются породы кумской свиты (палеоцен), а также чокракского яруса (миоцен). Значения Сорг и S<sub>2</sub> в образцах кумской свиты составляют 3–4 % и 10–15 мг УВ/г породы (Левкинская площадь, скв. № 35, № 70, Западно-Афипская площадь № 43, интервал глубин от 2421–5414 м). Преобладающая часть, залегающих в интервале 2421–4673 м находится в ГЗН, T<sub>max</sub> 438–444<sup>0</sup>С, что отвечает главной зоне нефтеобразования (ГЗН) Величины водородного индекса (HI = 245–483) указывают на II и III тип керогена, что подтверждают способность к генерации жидких УВ. Часть отложений кумской свиты обладают низким остаточным генерационным потенциалом S<sub>2</sub> до 5 мг УВ/г породы, HI = 105–125 мг УВ/г Сорг.). Это отмечено для пород кумской свиты из скв. 43 Западно-Афипской. Данным отложениям характерны высокая преобразованность катагенеза – конечная стадия «oil window» (T<sub>max</sub> – 459–462<sup>0</sup>С) и как следствие низкий остаточный потенциал, что выражено в его значениях (S<sub>2</sub> менее 5 мг УВ/г породы, HI = 105–125 мг УВ/г Сорг.) Породы кумской свиты на Западно-Афипской площади, внесли ощутимый вклад в формировании нефтегазоносности, однако большую часть генерационного потенциала (80–90 %) уже реализована.

Для разностей чокракского яруса (интервалы глубин 2844–3818 м) в целом характерны невысокие содержаниями органического вещества мг УВ/г породы при преобразованности соответствующей стадиям МК<sub>1</sub>–МК<sub>2</sub>. Так значения содержаниями Сорг варьируют от 0,2–4,13 %, мода 0,85. На данном фоне в отдельных разностях отмечаются повышенные значения Сорг от 2,32 до 4,13% и S<sub>2</sub>=10,24–20,82 мг УВ/г породы (Новая площадь, скв. № 1). Тип вещества (HI=435–504 мг УВ/г Сорг.), что указывает на способность к генерации жидких УВ (Гончаров 2008). Согласно генетической типизации по алкановым УВ исследованные нефти несколько отличаются друг от друга. По основному генетическому показателю – отношению Pг/Ph выделяется две группы и соответственно по источнику ОБ. Согласно генетической типизации по алкановым УВ исследованные нефти несколько отличаются друг от друга. По основному генетическому показателю – отношению Pг/Ph выделяется две группы, что указывает на вклад различных НМТ.

Первая группа включает в себя образцы нефтей, где отношения Pг/Ph от 0,84 до 1,91. Это нефти месторождений Ахтырско-Бугундырского, Дыш, Зыбза Глубокий Яр, Кудако-Киевское, Кура-Цеце, Левкинское,

Украинское и Холмское, отобранные из миоценовых, майкопских и кумских горизонтов. По данным показателям нефти более близки к кумскому и майкопскому ОВ. Вторая группа характеризуется повышенными значениями отношения Pr/Ph – от 2,2 до 3,76. По данным показателям нефти более близки к чокракскому ОВ. В эту группу вошли нефти месторождений Сладковско-Морозовского блока – Западно-Морозовского, Свистельниковского, Сладковского, Чумаковского, ЮМГ, отобранных из чокракских горизонтов. Следует отметить, что нефти резервуаров Сладковско-Морозовского блока можно разделить более детально – на две подгруппы нефтей. Первая подгруппа включает в себя образцы нефтей Южно-Морозовского и Чумаковского, где Pr/Ph от 2,2 до 2,69. Во вторую подгруппу вошли остальные нефти месторождений Чумаковского, Сладковского и ЮМГ, где Pr/Ph 3,37 до 3,76. Возможно, источником этих нефтей являлись одновременно две разные по возрасту нефтематеринские породы, но нельзя исключить, что это обусловлено фациальной неоднородностью накопления органического вещества. Следует отметить, что образцы нефтей из разных скважин значительно отличаются по катагенезу. Вероятно, это может отражать этапность заполнения ловушек за счет нефтегенерации органическим веществом различной термической зрелости. Это обстоятельство может быть использовано для контроля за разработкой месторождения, в частности, для оценки выработки запасов (Гончаров, 2008).

Таким образом, среди исследованных пород присутствуют образцы, которые содержат повышенное количество органического углерода и обладают достаточно высоким генерационным потенциалом и высокими значениями водородного индекса, т.е. могут являться потенциально нефтегазоматеринскими породами. Результаты пиролитических исследований ещё раз подтверждают, что кумская свита, обладает существенным нефтегазогенерационным потенциалом и сыграла значительную роль в формировании месторождений Краснодарского края. Возможность рассматривать её в качестве газоматеринской породы существует, но для более достоверной оценки вклад свиты в газоносность региона необходимы дополнительные исследования, в том числе анализы по изотопии газа. Вероятность рассматривать чокракские отложения в качестве потенциально нефтематеринских тоже присутствует. Для вклада чокрака в формирование нефтегазоносности необходимо точные определения толщин обогащенных пропластков, их картирование, а также выявление площадного изменения геохимических характеристик. Соответственно, необходимо задействовать, в том числе и данные каротажа, сейсмопрофилей, обуславливая актуальность ГРП на данной территории.

## МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ БАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА УРЕНГОЙСКОГО РАЙОНА

А.А. Сюрин

Научный руководитель заведующий лабораторией Г.Г. Шемин  
*Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск,  
Россия*

В настоящее время отложения средней юры исследуемого района в целом слабо изучены, однако согласно многим исследованиям с ними связаны значительные перспективы нефтегазоносности. Исследуемые отложения включают малышевский проницаемый комплекс, представленный верхнетюменской подсвитой (верхи верхнего байоса-низы верхнего бата), и нижневасюганский флюидоупор, представленный нижневасюганской подсвитой (верхи верхнего бата-келловей) [4]. Территория исследования располагается в пределах Уренгойского нефтегазоносного района Надым-Пурской нефтегазоносной области.

Задача представленного исследования заключается в построении моделей строения батского регионального резервуара и на этой основе оценке перспектив его нефтегазоносности на территории Уренгойского района. Фактическим материалом послужили данные каротажа, на основе которого была проведена детальная корреляция проницаемого комплекса (по двум профилям – субмеридионального и субширотного простираения) и построены карты толщин флюидоупора, проницаемого комплекса и отдельных песчаных пластов Ю<sub>2</sub>, Ю<sub>3</sub> и Ю<sub>4</sub>.

После того как в ходе детальной корреляции было прослежено изменение толщин и литологии проницаемого комплекса в разрезе, был построен ряд карт толщин: толщины нижневасюганского флюидоупора, толщины малышевского проницаемого комплекса и толщины для каждого из региональных песчаных пластов. Затем, согласно выбранной методике, было оценено качество флюидоупора, проницаемого комплекса и каждого отдельного пласта, с целью оценки перспектив нефтегазоносности. По данной методике качество флюидоупора складывается из двух факторов: толщины флюидоупора и процентное содержание прослоев песчаника [3].

Согласно используемой методике, выделяется четыре класса флюидоупора: высокого, среднего, пониженного и низкого качества.

Качество пластов и проницаемых комплексов определяется множеством факторов, но главными являются толщины пород-коллекторов и значениями пористости. Однако низкая степень изученности проницаемого комплекса батского резервуара на исследуемой территории позволяет использовать лишь один фактор – это толщины пород-коллекторов. Согласно этому признаку выделяются пласты и проницаемый комплекс высокого, среднего и низкого качества.

Методика оценки качества резервуара в целом на базе анализа их экранирующих и фильтрационно-ёмкостных свойств еще недостаточно разработана. В представленной работе качество резервуара осуществлялось по схеме, в которой выделяется 3 градации качества: высокое, среднее и пониженное [3]. Наиболее значимым критерием принято качество проницаемых комплексов, поскольку этот параметр является

наименее благоприятный (наиболее слабым звеном) для формирования залежей нефти и газа в исследуемых отложениях.

Батский резервуар представлен отложениями верхней части средней юры (верхи байосского, батский и келловейский ярусы; мальшевский горизонт и нижнеवासюганский подгоризонт). Сложен он песчано-алевритово-глинистыми породами верхнетюменской, нижнеवासюганской подсвиты, пользующихся повсеместным распространением в Уренгойском районе [1]. Толщина резервуара изменяется в значительных пределах – от 180 до 350 м. Глубина залегания кровли резервуара изменяется от 3000 до 4000 м.

Разрез резервуара сложен упорядоченным чередованием пластов песчаников и алевритово-глинистых пород с преобладанием последних. В его нижней и средней частях (в образованиях верхнетюменской подсвиты) выделены три пачки циклического строения (tm–9, tm–10 и tm–11) толщиной 40–120 м, перекрытых глинистыми отложениями нижнеवासюганского подгоризонта.

Нижнеवासюганский флюидоупор сложен алеврито-глинистыми, преимущественно отложениями нижнеवासюганской подсвиты, пользующейся повсеместным распространением в Уренгойском районе (рис. а).

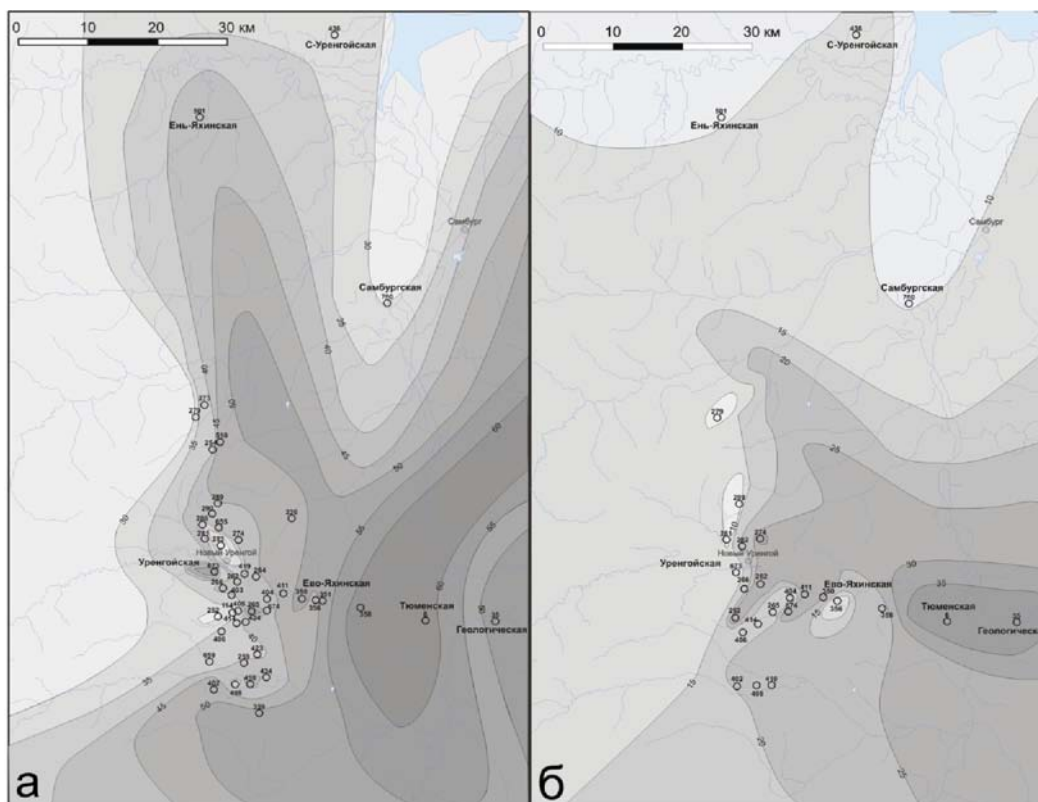


Рис. Карты толщин нижнеवासюганского флюидоупора (а) и песчаного пласта Ю<sub>2</sub> (б) Уренгойского района

Его толщины изменяются от 30 до 60 м, достигая максимальных значений в восточной и юго-восточной частях исследуемого района (скважины Тюменская СГ–6 и Ево-Яхинская 358). В характере изменения толщин флюидоупора наблюдается их уменьшение в северном и западном направлениях. В алеврито-глинистой толще флюидоупора часто выделяются пласты песчаников и алевро-песчаников разных толщин. В целом для исследуемого района характерно процентное содержание песчаников во флюидоупоре в пределах 10–15% с максимальным значением до 20 %. Минимальные содержания песчаников характеризуются первыми процентами. В соответствии с выбранной методикой оценки качества флюидоупора, на территории исследуемого района по качеству мною было выделено только два типа флюидоупора из четырёх – высокого и среднего качества. Флюидоупор же пониженного и низкого качества на данной территории не выделяется, в связи со значительными толщинами и малым содержанием песчаных пропластков.

Проницаемый комплекс резервуара характеризуется циклическим чередованием песчаников, алевритов и аргиллитов с прослоями углистых пород. В его строении выделяются циклиты разного порядка от элементарных на уровне слоёв до крупных, включающих песчаные пласты и пачки алевритово-глинистых пород, имеющих региональное распространение. В качестве последних подразделений выделены циклически построенные пачки tm–9, tm–10, tm–11, которые кроме глин и алевритов, составляющих их основной объём, содержат регионально выдержанные песчаные пласты соответственно Ю<sub>4</sub>, Ю<sub>3</sub> и Ю<sub>2</sub>. Помимо них, в некоторых разрезах циклопачек присутствуют пласты песчаников, пользующиеся локальным и редко зональным распространением (пласты Ю<sub>4</sub><sup>а</sup>, Ю<sub>4</sub><sup>б</sup>, Ю<sub>3</sub><sup>а</sup>, Ю<sub>3</sub><sup>б</sup>, Ю<sub>2</sub><sup>а</sup> и Ю<sub>2</sub><sup>б</sup>) [3].

Песчаный пласт Ю<sub>2</sub> залегает в кровле проницаемого комплекса, в верхней части циклопачки tm-11, пользуется повсеместным распространением в Уренгойском районе, являясь наиболее выдержанным пластом юрского комплекса (рис. 6). Толщины пласта изменяются от 5–7 до 40 м, наиболее часто от 10 до 25 м. Максимальные значения толщин пласта отмечаются на юго-востоке исследуемого района, в скважинах Тюменская СГ–6 и Геологическая 35. Характерное уменьшение толщин пласта отмечается в северном и западном направлениях. Суммарная толщина пород коллекторов пласта изменяется от 3–4 до 20 м, наиболее часто от 5 до 15 м. Характер распределения её значений по площади района такой же, как и толщин пласта в целом.

Таким образом, на большей части территории пласт Ю<sub>2</sub> характеризуется средним качеством, пласт высокого качества распространён на юго-востоке территории исследования, а пласт пониженного качества – на севере и западе.

Аналогичные исследования были проведены для региональных песчаных пластов Ю<sub>3</sub> и Ю<sub>4</sub> на территории Уренгойского района. Качество пласта Ю<sub>3</sub> на большей части территории характеризуется, как среднее, пласт пониженного качества распространён на юго-западе и на северо-востоке района. Также отмечается развитие пласта Ю<sub>3</sub> с высоким качеством на двух локальных участках – в районе города Новый Уренгой и в районе скважины Тюменская СГ–6. Что касается качества регионального песчаного пласта Ю<sub>4</sub>, то оно на большей части территории пониженное. Пласт среднего качества распространён в центральной части района исследования, а пласт высокого качества – на двух локальных участках на юге территории исследования.

В результате проведённых исследований следует сказать, что в отношении нефтегазоносности батский региональный резервуар имеет хорошие перспективы. Это обосновывается распространением на исследуемой территории флюидоупора высокого и среднего качества, который будет являться хорошим экраном для залежей нефти и газа. Другой причиной высоких перспектив этих отложений являются полученные данные о распространении в пределах Уренгойского района пластов Ю<sub>2</sub>, Ю<sub>3</sub> и Ю<sub>4</sub> высокого и среднего качества.

#### Литература

1. Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточнённых стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
2. Шемин Г.Г., Бейзель А.Л., Нехаев А.Ю., и др. Циклостратиграфический анализ, как инструмент детальной корреляции отложений на примере юры Западной Сибири и венд-кембрия Ленно-Тунгусской НГП. // Материалы научно-практической конференции «Формационный анализ в геологических исследованиях». – Томск, 2002. – С. 160 – 163.
3. Шемин Г.Г., Нехаев А.Ю., Фомин А.Н. др. Критерии и оценка перспектив нефтегазоносности глубокопогруженных толщ нижней юры севера Западно-Сибирской НГП // Критерии оценки нефтегазоносности ниже промышленно освоенных глубин и определение приоритетных направлений геологоразведочных работ. – Пермь, КамНИИКИГС. – 2001. – Кн. I. – С. 107 – 132.
4. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 480 с.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕМЕЛОВОЙ ЗАПОЛЯРНОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПЯКЯХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПУР-ТАЗОВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Титов

Научный руководитель профессор Г.А. Мизенс

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Заполярная свита, вскрытая в интервале 2668,2–3411,0 м. скважиной 2020 на Пякяхинском месторождении Сидоровского нефтегазоносного района и соответствующая зареченскому надгоризонту, представляет собой чередование песчаников, алевролитов и алевроаргиллитов. Химический состав этих отложений охарактеризован 96 пробами с определением петрогенных окислов рентгенофлуоресцентным методом (табл. 1).

Для обработки геохимических данных применялся метод главных компонент R модификации (факторный анализ). В результате были выявлены 3 ведущих фактора, отраженные в матрице факторных нагрузок, рассчитанной на корреляционной основе (табл. 2).

Фактор 1 имеет сильную корреляционную связь с породообразующими окислами TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO (0,90; 0,76; 0,75; 0,62). Его природа, скорее всего, связана с изменениями концентраций глинистых минералов, формирующих цемент. В этом ракурсе рассмотрены смешано-слоистые, состоящие из слоев гидрослюда и монтмориллонита, что в целом согласуется с петрографическим анализом этих пород. Также наблюдаются отрицательные связи с такими компонентами как Na<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O (-0,84; -0,61; -0,57), концентраторами которых могут быть, с одной стороны, полевые шпаты, с другой – цеолиты, типа клиноптилолита [1, 2].

Таблица 1

## Средние содержания петрогенных компонентов нижнемеловых песчаников

Породы	Кол-во проб	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Песчаники	77	63,98	0,78	13,88	5,85	0,08	2,17	2,28	2,63	2,63	0,05
Алевролиты	19	56,79	1,21	14,34	9,89	0,12	3,50	2,87	2,22	2,73	0,09

Таблица 2

## Результаты факторного анализа химического состава песчаников для отложений заполярной свиты

Компоненты	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
SiO <sub>2</sub>	-0,61	0,23	<b>0,68</b>
TiO <sub>2</sub>	<b>0,90</b>	0,25	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,54	0,57	0,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>0,75</b>	0,40	-0,46
MnO	0,40	<b>-0,79</b>	-0,24
MgO	0,62	0,45	-0,54
CaO	0,06	<b>-0,86</b>	-0,37
Na <sub>2</sub> O	<b>-0,84</b>	0,21	-0,31
K <sub>2</sub> O	-0,57	0,41	-0,62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<b>0,76</b>	-0,26	0,49
Общая дисперсия	4,18	2,45	1,98
Доля фактора	0,42	0,25	0,20

Примечание: Полужирным шрифтом выделены значимые параметры

Как показало петрографическое изучение песчаников и алевролитов заполярной свиты, по пластам БУ<sub>10-11</sub>, БУ<sub>151</sub>, БУ<sub>152</sub>, БУ<sub>160</sub>, БУ<sub>17</sub>, БУ<sub>181</sub>, БУ<sub>182</sub> наблюдается увеличение доли цеолитов в цементе. Согласно макроописанию пород, в составе выше перечисленных пластов отмечаются интервалы с вторичной мелкопятнистой текстурой в виде обилия (иногда до 30 %) светлых пятен диаметром до 4 мм, за счет неравномерной цеолитизации.

Рентгенофазовым анализом, проведенным в Институте геологии и геохимии УрО РАН, упомянутый цеолит был идентифицирован, как ломонтит. Как известно [3], этот минерал характерен для стадии позднего катагенеза. На уровне начального катагенеза встречается анальцим, клиноптилолит или гейландит.

Фактор 2 характеризуется отрицательными связями с CaO и MnO (-0,86; -0,79), что может указывать на присутствие оксида марганца в составе карбоната, в частности кальцита, выступающего в роли новообразованного цемента у песчаников и алевролитов пластов БУ<sub>51</sub>, БУ<sub>61</sub>, БУ<sub>62</sub>, в меньшей степени пластов БУ<sub>10-11</sub>, БУ<sub>182</sub>.

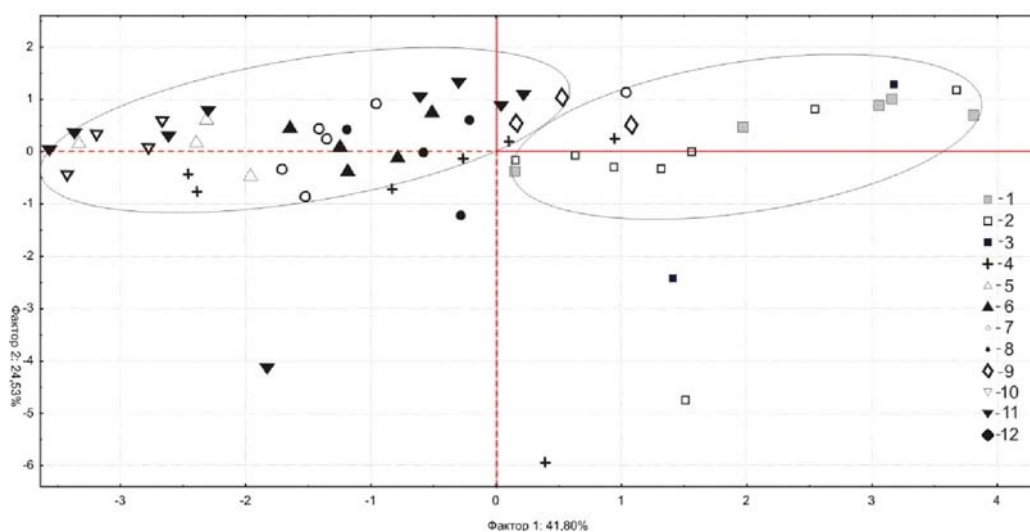


Рис. Факторная диаграмма петрохимического состава отложений заполярной свиты Пякяхинского месторождения в координатах 1 и 2 факторов. 1–3 – карбонатные и карбонатистые песчаные пласты БУ<sub>51</sub> (1), БУ<sub>61</sub> (2), БУ<sub>62</sub> (3); 4–12 – песчаники пластов БУ<sub>10-11</sub> (4), БУ<sub>151</sub> (5), БУ<sub>152</sub> (6), БУ<sub>160</sub> (7), БУ<sub>16</sub> (8), БУ<sub>17</sub> (9), БУ<sub>181</sub> (10), БУ<sub>182</sub> (11)

Фактор 3 имеет небольшое число значимых связей. Наибольшая корреляция наблюдается с породообразующим окислом  $\text{SiO}_2$  (0,68). Можно предположить, что минералами-носителями указанных компонентов является кварц.

При интерпретации проекций наблюдений на факторной плоскости по значениям 1 и 2 факторов, на диаграмме выделяются два поля, объединяющие продуктивные пласты с разным минеральным составом цемента (рисунок). Отчетливо обособляется поле песчаников, в которых распространен как глинистый цемент, представленный хлоритом, в единичных случаях гидрослюдистым материалом и каолинитом, так и цеолитовый, содержание которого увеличивается к пласту БУ<sub>18</sub>. В пределах второго поля располагаются фигуративные точки песчаников, пластов БУ<sub>51</sub>, БУ<sub>61</sub>, БУ<sub>62</sub>.

Таким образом, многомерный факторный анализ химического состава выявил 3 ведущих фактора, уточняющие минеральный состав пород запорной свиты, в том числе минералы-концентраторы тех или иных компонентов. В результате упомянутого анализа удалось определить ведущие цементирующие минералы, характерные для тех или иных продуктивных пластов и их роль в формировании фильтрационно-емкостных свойств пород. Так, было установлено, что кальцит и глинистые минералы ухудшают ФЕС в большей степени, нежели цеолиты.

#### Литература

1. Мизенс Г.А., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П., Попова О.Ю. Редкие и редкоземельные элементы в девонских обломочных комплексах Магнитогорской мегазоны Южного Урала // Геохимия, 2006. – №3. – С. 1–21.
2. Титов Ю.В. Некоторые петрогенетические особенности нижнемеловых отложений Большехетской впадины (на примере скв. 2020р Пякяхинского месторождения) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIV Международного симпозиума студ., аспирант. и молодых ученых. – Томск, 2010. – Т.1. – С. 555–557.
3. Япаскурт О.В. Предметаморфические изменения осадочных пород в стратиферо: процессы и факторы. – М.:ГЕОС, 1999. – 259 с.

### АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НИЖНЕВАРТОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

А.Н. Ушагин

Научный руководитель доцент И.А. Козлова

*Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия*

Целью данной работы является провести анализ эффективности применения гидравлического разрыва пласта на примере Ачимовского месторождения Нижневартовского нефтегазоносного района.

Задачи, поставленные в работе: провести анализ эффективности проведения гидравлического разрыва пласта на группе добывающих скважин, изучение геологических критериев влияющих на результативность проведения гидравлического разрыва пласта.

Объектом исследования является регионально залегающий в пределах всей Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции пласт ЮВ<sub>2</sub><sup>1</sup>, в пределах которого образуются пластовые сводовые залежи не нарушенного строения.

Гидравлический разрыв пласта в Западной Сибири проводится в больших количествах, он используется как метод освоения скважин, так и как метод интенсификации добычи углеводородов. Ачимовское месторождение не исключение, поэтому было принято решение о рассмотрении данного метода и оценке эффективности применения его на данном месторождении.

Суть метода заключается в создании в продуктивном пласте искусственных трещин высокой проводимости путем закачки в пласт жидкости под давлением, превышающим давление гидравлического разрыва пласта. На месторождениях в качестве жидкости-носителя применялся гель, приготовленный на нефтяной и водной основе с добавлением в процессе закачки различных добавок. Темпы закачки жидкости разрыва в среднем составили 3,7–4 м<sup>3</sup>/мин. Далее созданные трещины заполнялись закрепляющим зернистым материалом искусственным песком – проппантом, в объемах 30–40 и более тонн, что позволяло создать трещины длиной до 100 метров и шириной до 10 мм. В результате проведения гидравлического разрыва пласта кратно повышается дебит добывающих скважин за счет увеличения фильтрационно-емкостных свойств пласта, также повышается конечная нефтеотдача за счет включения в разработку ранее не дренируемых пропластков.

Далее были определены основные критерии подбора скважин кандидатов для проведения проведения гидравлического разрыва пласта и поделены на геологические и технические.

Геологические критерии: эффективная нефтенасыщенная толщина пласта не менее трех метров, расстояние до водоносных пропластков более десяти метров, пластовое давление в скважине должно быть не менее 85 % от начального и не ниже давления насыщения, процент обводненности продукции менее 30 %, при расчленности пласта 3 и выше песчанность должна составлять не менее 50 %.

Технические критерии: цементное кольцо должно иметь удовлетворительное сцепление с эксплуатационной колонной и породой, отсутствие заколонных перетоков, отсутствие слома или смятия обсадной колонны, угол отклонения скважины от вертикали при входе в продуктивный пласт не более 100 градусов, интервал перфорации не менее 3 метров, глубина перфорационных каналов не менее 30 сантиметров, максимальная окружная плотность отверстий не менее 600 на метр квадратный.

Фонд добывающих скважин Ачимовского месторождения составляет 52 скважины все они были поделены на высокодебитные более 50 тонн в сутки нефти, среднедебитные от 50 до 20 тонн в сутки нефти низкодебитные менее 20 тонн в сутки нефти.

Далее по имеющимся данным для скважин были построены типичные графики зависимости дебита нефти, жидкости и обводненности от времени типичный график зависимости представлен на рисунке 1.



Рис. 1 Типичный график зависимости для низкодебитной скважины Ачимовского месторождения

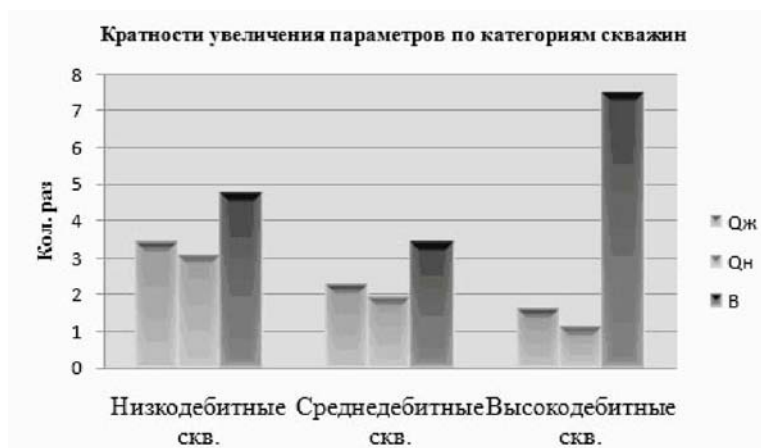
Далее все результаты были сведены в таблицу, так же были подсчитаны средние кратности увеличения дебитов нефти, жидкости и обводненности. Средние результаты эффекта представлены в таблице 2.

Таблица 2

Средние результаты эффекта

Скважины	До гидравлического разрыва пласта			После гидравлического разрыва пласта			Средний прирост показателей, колич. раз		
	Qж, т/сут	В, %	Qн, т/сут	Qж, т/сут	В, %	Qн, т/сут	Qж	В	Qн
Низкодебитные	16	4	15	55	19	46	3,4	4,75	3,06
Среднедебитные	43	5	41	97	17	79	2,25	3,4	1,92
Высокодебитные	82	4	79	131	30	87	1,6	7,5	1,1

По обобщенным данным построены сравнительные характеристики кратности увеличения дебитов нефти, жидкости и обводненности в низко – среднедебитных и высокодебитных скважинах. Кратности увеличения параметров по категориям скважин представлены на рисунке 2.

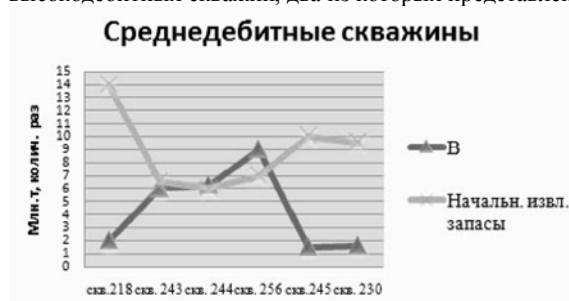


■ Низкодебитные скважины ■ Среднедебитные скважины ■ Высокодебитные скважины

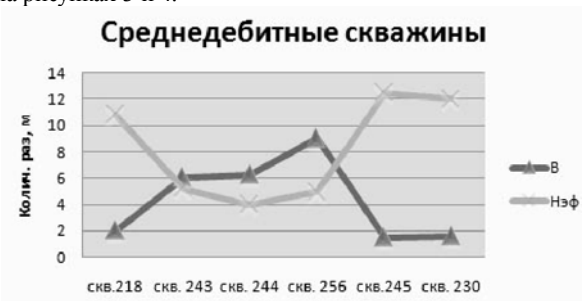
Рис. 2 Сравнительная характеристика кратности увеличения дебитов нефти

Максимальные кратности увеличения дебитов нефти и жидкости, наблюдается в низкодебитных скважинах, они составили 3,06 и 3,4 раза соответственно, средние кратности увеличения дебитов нефти и жидкости, наблюдается в среднедебитных скважинах и составили 1,92 и 2,25 раза соответственно, минимальные кратности наблюдались в высокодебитных скважинах и составили 1,1 и 1,6 раз соответственно. При этом минимальная кратность увеличения обводненности наблюдается у среднедебитных скважин и составляет 3,4 раза, максимальная кратность увеличения обводненности наблюдается у высокодебитных скважин и составляет 7,5, в низкодебитных скважинах средняя величина которая составляет 4,75 раза.

Далее были построены графики которые показывают влияние величины эффективной нефтенасыщенной толщины и начальных извлекаемых запасов на обводненность низко- средне- и высокодебитных скважин, два из которых представлены на рисунках 3 и 4.



**Рис. 3** Влияние величины начальных извлекаемых запасов на обводненность скважин



**Рис. 4** Влияние эффективной нефтенасыщенной толщины на обводненность скважин

По низкодебитным скважинам можно сказать, что с уменьшением параметров эффективной нефтенасыщенной толщины и начальных извлекаемых запасов кратность увеличения обводненности уменьшается, с увеличением увеличивается.

По средне- и высокодебитным скважинам наблюдается обратная тенденция: с увеличением параметров эффективной нефтенасыщенной толщины и начальных извлекаемых запасов кратность увеличения обводненности уменьшается, с уменьшением увеличивается.

Выводы:

Выполнен анализ проведения гидравлического разрыва пласта для групп добывающих скважин.

Получена различная эффективность: для низко и средне дебитных скважин ГРП эффективен. Для высоко дебитных скважин достигнута незначительная эффективность.

Рекомендуется обратить внимание на средне дебитные скважины, в которых достигается тот же положительный эффект что и в низко дебитных скважинах, но при этом обводненность продукции возрастает меньше.

Для достижения большего положительного эффекта от ГРП, при выборе скважины-кандидата необходимо учитывать параметры: эффективную нефтенасыщенную толщину и величину начальных извлекаемых запасов, приходящуюся на скважину, которые, как показал анализ, влияют на увеличение обводненности продукции скважин после ГРП.

Практический аспект состоит в том, что для каждой скважины, в зависимости от технологического режима, можно спрогнозировать увеличение параметров обводненности, дебитов нефти и жидкости после проведения гидравлического разрыва пласта.

## КОНЦЕНТРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И ПИРОЛИТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИАСОВЫХ И НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА КОТЕЛЬНЫЙ (НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА)

И.В. Шишманиди

Научные руководители член-корреспондент РАН В.А. Каширцев, доцент Е.А. Фурсенко  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В последнее время большое внимание уделяется освоению ресурсов Арктики и шельфа Северного Ледовитого океана. На данный момент этот район изучен слабо, полезные ископаемые в его недрах – это только прогноз, который необходимо подтверждать. Изменение климата ставит новые задачи, огромная неприступная территория, покрытая многолетней мерзлотой, может оказаться открытой. Одной из приоритетных задач для России на ближайшее время является геологическое изучение шельфов арктических морей с целью освоения их углеводородного потенциала.

Архипелаг Новосибирские острова находится в Северном Ледовитом океане между морем Лаптевых и Восточно-Сибирским морем, располагается в пределах шельфа на плоской материковой отмели. Административно он относится к республике Саха (Якутия) и имеет площадь около 38000 км<sup>2</sup>. Остров Котельный – самый крупный остров в архипелаге Новосибирских островов, он является интересным и важным для изучения районом восточно-арктической области.



Систематическое изучение архипелага началось в середине 50-х гг. XX века, начиная с этого времени там была проведена геологическая съемка, космофотогеологическое картирование, на острове Котельный были открыты несколько месторождений бурого угля. В 1992 году президентом республики Саха (Якутия) был подписан указ о запрете всех видов геологоразведочных работ до изучения результатов оценки экологического состояния островов. Последними исследованиями, проведенными на территории острова Котельный, являются работы сотрудников Института нефтегазовой геологии и геофизики имени академика А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук в 2009 году под руководством Б.Л. Никитенко и А.В. Ядренкина. В ходе данных работ были изучены разрезы мезозоя центральной части острова Котельный, проведены палеонтологические исследования, отдельные образцы горных пород были отправлены на геохимический анализ.

На территории архипелага не проводилось целенаправленных работ на нефть и газ, по этой причине оценка перспектив нефтегазоносности основывается на использовании лишь геологических показателей, установленных на этапе региональных геологоразведочных работ. Специалисты ВНИГРИ полагают, что регион можно рассматривать, как перспективный, основанием для этого является платформенный тектонический тип большей части региона, большая мощность осадочных отложений (до 15 км), из которых 12 км представлены морскими отложениями [3].

В данной работе было проведен анализ геохимических характеристик органического вещества (ОВ) триасовых и нижнеюрских пород острова Котельный (41 проба). Были исследованы следующие параметры: содержание  $C_{орг}$  (органического углерода), пиролитические характеристики.

Концентрация  $C_{орг}$  определялась методом сжигания пробы декарбонатизированной породы, предварительно раздробленной до фракции 0,25 мм. Определение содержания  $C_{орг}$  проводилось при помощи экспресс-анализатора АН-2975, в котором образец (декарбонитизированная порода) сжигается в токе кислорода при температуре 1050 – 1100°C.

Метод пиролиза состоит в нагреве породы в токе инертного газа. При этом в температурном интервале 250–300°C из породы возгоняются свободные углеводороды, образуя на выходе интегральный пик  $S_1$ . При температуре от 300 до 650°C отрываются углеводородные цепочки, входящие в структуру куругена (пик  $S_2$ ). Кроме того фиксируется температура максимального выхода углеводородов в пике  $S_2$  ( $T_{max}$ ). Важным рассчитываемым параметром является водородный индекс (HI)  $HI = S_2/C_{орг}$  (мг УВ/г  $C_{орг}$ ), он характеризует нефтегенерационный потенциал и тип материнского органического вещества [1]. Пиролитические характеристики ОВ исследуемых проб получены на базе аппаратной системы Rock-Eval.

Для оценки нефтепроизводящих свойств пород необходимо сравнить содержание в них  $C_{орг}$  с кларковым содержанием для каждого типа пород.

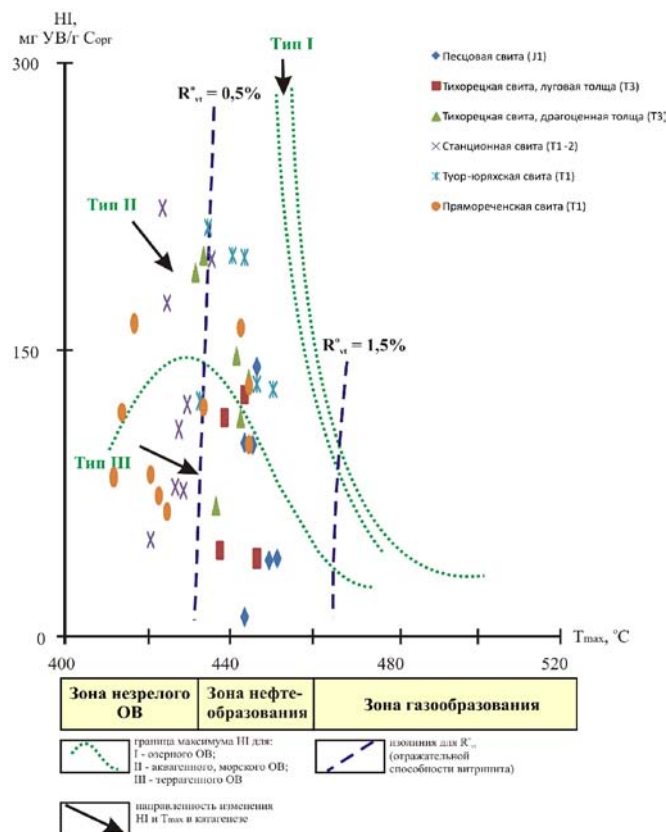


Рис. Диаграмма зависимости HI от Tmax

Для глинистых пород кларковое содержание  $C_{орг}$  составляет 0,9 %  $C_{орг}$  на породу, для алевритовых – 0,45 %  $C_{орг}$  на породу, для песчаных и карбонатных – 0,2 %  $C_{орг}$  на породу [5].

Наибольшая средняя концентрация  $C_{орг}$  характерна для пород станционной свиты ( $T_2$ ) (4,15 %  $C_{орг}$  на породу), что может свидетельствовать о вероятной принадлежности данных пород к потенциально нефтематеринским. Также высокой средней концентрацией  $C_{орг}$  отличаются породы примореченской свиты ( $T_1$ ) (3,17 %  $C_{орг}$  на породу), некоторые пробы из пород туор-юрской свиты ( $T_1$ ) имеют высокое содержание  $C_{орг}$  (3,69, 3,31, 2,74 %  $C_{орг}$  на породу), что говорит о возможной способности этих пород к нефтегенерации.

Что касается распределения  $C_{орг}$  в породах различного типа, то карбонатные породы имеют закономерно низкое содержание  $C_{орг}$ . Среди терригенных пород наиболее высокой концентрацией  $C_{орг}$  отличаются породы станционной свиты ( $T_2$ ) (среднее содержание 4,15 %  $C_{орг}$  на породу), тихорецкой свиты драгоценной толщи ( $T_3$ ) (1,50 %  $C_{орг}$  на породу) и примореченской свиты ( $T_1$ ) (3,17 %  $C_{орг}$  на породу).

На диаграмме зависимости  $HI$  от  $T_{max}$  (рисунок) приведена характеристика пород по типу органического вещества и степени его катагенетической преобразованности. Породы песчовой свиты ( $J_1$ ) характеризуются низкими значениями  $HI$  ( $<150$  мг УВ/г  $C_{орг}$ ), что по-видимому обусловлено терагенным типом ОВ и окислительными условиями в диагенезе. Органическое вещество пород этого возраста на диаграмме попадает в зону нефтеобразования ( $T_{max}$  425–460°C). Органическое вещество пород тихорецкой свиты, луговой толщи ( $T_3$ ) принадлежит к терагенному типу, оно также характеризуется низкими значениями  $HI$  и на диаграмме попадает в зону нефтеобразования ( $HI$  40 – 126 мг УВ/г  $C_{орг}$ ;  $T_{max}$  437–443°C). Породы тихорецкой свиты, драгоценной толщи ( $T_3$ ) по типу ОВ на диаграмме попадают в разные области. ОВ с наибольшим высоким показателем  $HI$  (160–200 мг УВ/г  $C_{орг}$ ) является аквагенным, попадая при этом в зону незрелого ОВ, а ОВ со значением  $HI$  68–47 мг УВ/г  $C_{орг}$  относится к терагенному типу и на схеме ложится в зону нефтеобразования. ОВ пород станционной свиты ( $T_{1-2}$ ) на схеме попадает в зону незрелого ОВ. Часть проб содержит ОВ терригенного типа, а некоторые породы характеризуются аквагенным ОВ ( $HI$  50–319 мг УВ/г  $C_{орг}$ ;  $T_{max}$  420–435°C).

Все породы туор-юряжской свиты ( $T_1$ ) содержат ОВ аквагенного морского типа, они характеризуются значением  $HI$  от 120 до 215 мг УВ/г  $C_{орг}$ ;  $T_{max}$  432–450°C и на схеме лежат в пределах зоны нефтеобразования. Пробы пород прямореченской свиты ( $T_1$ ) на схеме лежат по разные стороны от кривой, разделяющей ОВ II и III типа. Одни породы содержат терригенное ОВ, а другие – аквагенное морское.

На диаграмме зависимости  $HI$  от  $T_{max}$  наблюдается некоторая закономерность: более древние породы (прямореченская свита,  $T_1$ ) содержат менее зрелое ОВ, чем породы более молодого возраста (песчовая свита,  $J_1$ ), это можно объяснить тем, что захоронение осадков прямореченской свиты происходило в окислительных условиях, что повлекло за собой разрушение ОВ.

Среди исследуемых проб преобладают породы с органическим веществом терагенного типа. Присутствуют породы с незрелым ОВ. К потенциально нефтематеринским породам можно отнести прямореченскую свиту ( $J_1$ ) и (частично) туор-юряжскую ( $T_1$ ) и станционную свиту ( $T_{1-2}$ ).

#### Литература

1. Лопатин Н.В., Емец Т.П. Пиролиз в нефтегазовой геохимии – М.: Наука, 1987. – 144 с.
2. Меленевский, В.Н. Методические рекомендации по применению пиролитических методов моделирования в органической геохимии / В.Н. Меленевский. – Новосибирск.: СНИГГиМС, 1991. – 50 с.
3. Новосибирские острова. Геологическое строение и минералогия / Под ред. В.И. Ушакова. – СПб.: ВНИИОкеанология, 1999. – 130 с.
4. Преображенская Э.Н. Мезозойские отложения острова Котельного // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля: сб. ст. – Л.: НИИГА, 1975. – С. 28 – 37.
5. Справочник по геохимии нефти и газа. – СПб.: Недра, 1998. – 576 с.
6. Тиссо, Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти – М.: Мир, 1981. – 501 с.

### СТРАТОТИПИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПЛАСТОВ ГРУППЫ БЯ ЯМАЛО-ГЫДАНСКОГО ФАЦИАЛЬНОГО РАЙОНА

А.С. Юшина

Научный руководитель старший научный сотрудник С.В. Ершов  
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия

Отложения неокома являются одним из основных продуктивных комплексов осадочного чехла Западно-Сибирского бассейна. Главной особенностью неокомских отложений является их клиноформное строение. Закономерности распространения неокомских пластов подчинены фациально-палеогеографической зональности и являются результатом циклической смены обстановок седиментации: регрессивный этап накопления песчано-алевролитовых разностей и трансгрессивным накоплением тонкодисперсных глинистых осадков. Соотношение скорости прогибания бассейна, скорости седиментации и эвстатического колебания уровня Мирового океана являлись главными факторами, определявшими характер заполнения бассейна [4]. Еще одной особенностью отложений неокома является большое количество структурно-фациальных зон. Всего на территории Западно-Сибирского бассейна выделяется двадцать фациальных районов. Из них на северные и арктические территории приходится десять, с утвержденными стратотипическими разрезами фациальных зон.

В неокомском продуктивном комплексе сосредоточена основная часть запасов УВ Ямало-Ненецкого АО (ЯНАО) [2]. Основной процент извлекаемых запасов УВ в этом районе приходится на долю Надым-Пурской НГО. Более северные территории ЯНАО (п-в Ямал, п-в Гыдан) находятся в процессе активного изучения и являются перспективными для поиска нефти и газа.

Согласно схеме структурно-фациального районирования, принятой на межведомственном региональном стратиграфическом совещании в 2005 году, берриас-нижеаптские отложения полуострова Ямал относятся к Ямало-Гыданскому фациальному району (ФР). На территории Ямало-Гыданского ФР выделены следующие пласты, стратотипы для которых утверждены в разрезах скважин (рис. 1):

- Арктическая скв. 9, стратотип пластов ТП<sub>1-26</sub>, танопчинская свита, готерив-нижний апт;
- Геофизическая скв. 46, стратотип пластов БГ<sub>10-18</sub>, ахская свита, готерив;
- Среднеямальская скв. 14, стратотип пластов БЯ<sub>10-13</sub>, ахская свита, готерив;
- Новопортовская скв. 80, стратотип пластов НП<sub>0-11</sub>, ахская свита, валанжин-готерив;

Медвежья скв. 32, стратотип пластов АН<sub>9-11</sub>, БН<sub>1-12</sub>, ахская свита, валанжин-готерив.

Стратотипический разрез пластов БЯ, закрепленный решением совещания 1986г [5] в скважине № 14 Среднеямальской площади, вскрывает только пласты БЯ<sub>10-13</sub>, что не полностью отражает разрез, характерный для берриас-нижнеаптских отложений восточных и юго-восточных территорий п-ва Ямал.

Строение неокома Западно-Сибирского бассейна, и в частности севера, характеризуется глинизацией разреза по направлению к его центральной части. Поступление обломочного материала происходило в основном с востока. Клиноформы западного падения, сформировавшиеся под влиянием источников сноса, представлены чередованием глинистых пачек и песчаных горизонтов [1].

В центральной части п-ва Ямал, где расположен стратотипический разрез пластов БЯ (Среднеямальская скв. 14), часть пластов этой группы заглинизирована вследствие их перехода в склоновые и далее на северо-запад в дистальные глинистые фации. Наиболее полные разрезы шельфовых комплексов находятся на востоке или юго-востоке соответствующих фациальных районов, где и следует выбирать скважины-стратотипы [4].

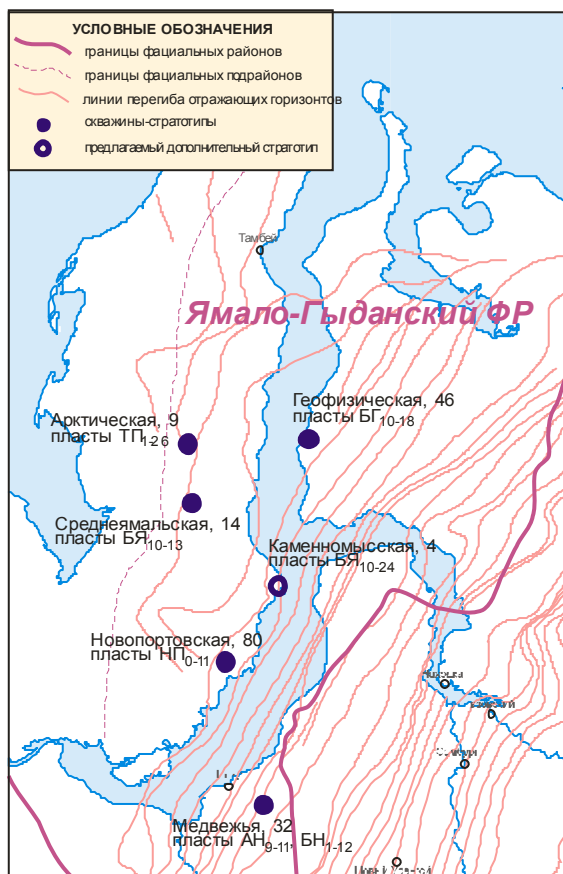


Рис. 1 Схема расположения гипостратотипических разрезов Ямало-Гыданского фациального района

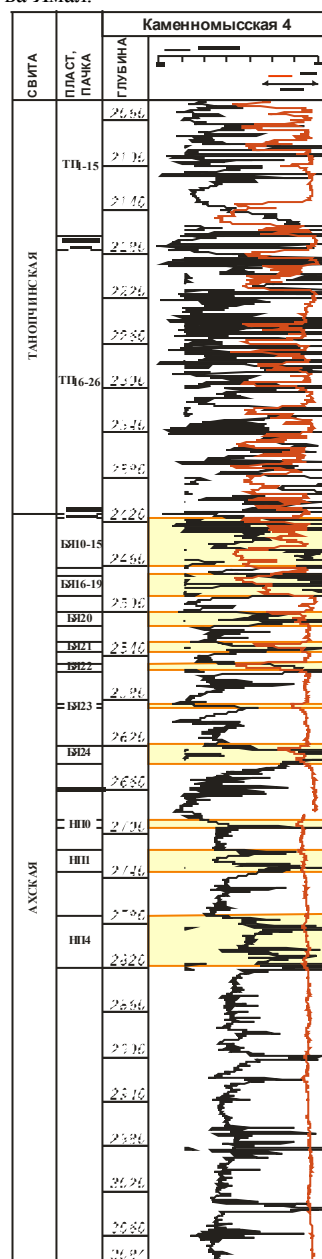


Рис. 2 Типовой разрез пластов группы БЯ<sub>16</sub>–БЯ<sub>24</sub> Восточно-Ямальского фациального подрайона

Для решения проблемы выбора дополнительного стратотипа необходимо проанализировать разрезы скважин, выделить наиболее информативные, расположенные на участках с максимальным разрезом продуктивного комплекса [3]. Основными задачами при этом будет обоснование нового стратотипического разреза для применения на практике и индексация пластов.

Аналогичная работа была проведена группой исследователей под руководством Нестерова И.И. (мл.), при разработке стратотипа для Гыданского фациального подрайона. Разрез скважины Геофизическая, 46 (пласты БГ<sub>10-19</sub>), принятый в качестве гипостратотипа на 5-м межведомственном совещании, не полностью отображал картину, характерную для группы пластов БГ. В связи с чем, было предложено дополнить уже существующий стратотип разрезом скважины Тотаяхинская, 25 [4].

В качестве гипостратотипа пластов БЯ<sub>16</sub>–БЯ<sub>24</sub>, выделяемых в разрезе ахской свиты (готерив) на юге п-ова Ямал, предлагается скважина Каменномысская 4. Территория Каменномысская расположена на юго-востоке Восточно-Ямальского фациального подрайона (рис. 1). Разрез скважины был привязан к

существующим стратотипам (Арктическая скв. 9, Среднеямальская скв. 14, Новопортовская скв. 80). Скважина вскрыла максимальный разрез шельфового комплекса неокома п-ова Ямал (пласты ТП<sub>1-26</sub>, БЯ<sub>10-13</sub>, НП<sub>0-11</sub>) и расположена на 111 региональном сейсмическом профиле. Предлагаемый гипостратотипический разрез пластов БЯ<sub>16-24</sub> показан на рис. 2.

Таблица

Стратотипический разрез пластов группы БЯ Ямало-Гыданского ФР

Пласт, пачка	Интервал залегания, м	
	кровля	подошва
арктическая	2411	2418
БЯ <sub>10-15</sub>	2418	2460
БЯ <sub>16-19</sub>	2468	2486
БЯ <sub>20</sub>	2500	2512
БЯ <sub>20</sub>	2528	2537
БЯ <sub>21</sub>	2547	2554
БЯ <sub>22</sub>	2582	2588
БЯ <sub>23</sub>	2620	2638
БЯ <sub>24</sub>	2638	2688
сеяхинская	2688	2695
НП <sub>5-9</sub>	2715	2734

Отметки кровли и подошвы пластов приведены в таблице.

Выделенный в скважине 4 Каменномысской площади дополнительный стратотипический разрез пластов БЯ<sub>16</sub>–БЯ<sub>24</sub> предлагается к использованию для индексации продуктивных пластов верхней части ахской свиты в южных районах п-ва Ямал.

## Литература

1. Ершов С.В., Зверев К.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н. Седиментация в раннемеловом бассейне Западной Сибири и её влияние на нефтегазоносность // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2001. – Т. 42. – № 11–12. – С. 1908–1917.
2. Нестеров И.И. (мл.), Бородин В.Н., Михайлова М.Г. Характеристика геологического строения шельфовых отложений неокома севера Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2003. – № 4–5. – С. 83–89.
3. Нестеров И.И. (мл.), Ордин В.А., Герман М.В. и др. Стратотип песчано-алевритовых пластов группы АТ в разрезе готерив-баррема Тазовского литофациального района // Горные ведомости. – Тюмень, 2005. – № 8. – С. 58–63.
4. Нестеров И.И. (мл.), Ордин В.А., Пенягин П.В. и др. Гипостратотипический разрез пластов группы БГ Гыданского литофациального подрайона // Горные ведомости. – Тюмень, 2005. – № 3. – С. 20–25.
5. Решение совещания по вопросам корреляции и индексации продуктивных пластов мезозойских отложений Тюменской области. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1986. – 38 с.

**ПИРИТИЗАЦИЯ АРГИЛЛИТОВ БОБРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА  
ПО ДАННЫМ ТЕРМОКАППАМЕТРИИ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ КЕРНА СКВАЖИНЫ  
ЮЖНО-РЖАВЕЦКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, РТ)**

**Р.И. Ягудин, Н.Р. Минибаев**

Научный руководитель доцент Н.Г. Нурғалиева

*Казанский государственный университет имени В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

Выявление слоев, обогащенных пиритом, имеет большое значение для реконструкции истории продуктивных горизонтов, поскольку такие слои часто указывают на аномальные зоны, отражающие выраженные восстановительные условия породообразующей среды и часто выступают поисковым признаком нефтяных залежей [1].

Вариации петромагнитных параметров надежно фиксируют участки разреза с повышенными концентрациями пирита и других восстановленных форм железа.

Характер пиритизации пород (множественность или единичность форм, их структурно-текстурное выражение) указывает на диагенетический (первичный) или эпигенетический (вторичный) пирит (пирит, образовавшийся в результате миграции углеводородных флюидов (УВ)).

Исследуемый в настоящей работе метровый интервал пиритизированных аргиллитов, приуроченный к верхней части бобриковского горизонта и граничащий с тувльскими аргиллитами, залегает между двумя залежами нефти (в алексинских карбонатах сверху и бобриковских песчаниках снизу). Поскольку для керна в обоих направлениях от исследуемого интервала отмечается трещиноватость, можно предположить о влиянии миграции углеводородных флюидов на образование пирита в этом интервале.

Пирит в исследуемых аргиллитах представлен в двух формах: крупнокристаллической (блоккристаллы пирита размером до нескольких сантиметров) и дисперсной (пирит пелитовой размерности).

До миграции УВ в породах присутствуют разные соединения железа: маггемит, гематит, гидроокислы. Когда через породы мигрируют УВ, трехвалентное железо мобилизуется и в восстановительных условиях переходит в сульфидные формы, в основном, пирит. Две указанные формы пиритизации объясняются различным характером восстановительных условий, создаваемых углеводородными флюидами, а именно: крупные кристаллы образуются в «медленной» слабо восстановительной обстановке, а дисперсный пирит – в «быстрой» сильно восстановительной обстановке.

Для изучения распределения дисперсного пирита в аргиллитах была применена термокаппаметрия. Были проведены измерения магнитной восприимчивости (МВ) до нагрева образцов – МВ до\_нагрева, после нагрева при низкой (LF) и высокой частоте (HF) магнитного поля до 400°C и до 500°C (магнитная восприимчивость обозначена соответственно LF\_400, LF\_500 и HF\_400, HF\_500). Нагрев позволяет изменять свойства образцов от слабо магнитных (пирит) до сильно магнитных (магнетит). Сопоставление МВ до\_нагрева, LF\_400 и LF\_500 (или, что равнозначно, HF\_400 и HF\_500) позволяет оценить содержание в образцах пирита (рисунок).

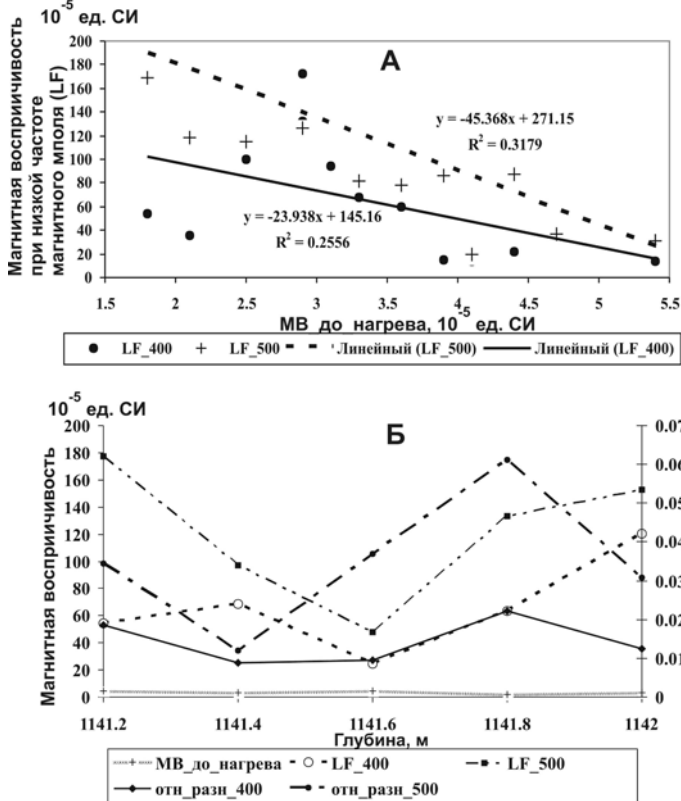


Рис. Термокаппаметрия аргиллитов бобриковского горизонта

Важным показателем дисперсности пирита является разница МВ, замеренная при низкой (LF) и высокой (HF) частоте магнитного поля – используем показатель относительной разницы магнитной восприимчивости, рассчитываемой по модели:  $(LF-HF)/LF$  (отн\_разн. на рис. Б) Этот показатель связан с содержанием суперпарамагнитных частиц в породе [2]. Чем больше этот показатель, тем больше дисперсного, то есть «быстрого» пирита в породе. Повышенные значения этого показателя отмечаются в нижней части аргиллитового слоя (максимум на глубине 1141,8 м). Таким образом, нижняя часть аргиллита (1141,6–1142 м) оказалась в сильно восстановительных условиях, а верхняя часть (1141,2–1141,6 м) – в относительно более слабых восстановительных условиях, где крупнокристаллические выделения пирита встречаются чаще. Отсюда следует, что наша гипотеза о более тесной связи рассматриваемых пород с нижележащей залежью (в бобриковских песчаниках) вполне обоснована.

Проведенное исследование показало, что выявленный в бобриковских аргиллитах пирит является вторичным, а связанная с ним термокаппаметрическая аномалия выступает признаком (в том числе и поисковым) наличия нижележащей нефтяной залежи.

Литература

1. Еремин В.Н., Молоствовский Э.А., Первушова Е.В., Черняева А.Ф. Магнитная зональность осадочных пород и пространственное распределение аутигенных минералов железа в зонах влияния углеводородов // Геология нефти и газа. – № 4. – 1986. – С. 38–44.
2. Dunlop D.J., and Ozdemir O. Rock Magnetism: Fundamentals and Frontiers. – Cambridge Univ. Press, New York, 1997. – 573 pp.

Для всех образцов наблюдается закономерный рост МВ при нагреве до 400°C и 500°C (пирит переходит в магнетит). На рис. А показаны зависимости LF\_400 и LF\_500 от МВ до\_нагрева, указывающие на ожидаемую закономерность: чем меньше значение МВ до\_нагрева (то есть чем больше диамагнитного пирита), тем больше значения МВ400 и МВ500. На рис. Б можно увидеть, что на глубине 1141,6 м наблюдаются минимальные значения LF\_400, LF\_500 и HF\_400, HF\_500. Это объясняется тем, что в данном образце кроме пирита, видимо, имеются гидроокислы, не перешедшие в пирит.

Нагревание гидроокислов не ведет к росту магнитной восприимчивости больше, чем нагревание такого же количества пирита. Вероятно, указанный образец по сравнению с другими образцами оказался в меньшей степени под влиянием УВ, чем другие образцы (степень трещиноватости меньше).

Относительно повышенные значения пирита отмечаются на глубине 1141,2 м и особенно – на глубине 1142 м. Можно предположить о более тесной связи рассматриваемых пород с нижележащей залежью (восходящая миграция флюидов).

**ПУТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РОСТА В СИСТЕМЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА (О ВРЕМЕНИ И О СЕБЕ)\*****(к 110-летию горно-геологического образования в Сибири)****И.А. Ботев****Выпускник ТПИ 1959 года, бывший начальник геологического отдела объединения  
«Ленанефтегазгеология», г. Якутск, Россия**

После окончания геолого-разведочного факультета ТПИ по государственному распределению в составе группы молодых инженеров-нефтяников из десяти человек был направлен в гидрогеологическую партию под Томском. Партия являлась структурным подразделением Второго гидрогеологического управления Министерства геологии СССР и вела изыскания под полигоны подземного хранилища отходов строящегося закрытого предприятия атомной химической промышленности (Томск-7). Надо заметить, что изыскания подобной целевой направленности осуществлялись в СССР впервые, и проводили их геологи-нефтяники. Уже 28 декабря 1959 года родился сын Костя, имя ему выбирали на предновогоднем собрании партии. Вот были времена!

Как было и положено, два года отработал техником-геологом на буровой. В 1961 году назначен геологом в только что организованную партию близ г. Красноярск (Красноярск-26). Цель работ та же, что и в Томске-7. База партии на берегу Енисея, кругом сосновый лес, рядом горы и кедрачи. Грибы, ягоды, охота, рыбалка скрашивали все суровые условия работы и остались в памяти на всю жизнь. В 1964 году назначен старшим геологом участка. Работал старательно и усиленно, получил благоустроенную квартиру в Красноярске-26. После времянок и бараков это было событие.

В 1967 году родился сын Максим, а мне предложили ехать в Волгоград организовывать участок работ по изысканию полигона для подземного захоронения промстоков Волгоградского химкомбината им. 50-летия Октября. Через полтора года на базе участка организовали гидрогеологическую партию. «Настоящий» начальник приехал из Красноярск-26, я стал старшим геологом партии. Изыскания шли успешно, и в 1971 году другие химкомбинаты пожелали провести подобные работы. Партию преобразовали в экспедицию, поручив проведение аналогичных работ в г. Волжском, в Яване Таджикской ССР, в Херсоне, в Литве под Игналинскую АЭС. Я был назначен главным геологом экспедиции. Работа интересная, хорошо обустроились в бытовом отношении, но меня подвело здоровье. Напала аллергия в летний период, боролся с ней до 1974 г. и стало совсем невмоготу. Врач рекомендовал единственный выход – менять климат. Разослал по Сибири и Северу запросы. Помощь пришла неожиданно от «голландца» Юры Меркурьева. Голландия – название одной из студенческих коммун, в которые объединялись тогдашние студенты для организации своего быта. С Ю. Меркурьевым мы обменивались письмами с 1963 года, и вот он переслал мою «Жалобу» в Якутск Вале Тимченко (сокурсник 264 группы). Вскорости я получил приглашение в трест «Якутнефтегазразведка». В марте 1975 года я в Якутске, определили меня старшим геологом геологического отдела треста. Адаптировался к новой работе и северным условиям быстро. В 1976 году получил хорошую квартиру в новом доме, приехала семья и зажили дружно-весело.

В 1980 году назначили начальником геологического отдела объединения «Ленанефтегазгеология». Начальником геологического отдела отработал 3 года, добровольно ушел ведущим геологом в отделе. Роль начальника не для меня, хотя нареканий по работе не имел ни устных, ни письменных, а вовсе даже наоборот. До выхода на пенсию 1 мая 1991 года работал в геологическом отделе. Начались быстрые политические, экономические и социальные изменения. Произошло резкое сокращение работ на нефть-газ в Якутии с неизбежными сокращениями – увольнениями. Я решил уйти до этого, выучился на газооператора и 3 года топил котлы на птицефабрике. За ликвидацией родного объединения наблюдал со стороны, выслушивая жалобы сослуживцев. Шум в котельной надоел, пошел слесарем-трактористом на подсобное хозяйство. Выращивали картофель и прочие овощи. Обретенные на подсобном хозяйстве знания пригодились потом, когда осенью 1996 года переехали в Тамбов, купили квартиру и домик в деревне.

За все время работы благодарностей, грамот разного уровня получил множество, а ни ордена, ни медали нет, не считая «Ветеран труда». Был активным донором – значок «Донор I степени». Было две моих печатных статьи в геологическом журнале, но я их не сохранил. В объединении «Ленанефтегазгеология» на доске почета «висел» последние 4 года. Во втором гидрогеологическом управлении был занесен в «Книгу почета».

Сын Костя в лихие 90-е годы также не нашёл достойного применения своим профессиональным знаниям в России. Уехал в 1992 г. в США и там успешно работает по специальности – программистом, стал гражданином той страны.

*\* Примечание редакции. Сугубо личные заметки И.А. Ботева о своей судьбе в профессии в настоящее время для молодых людей, оканчивающих университет, имеют уже не частное, но важное сравнительно историческое значение. Организация обучения и производственной геологической работы тогда и сейчас различаются кардинально. Современная экономика «фундаментального либерализма» в постсоветской России напрочь не приемлет принципы образования, трудоустройства, профессиональной мобильности и роста, какие были в Советском Союзе. И не только потому, что эти принципы органично противоречат этой экономике, что в какой-то степени так, но чаще потому, что они «советские», а потому порочные (повержены исторически), не современные. Но нужно знать, сравнивать, думать и оценивать, в чём истинные пороки и в чём истинные ценности «там» и «тут».*

## Секция 8

# ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В ИЗУЧЕНИИ РУДНЫХ И НЕФТЕГАЗОВЫХ РАЙОНОВ СИБИРИ

Ю.С. Ананьев, доцент

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

Сибирь и Дальневосточные регионы являются главными источниками большинства полезных ископаемых добываемых в России. Здесь сосредоточены основные запасы золота, урана, алмазов, меди, никеля, алюминия, платиноидов, угля, нефти, газа и других полезных ископаемых. Помимо известных районов масштабные геологоразведочные работы ведутся на перспективных площадях в новых труднодоступных и малоосвоенных регионах.

Использование материалов космических съемок (КС) здесь весьма актуально, в том числе на изученных и опосредованных наземными методами площадях. Здесь можно рассчитывать, главным образом, на выявление скрытых рудных объектов. Следовательно требуется применение инновационных технологий, которые позволяют на начальном этапе в короткие сроки при минимальных затратах средств значительно локализовать перспективные площади для постановки детальных поисковых и оценочных работ комплексом глубинных методов.

Очевидными преимуществами материалов ДЗЗ являются многие параметры [3]. Но необходимо подчеркнуть, что в отличие от традиционно используемых в геологии профильных наблюдений, которые характеризуются выборочной пространственной информативностью (в зависимости от ориентировки профилей), материалы КС равно азимутально информативны. В связи с этим они позволяют, как правило, получать принципиально новую геологическую информацию даже на детально изученных площадях.

В последнее время количество спутниковых съемочных систем постоянно возрастает и практически удваивается ежегодно. Это создает весьма благоприятные условия для использования не только архивных данных КС, но и заказа оперативных съемок в текущем режиме. В последнем случае возникает содержательная задача – определение оптимального вида КС и наиболее информативного сезона съемки.

Современные мультиспектральные данные 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 ( $>30 \text{ м}$ ), средним (30-10 м) и высоким ( $<1 \text{ м}$ ) пространственным разрешением. В разных диапазонах КС геологические объекты и явления проявляются по-разному. В одних случаях предпочтительна съемка в каких-то участках видимого диапазона, в других случаях более информативны различные каналы ИК и теплового диапазонов [3].

Для решения многих геологических задач применяется комплекс методов, когда используются данные КС нескольких масштабов, разных спектральных диапазонов, при этом используются материалы различных съемочных систем.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете разработкой технологий обработки и дешифрирования современных мультиспектральных космических снимков для решения геологических задач занимаются в центре дистанционных методов исследований и мониторинга окружающей среды. Сотрудниками центра проведены разномасштабные работы (1:500000 – 1:5000) в Горном (Калгутинский редкометалльный район) и Рудном Алтае (Зырянский и Лениногорский полиметаллические районы), в Западной Калбе (район золоторудного месторождения Бакырчик), в Восточной (Бодайбинский золоторудный, Ачитканский золото-урановорудный и Витимский урановорудный районы), Центральной (Ванкорский нефтегазоносный район) и Западной Сибири (Ортон-Федоровский золоторудный и Усинский районы), Северном Казахстане (Валерьяновская СФЗ) [1, 2, 4]. Изученные районы значительно отличаются по природным условиям – типу рельефа, характеру биоклиматических зон, степени обнаженности, составу и мощности рыхлых перекрывающих отложений, геокриологическим условиям. В каждом конкретном случае возникает задача комплексирования материалов различных КС. Проведенными исследованиями показана высокая геологическая информативность ДЗЗ во всех природных обстановках.

Выполняемые исследования позволили доказать на многочисленных примерах, что материалы ДЗЗ позволяют решать геологические задачи на всех без исключения этапах и стадиях геологоразведочных работ. От прогноза до разведки и освоения месторождений. При этом на каждой стадии работ в зависимости от масштаба работ и решаемых задач необходимо использовать свой наиболее информативный комплекс материалов ДЗЗ.

Установлены закономерности размещения известных рудных районов и месторождений в участках сопряжения разноориентированных линейментов с кольцевыми структурами, имеющими глубинную природу. Впервые показано блоковое строение некоторых районов. Выделены очаговые структуры, оказывающие закономерное влияние на размещение полезных ископаемых. На значительных площадях (до 2500 км<sup>2</sup>), перекрытых мощными аллохтонными отложениями, изучено геологическое строение фундамента и выявлены элементы рудоконтроля погребенных месторождений.

Установлены ранее не известные (в том числе не обнаруженные наземными и аэро-работами) 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, 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 жильно-метасоматические зоны.

#### Литература

1. Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Житков В.Г. Космоструктурные модели золоторудных объектов Западной Калбы. // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 35 – 41.
2. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Анникова И.Ю. и др. Космоструктурная модель района Калгутинского редкометального месторождения (Горный Алтай) // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311. – № 1. – С. 45–53.
3. 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: STT, 2010. – 228 с.
4. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Картирование погребенных палеодолин и кор выветривания по материалам современных космических съемок // Материалы XIV международного Совещания «Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения» (2-10 сентября 2010 г., г. Новосибирск). – Новосибирск, 2010. – С. 570 – 574.

### ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕФТЕРАЗЛИВОВ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

М.Н. Алексеева, И.Г. Яценко

Научный руководитель заведующая лабораторией И.Г. Яценко  
Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

Известно [4], что в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) ежегодные объемы аварийно разливаемой нефти составляют от 50 до 70 тыс. т. В 2007 г. количество аварий составило 5480 с площадью разливов нефти 890,9 га. Несмотря на многократное увеличение в настоящее время объемов рекультивационных работ, проблема нефтяного загрязнения в округе остается чрезвычайно острой. В результате аварийных разливов нефти происходит загрязнение земель, водных объектов и атмосферного воздуха.

Вследствие труднодоступности и заболоченности северных территорий, находящихся в зоне воздействия предприятий нефтедобычи, наиболее перспективным подходом к оценке влияния нефтеразливов на состояние окружающей природной среды рассматривается использование космических снимков (КС) и геоинформационных технологий (ГИС).

Выявление нефтеразливов и оценка их влияния на состояние окружающей природной среды с использованием КС проводилась на примере территории тестового участка. Тестовый участок расположен на территории ХМАО и охватывает территории следующих месторождений нефти: Сомотлорского, Ватинского, Мамонтовского, Покачевского, Федоровского, Урьевского и Мыхпайского.

Для проведения исследований использовались разновременные КС Landsat 1999 - 2001 гг. и 2005 - 2007 гг. в тепловом и инфракрасном каналах. Для выявления и оценки площадей нефтеразливов дешифрирование КС Landsat осуществляется с обучением решающего алгоритма программы классификации на основе выбранных эталонов средствами пакета ERDAS Imagine. Общая схема анализа данных для оценки влияния нефтеразливов на состояние окружающей природной среды приведена на рис.



Рис. Схема анализа данных для оценки влияния нефтеразливов на состояние окружающей природной среды. ЦМР - цифровая модель рельефа, ОПО – общее программное обеспечение, СПО – специальное программное обеспечение



Для характеристики рельефа территории в работе использовались доступные в сети интернет цифровые модели рельефа ASTER GDEM, которые обладают приемлемой точностью и находятся в географической системе координат заданной проекции. Для выявления нефтеразливов, распознавания природно-антропогенной структуры территории на космических снимках и определения достоверности результатов дешифрирования использовались литературные сведения - карты, рисунки, статистические данные и описания наземных исследований [5, 7 – 8].

Обработка данных проводилась с использованием общего программного обеспечения: ERDAS Imagine, ArcGIS, ArcView и специального программного обеспечения, включающего доступные в сети Интернет программы ContourElev\_SK и Line\_flip [10]. Предварительная обработка классифицированных КС, карт, ASTER GDEM и литературных сведений подразумевает их геометрическую регистрацию, пространственное совмещение в заданной проекции с использованием средств ERDAS Imagine и преобразование в слои векторного формата в геоинформационной системе ArcGIS. Геоинформационный анализ вычисленных площадей нефтеразливов и распределения их по классификации ландшафтных выделов и типов почв выполнялось средствами ArcGIS и ArcView. Анализ направления растекания нефти с учетом особенностей рельефа проводилось с применением средств ArcGIS и специального программного обеспечения.

На основе дешифрирования КС 1999-2001 гг. было определено, что общая площадь нефтяных разливов на территории тестового участка составила 24 км<sup>2</sup>, из них 2,8 км<sup>2</sup> приходится на Мамонтовское месторождение и 11 км<sup>2</sup> (45,8 % общей площади разлива) - на Самотлорское месторождение, т.е. около половины площади нефтеразливов приурочено к территории Самотлорского месторождения.

Была проведена проверка соответствия (валидация) полученных в данной работе результатов оценки площадей нефтеразливов на территории Самотлорского, Ватинского и Мамонтовского месторождений с опубликованными данными в открытых источниках [5, 7 – 8]. Установлено полное соответствие полученных результатов выявления нефтяных разливов на КС территории Самотлорского месторождения с данными, полученными в результате дешифрирования космоснимков исследователями экологической организации Гринпис [7]. На территории Мамонтовского месторождения соответствие дешифрирования нефтяных разливов на КС составила 60 % по отношению к полевым исследованиям [5].

С использованием цифровой модели рельефа ASTER GDEM установлено, что наибольшие по площади разливы имеют место на малорасчлененных, равнинных поверхностях с высоким уровнем грунтовых вод, что характерно для заболоченных водоразделов тестового участка. Так, на участке Самотлорского месторождения на месте прорывов нефтепроводов определено, что нефть растекается по поверхности с преобладающими уклонами 1 – 30 и скапливается в локальных понижениях.

В результате дешифрирования КС территории тестового участка для оценки влияния нефтеразливов определена классификация ландшафтных выделов и типов почв: болото, травяной покров пойм и стадии восстановления на месте вырубок лесов, мелколиственный лес, хвойный лес и минерализованные участки, которые отсыпаны привозным глинистым или песчаным грунтом и лишены растительности. Установлено, что на территории тестового участка почти половина площади нефтеразлива приходится на минерализованные участки, а на долю болот приходится 31 % от площади нефтеразлива. В случае большого объема вылившейся нефти на болотах погибает мохово-травяная растительность, усыхают деревья. Выявлено, что наименее пострадали от нефтяного загрязнения хвойные леса (1 %) и вторичная травяная растительность на месте вырубок. Площади нефтеразливов на местах распространения травяной растительности и лиственных лесов по состоянию территории на 1999 - 2001 гг. составляют соответственно 11 % и 8 %. При значительном объеме вылившейся нефти происходят следующие изменения хвойных и лиственных лесов: посветление молодой хвои, более раннее опадание старой хвои, уменьшение прироста ветвей, уменьшение размеров листьев березы. При незначительном загрязнении нефтью происходит сокращение лишайников и всходов сосны, кедр [3].

Как известно, аварийные разливы нефти не только ухудшают состояние почв и растительного покрова, но и загрязняют атмосферный воздух. Например, в легкое время с поверхности разливов испаряется от 20 до 40 % легкой фракции нефти. Рассмотрено влияние испарений на атмосферу на примере территории Самотлорского месторождения. Для расчета массы углеводородов, испарившихся с поверхности Самотлорского месторождения за июнь – август 1998 и 1999 гг., необходимые характеристики (плотность нефти, средняя температура поверхности испарения, толщина слоя нефти, продолжительность процесса испарения и т.д.) принимались из [6 – 7, 9]. Получено, что при площади нефтяного разлива в 11 км<sup>2</sup> за июнь – август 1998-1999 гг. в атмосферу поступило 19393 т испарившихся углеводородов. Необходимо отметить, что превышение предельно допустимых максимально разовых концентраций некоторых испаряющихся углеводородов в атмосферном воздухе, например, пентана, гексана, циклогексана и бензола отрицательно влияет на здоровье человека [2].

Таким образом, применение космических снимков и геоинформационных систем наиболее перспективно, доступно и оправдано для мониторинга и оценки площадей нефтеразливов и их влияния на окружающую среду, состояния заболоченных и труднодоступных северных территорий.

#### Литература

1. Азьмука Т.И. Климат почв Среднего Приобья. – Новосибирск: Наука, 1986. – 119 с.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс]: ГОСТ, 2003. – Режим доступа: <http://libgost.ru/>, свободный.

3. Захаров А. И., Гаркунов Г. А., Чижов Б.Е. Виды и масштабы воздействий нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. – Вып. 6. – С. 149 – 160.
4. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты – Мансийского автономного округа – Югры в 2006-2007 годах». – Ханты- Мансийск: ОАО «НПЦ Мониторинг», 2008. – 117 с.
5. Казанцева М. Н., Казанцев А. П., Гашев С. Н. Характеристика нефтяного загрязнения территории Мамонтовского месторождения нефти // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. – Вып. 2. – С. 86 – 90.
6. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах (утв. Минтопэнерго РФ 1 ноября 1995 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoguild.ru/docs/usherblarn.doc>, свободный.
7. Михайлов С., Таргулян О. Нефтяные разливы – вид из космоса // ArcReview. 2001. № 2. – С.6.
8. Сивоконь И.С., Шор Е.Л. Анализ современного состояния природной среды в районе Ватинского нефтяного месторождения // Биологические ресурсы и природопользование. Сборник научных трудов. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 1997. – Вып. 1. – С. 99 – 113.
9. Сравнительная физико-химическая характеристика нефтей пластов БВ7 и БВ8 Самотлорского месторождения // Вестник недропользователя [Электронный ресурс]: журнал, 2002. – Режим доступа: <http://www.oilnews.ru/magazine/2002-09-11.html>, свободный.
10. ArcScripts Home – ESRI Support [Электронный ресурс]: программы. – Режим доступа: <http://arcscripts.esri.com/>, свободный.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

**А.В. Антропов, М.С. Голобородов**  
**ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», г. Краснодар, Россия**

Параллельное гидродинамическое моделирование на кластерах и grid-платформах в настоящее время является доказанной основной технологией в мире. Разработки в области численного гидродинамического моделирования и создания суперкомпьютеров всегда были взаимосвязаны: как только аппаратное обеспечение становилось мощнее, инженеры строили модели, которые были больше или сложнее, в результате существующие компьютеры оказывались слишком медленными. Далее совершенствовались компьютеры, и снова усложнялись модели и т.д. На сегодняшний день многие гидродинамические модели состоят из миллионов ячеек и тысяч скважин и занимают гигабайты дискового пространства [1]. Кроме того, такие задачи как, прогнозирование неопределенностей и автоматическая адаптация на историю месторождения требует создания и хранения нескольких вариантов моделей одновременно. Вследствие чего, такие модели не могут быть мобильными и должны храниться на локальном сервере. При этом доступ к результатам моделирования часто необходим нескольким специалистам из различных географически удаленных точек.

В таком ключе становится целесообразным использование web-технологий для создания клиент-серверных приложений для передачи и обработки данных (рис.).

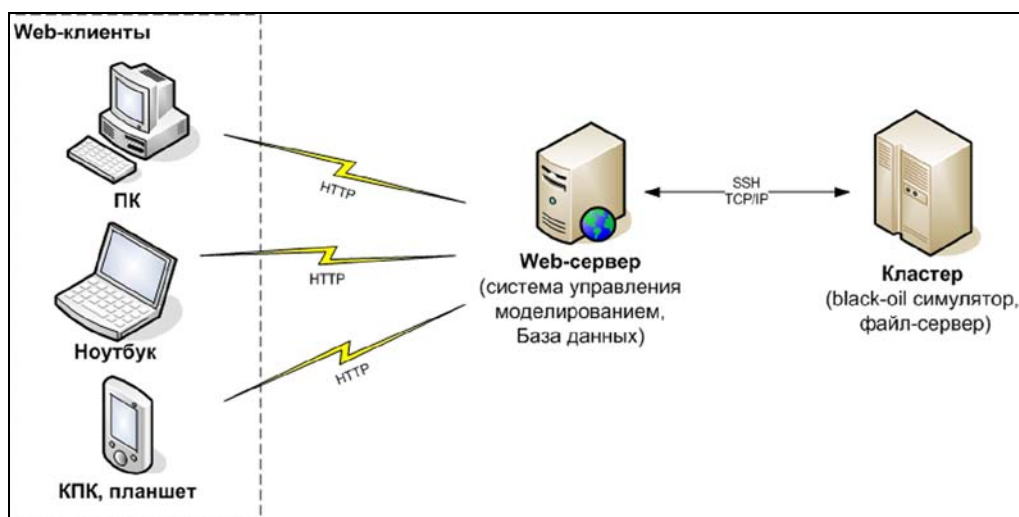
В такой системе клиентская часть реализует пользовательский интерфейс, формирует запросы к серверу и обрабатывает ответы от него. Клиент выполняет минимальную часть работы по обработке информации, что снижает предъявляемые требования к мощности аппаратной части и, как следствие, снижает стоимость необходимого оборудования. Также, становится возможным использование мобильных устройств для обработки данных получаемых в процессе моделирования.

Серверная часть состоит из Web-сервера и вычислительного кластера. Web-сервер отвечает за формирование интерфейса с конечным пользователем, формирование необходимых данных для симулятора, осуществляет управление работой симулятора, а также предоставляет пользователю возможность следить за ходом выполнения расчета в режиме «online» и организует доступ к результатам расчетов.

Вычислительный кластер формируется с учетом особенностей создаваемых моделей. Различные симуляторы, даже разные модели месторождений на том же симуляторе могут иметь полностью противоположные требования к аппаратной части. Модели «черной нефти» обычно требуют огромной пропускной способности между процессором и памятью во время решения системы линейных уравнений; архитектуры с выделенным доступом к памяти для каждого процессора являются предпочтительными по сравнению с конфигурациями, где два (или более) процессора должны делить доступ к памяти. Композиционные и термальные модели обычно выигрывают от высокой тактовой частоты процессора и большого объема кэша второго уровня, так как большой объем памяти тратится на сложные расчеты свойств флюида (которые очень «кэш-локальны»). Таким образом, правильный выбор аппаратной части может повысить производительность численного моделирования на 50 % и более [1].

Web-интерфейс предоставляет пользователю уникальную возможность управления процессом моделирования динамики флюидов в нефтяных пластах с помощью стандартного web-браузера, при этом, практически не уступая по функциональности, ставшими привычными, настольным приложениям.

В настоящее время получил популярность новый подход к разработке Web-приложений, называемый Ajax. При использовании Ajax страницы Web-приложения не перезагружаются целиком, а лишь догружают необходимые данные с сервера, что делает их более интерактивными и производительными [2].



**Рис. Организация работы клиент-серверного приложения для гидродинамического моделирования**

Существенное преимущество построения web-приложений заключается в том, что функции должны выполняться независимо от операционной системы данного клиента. Вместо того чтобы писать различные версии для Microsoft Windows, Mac OS X, GNU/Linux и других операционных систем, приложение создается один раз для произвольно выбранной платформы и на ней разворачивается.

Таким образом, использование web-интерфейса для управления процессом моделирования обладает рядом преимуществ:

кроссплатформенность: не зависит от ОС и устройства на стороне клиента, будь то ПК на базе Windows, Linux, Mac OS, или планшет, КПК на Android или Mobile Windows;

распределенность (дистрибутивность): непосредственно вычисление происходит на удаленном сервере, на котором установлен симулятор. Это может быть мощный кластер, позволяющий считать одновременно несколько моделей и/или использующий мощность параллельного вычисления одной модели на нескольких процессорах. Управление процессом моделирования и просмотр результатов осуществляется на стороне клиента, не требующей больших вычислительных мощностей;

удобный интерфейс: Web-интерфейс позволяет выводить любую информацию, начиная от текста и заканчивая 3-х мерными моделями. Развитие сенсорных устройств отображения (сенсорные мониторы, планшеты, КПК) позволяет при помощи браузера взаимодействовать с пользователем максимально удобно (технология мультитач);

мобильность: Web-приложение не требует установки, получить доступ к результатам моделирования можно из любой точки, с любого устройства, имеющего web-браузер и доступ к сети интернет;

многопользовательность: с одной моделью одновременно может работать несколько пользователей в режиме чтения/просмотр данных.

#### Литература

1. Даймбахер Ф. Высокопроизводительные вычисления при гидродинамическом моделировании // Нефтяное хозяйство. – 2005. – № 9. – С. 200 – 203.
2. Общие сведения о частичном обновлении страниц с помощью технологии ASP.NET AJAX // <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/asp.net/gg454710>. – 2010.

### **ПРОГНОЗ НЕФТЕНОСНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МЕТОДОВ ГИС И КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА**

**Г.В. Ахметшина**

Научный руководитель доцент К.В. Абабков

**Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия**

В настоящее время важнейшим резервуаром прироста запасов углеводородов в Западной Сибири являются битуминозные отложения баженовской свиты, из которой получены значительные притоки нефти. Таким образом, встал вопрос о необходимости изучения глинистых коллекторов, к которым относятся отложения баженовской свиты.

Баженовская свита, как известно, формировалась в условиях обширного эпиконтинентального морского бассейна в волжско-раннебатовское время, когда на территории Среднего Приобья в этот период отлагались обогащенные органическим веществом глинистые илы, в той или иной степени кремнистые или карбонатные.

В условиях стабильного седиментационного режима образовывалась битуминозная толща преимущественно монтмориллонитовых тонкоотмученных и тонко-горизонтальнослоистых кремнистых, нередко сильно известковистых глин, сравнительно небольшой мощностью (5-35 м), для которых характерны: низкое содержание крупнозернистой песчано-алевролитовой фракции; высокое содержание свободного кремнезема в виде микрокристаллического халцедона и опала (до 25%), а также пиритного железа и серы; высокое содержание радиоактивных и редких элементов; обилие остатков пелагических организмов и др. [2].

Для пород баженовской свиты характерны очень высокие значения радиоактивности. А как известно, радиоактивность пород отражает первоначальное содержание в породе органического вещества. В соответствии с этим по мере преобразования керогена в нефть количество органического вещества уменьшается при сохранении той же радиоактивности породы.

Используя эти знания, проведена внутрипластовая корреляция баженовской свиты при помощи методов ГК, НГК и НТ по Приразломному, Салымскому и Правдинскому месторождениям центральной части Западной Сибири. В результате выделено 7 пропластков, соответствующих трем циклам (рисунок 1). В каждом цикле (сверху вниз) показания ГК уменьшаются, показания НГК увеличиваются, так в разрезе выделяются прослои с повышенным содержанием органического вещества и подстилающие их прослои менее насыщенные органическим веществом [1].

Необходимым условием возникновения залежей УВ является неоднородность отложений свиты, присутствие в ее разрезе высокобитуминозных (нефтегенерирующих), микрослоистых (листоватых) глин и наличие надежно изолирующих залежи сверху и снизу экранов. Из-за малого количества кернового материала, для дальнейшего выявления нефтеносных зон, приуроченных к изучаемым пропласткам, проведен анализ данных ГИС. Анализ заключается в выделение наиболее характерных типов разрезов по синтетической кривой, полученной в результате сложения кривых ГК и НТ.

Будем называть пропластки по приведенным названиям на рис. 1.

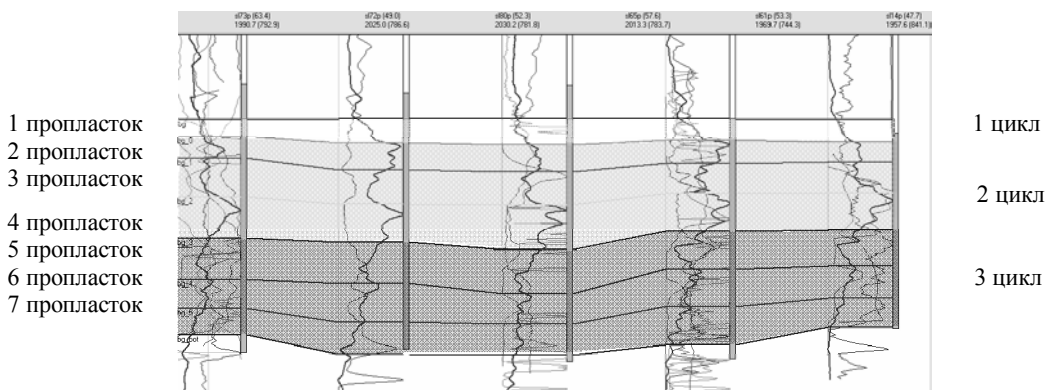


Рис. 1 Корреляционный профиль по скважинам (Салымское месторождение), вскрывшим отложения баженовской свиты

В пропластках 4 и 6 в восьми и семи скважинах, соответственно, проведено опробование, в 13 из них получен приток нефти. В результате проведенного анализа построены схемы распространения видов разрезов для пропластков 4 и 6 по Приразломному, Салымскому и Правдинскому месторождениям.

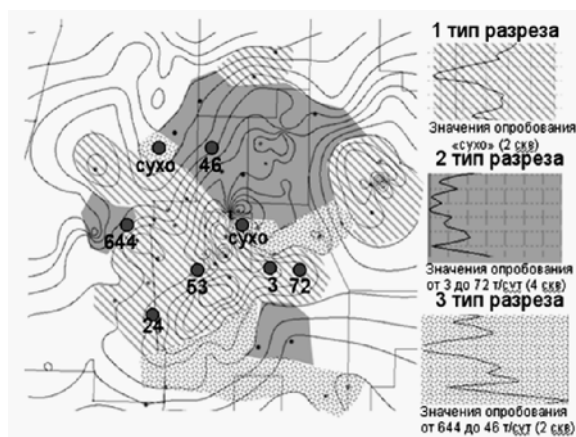
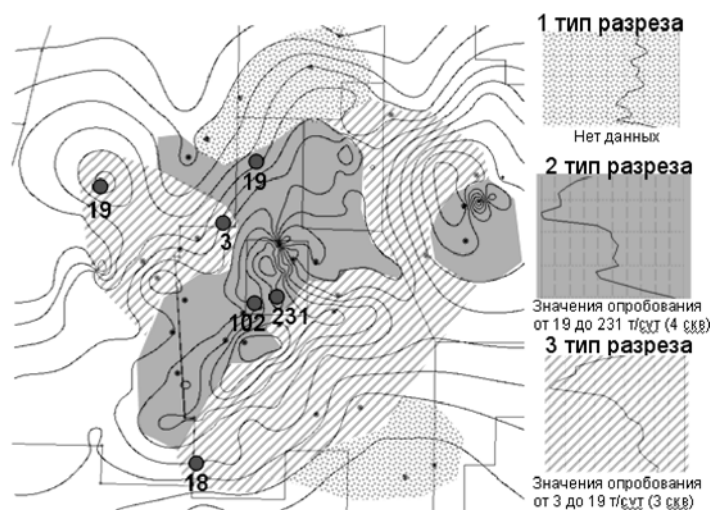


Рис. 2 Совмещенная структурная карта и схема распространения выделенных типов разрезов для 4 пропластка с данными опробования

Для пропластка 4 по синтетической кривой выделено 3 типа разреза (рис. 2). Для пропластка 6 так же выделено 3 типа разреза, но значительно отличающиеся от предыдущего (рис. 3). Скважины, вскрывшие нефть для обоих пропластков попадают в зоны, обозначенные, как 1 и 2 типы разрезов, при этом, очевидно, что в зоне 1 дебиты по опробованию ниже, чем в зоне 2. Скважины «сухие» по опробованию попадают в зону, обозначенную как 3 тип разреза. Таким способом выявляется закономерность насыщения УВ выделенных пропластков и возможен прогноз нефтеносных зон отложений баженовской свиты.



**Рис. 3. Совмещенная структурная карта и схема распространения выделенных типов разрезов для 6 пропластка с данными опробования**

Данные схемы внесли весомый вклад в изучение геологического строения и условий осадконакопления, литологических особенностей пропластков, а также используются в текущий момент при планировании ГРП и мероприятий (опробования) для дальнейшего освоения пластов баженовской свиты.

#### Литература

1. Лопатин Н.В., Емелин Т.П., Симоненкова О.И., Эрбен Ж.-П. Баженовская нефтяная генерационно-аккумуляционная система на западе Хантейской антеклизы // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 1998. – № 5. – С. 2 – 28.
2. Лопатин Н.В., Капаев Р.А., Емец Т.П. Нефтегенерационные свойства баженовской свиты на Ватьеганском месторождении // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. – Ханты-Мансийск, 2000. – С.144 – 151.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ОПТИМИЗАЦИИ ГРАНИЦ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЗОЛОТОЕ»

**Р.В. Байков, И.В. Макаров**

Научный руководитель профессор В.А. Макаров  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

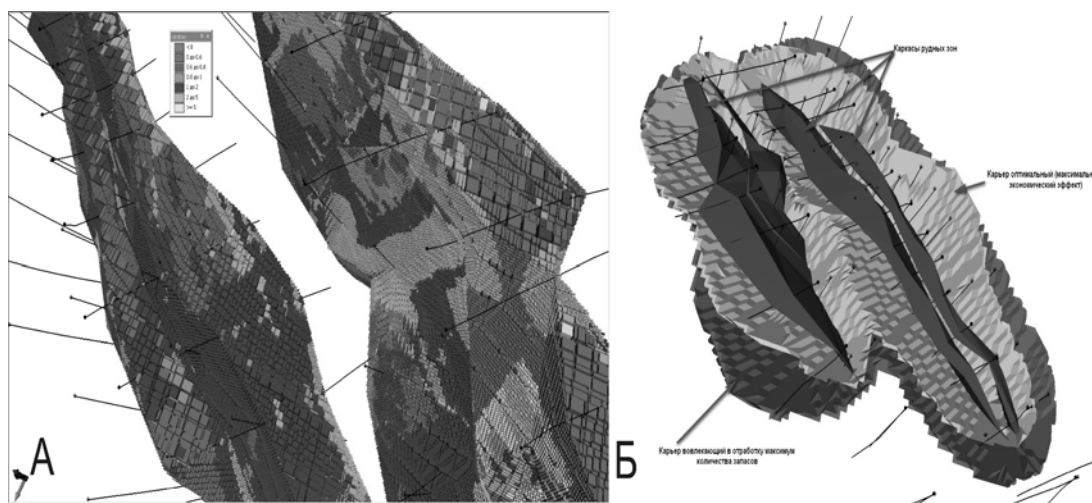
Месторождение «Золотое» расположено в северо-западной части Енисейского кряжа, правом борту ручья Золотой. По своему происхождению оно является гидротермально-метасоматическим и относится к золотокварцевой малосульфидной формации. Границы рудных зон определены по результатам непрерывного опробования. Рудные интервалы в горных выработках и скважинах выделены по бортовому содержанию золота 0,8 г/т. Границы рудных интервалов установлены по крайним пробам с содержанием золота выше бортового. Контур рудных зон проведен по крайним рудным интервалам в выработках с включением пустых промежутков от 3 м и более. Всего на объекте выделены четыре сближенных рудных тела внутри единой мощной минерализованной зоны. По своей морфологии рудные тела имеют формы пластин, как правило, расширяющихся и выполаживающихся вверх по разрезу. Наибольшей мощности рудные тела достигают в центральной части месторождения. Золото, как правило, присутствует в свободном состоянии.

На сегодняшний день у горнодобывающего предприятия ООО «Соврудник» имеющего лицензию на отработку месторождения «Золотое», стоит острая проблема с приростом минерально-сырьевой базы и дефицитом руды для Советской ЗИФ. В данной работе предпринята попытка анализа вариантов освоения

месторождения с разными стратегическими задачами. Рассматривается коммерческий вариант, дающий максимальный экономический эффект и вариант освоения, вовлекающий в разработку максимум полезного ископаемого, с сохранением минимальных показателей рентабельности реализации проекта. Первый сценарий рассматривается для случая решения проблем с минерально-сырьевой базой предприятия в течение следующих 2 лет (в районе производственной деятельности предприятия ведутся активные поисковые и геолого-разведочные работы). Второй сценарий отработки предусматривает поддержание производства на Советской ЗИФ в течение максимально возможного срока.

Для анализа сценариев отработки месторождения, в качестве рабочего инструмента была использована блочная модель месторождения. Блочная модель создавалась заполнением блоками замкнутых каркасных моделей рудных зон, полученных ранее. Так как месторождение имеет сложный характер распределения золота и увязка рудных интервалов в пределах рудной зоны не осуществлялась, перед непосредственной интерполяцией содержания золота в пустую блочную модель, для более корректной оценки было произведено разделение блочной модели на рудную и не рудную часть. Разделение производилось за счет сокращения блоков с низкой величиной индикатора блока модели. Индикатор – вероятность нахождения в блоке руды, изменяется от 0 до 1. Алгоритм реализации разделения рудной и не рудной части следующий: всем пробам в рудных интервалах присваивалось значение 1, всем нерудным пробам присваивалось значение 0. На следующем этапе производилась интерполяция индикаторов в пустую блочную модель методом обратных расстояний (из-за малого количества разведочных данных качественного геостатистического анализа провести не удалось, поэтому интерполяция индикаторов с помощью метода кригинга не рассматривалась). Интерполяция, производилась отдельно по каждой рудной зоне постепенно, с поэтапным увеличением радиуса эллипсоида поиска. В результате оценки блочной модели в каждом блоке была оценена вероятность нахождения в нем руды в количественном выражении от 0 до 1. Чем больше вероятность нахождения в блоке рудных содержаний, тем значение индикатора ближе к 1. Разделение блоков блочной модели на рудные и нерудные реализовано с помощью граничной величины индикатора. Эта величина выбиралась таким образом, чтобы объем руды в оставшейся части индикаторной модели совпадал с объемами руды традиционного подсчета по каждой рудной зоне (статистический подсчет с помощью коэффициента рудоносности). После отделения в блочной модели рудной и не рудной части в пределах зоны минерализации проводилась интерполяция рудных проб в рудную часть модели, а не рудные пробы в нерудную часть модели (рис.). Данный подход осуществлялся для последующего корректного календарного планирования, т.к. в случае разделения модели на рудную и нерудную часть, посредством исключения блоков с низкими содержаниями происходит искажение календарного графика отработки [1].

Для открытых горных работ одним из возможных способов определения наиболее эффективных границ отработки является горно-геометрический анализ с использованием ГГИС. Суть этого процесса заключается в выборе оптимальных по целевому показателю границ ведения открытых горных работ из набора вариантов. Для проведения горно-геометрического анализа использовалась система ГГИС MicroMine со встроенным оптимизатором, позволяющим на основании блочной модели и подготовленных исходных данных получить трехмерный предварительный контур карьера (см. рис.) и оценить количество руды в нем и пустой породы, а также экономический итог от его отработки [2].



**Рис. Блочная модель с содержаниями золота (А) и вид в аксонометрии каркасов рудных зон, контура оптимального карьера и контура карьера вовлекающего в отработку максимум полезного ископаемого (Б)**

Для повышения точности оценки и учета налоговых отчислений были осуществлены следующие манипуляции: земельный налог, экологические платежи и налог на имущество были добавлены к капитальным

затратам и распределены по годам на срок 10 лет. Налог на добычу полезного ископаемого был учтен в цене на готовую продукцию.

В ходе горно-геометрического анализа и расчета показателей эффективности для оценки границ открытых горных работ проводилось построение набора вложенных карьеров (оптимизационный набор) от минимально возможного карьера до карьера, обеспечивающего максимальное извлечение запасов из недр [2]. Набор вложенных карьеров создавался с помощью применения фактора корректировки дохода от 0,2 до 3,0 с шагом 0,2. Фактор корректировки дохода – коэффициент к базовой цене на металл. Далее каждая оболочка оптимизационного набора анализировалась с базовой ценой на металл, при этом в каждой оболочке определялись эксплуатационные запасы руды, объемы вскрыши и количество конечного продукта с учетом технологии переработки. Часть технико-экономических показателей по вложенным карьерам представлены в таблице (условные данные). Анализируя экономическую модель, можно выделить две оболочки карьера удовлетворяющие ранее заявленным стратегическим задачам (см. рис.). Фаза № 4 (см. табл.) удовлетворяет сценарию отработки с максимальной экономической эффективностью. Оболочка карьера соответствующая фазе № 8 (см. табл.), отвечает требованиям к карьере, вовлекающему в отработку максимум полезного ископаемого, при сохранении приемлемого уровня рентабельности. На последующих оболочках отмечено значительное увеличение коэффициента вскрыши, также эти оболочки характеризуются более низкими значениями денежного потока и чистого дисконтированного дохода, чем фаза № 8. Данная оболочка карьера позволит продлить срок работы горного предприятия при заданной производительности на 2 года, но снизит экономическую эффективность отработки относительно коммерческого сценария развития карьера.

Таблица

Технико-экономические показатели по фазам карьеров

Фаза	Прибыль	Доход	ЧДД	Горная масса	Руда	Порода	Коэфф-т вскрыши	Ср Au	Извлекаемый Au
(% цены)	\$	\$	\$	тонн	тонн	тонн	м3/т	г/т	тонн
1 (40.0 %)	-1020959	7914926.59	7914926.6	1345980	297480	1048500	3.15	5.2	5897
2 (60.0 %)	67280324	178498853	154554974.2	17985784	3624439	14361345	3.31	4.08	25846
3 (80.0 %)	118850365	379028875	281162751.6	43175247	8409084	34766163	3.37	3.75	102553
4 (100.0 %)	129440190	489627554	330782303.8	65626711	11270358	54356352	3.63	3.65	137124
5 (120.0 %)	127398834	512254796	339068525.8	72190714	11911106	60279608	3.71	3.62	138697
6 (140.0 %)	122844767	528714985	344543322.5	79749445	12332286	67417159	3.86	3.61	140114
7 (160.0 %)	112239334	550146165	350760253.5	92145548	12919091	79226457	4.11	3.6	147656
8 (180.0 %)	110272243	552618041	351411173.5	94034042	12989570	81044472	4.15	3.59	149719
9 (200.0 %)	87623809	576927541	356875945.8	115368801	13649105	101719696	4.59	3.58	153334
10 (220.0 %)	78632422	584769577	358318102.2	123208077	13873421	109334656	4.75	3.57	153533
11 (240.0 %)	76085641	586650497	358637967.3	125354363	13927081	111427282	4.79	3.57	155581
12 (260.0 %)	74842601	587416982	358763294.4	126326517	13951557	112374960	4.81	3.57	156600
13 (280.0 %)	68738957	590812875	359316512.2	131201972	14049534	117152438	4.92	3.56	158.686
14 (300.0 %)	67168087	591589970	359432023.2	132403213	14073992	118329221	4.94	3.56	159706

Литература

1. Кушнарев П.И., Маркевич В.Ю. Проблемы учета в блочном моделировании особенностей российской практики подсчета запасов //MINEX 2010. – М., 2010. – С.118 – 120.
2. Лесонен М.В., Сень М.С. Использование блочной модели для технико-экономической оценки месторождений ТПИ (на примере открытого способа отработки) // Недропользование XXI век. – М., 2010. – № 3. – С. 84 – 86.

**КОСМОСТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ТУРУНТАЕВСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ  
(КОЛЫВАНЬ – ТОМСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ЗОНА)**

**А.И. Бушманов, Ф.С. Прокопьев**

Научный руководитель профессор А.Ф. Коробейников

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

В последнее время в практике геолого-съёмочных и поисковых работ все шире стали применяться дистанционные методы исследования по материалам мультиспектральных космических съёмок. Данные материалы обладают такими преимуществами как обзорность, объективность и метричность, естественная

генерализация, повышенная глубинность, высокая информативность, экспрессность и низкая стоимость работ [3]. Их применение весьма актуально как на новых малоизученных площадях, так и в известных горнорудных районах, детально изученных наземными методами.

Турунтаевская площадь располагается в области погружения структур Кузнецкого Алатау под вулканогенно-осадочные и терригенные отложения верхнего палеозоя Кольвань-Томской складчатой зоны и рыхлые мезозойско-кайнозойские отложения Западно-Сибирской плиты. Площадь находится в пределах структур Яйского горста, граничащего на западе с Ташминской, а на востоке – с Усманской грабен-синклиналиями. В истории геологического развития района выделяется 3 основных геотектонических цикла: салаирский, герцинский и мезозойско-кайнозойский, которым соответствуют 3 структурных этажа.

Мощность перекрывающих оруденение рыхлых отложений составляет 60-80 м. Продуктивная толща представлена гидротермально измененными вулканитами единисской свиты, инъецированными силлообразными дайковыми телами микродиоритов. Рудная зона приурочена к крутопадающим разрывным нарушениям субмеридионального направления. Продуктивная минерализация приурочена к зоне контакта между филлитами и андезибазальтами единисской свиты, к зонам периклинального замыкания линейных складок, сложенных филлитами, а также к узлам сопряжения субмеридиональных и субширотных разрывных нарушений.

Продуктивная минерализация представлена вкрапленностью, гнездами и прожилками сфалерита и вкрапленностью пирита, халькопирита, реже галенита в существенно карбонатных метасоматитах мощностью от десятков сантиметров до нескольких десятков метров. Иногда сфалерит является цементом в брекчиях раздробленных метасоматитов. Характерной особенностью руд является их мономинеральность. Кроме сфалерита в рудах, как правило, не содержится других сульфидов в сколько-нибудь значимых количествах. Распределение сфалерита в рудах неравномерное, участки с богатыми брекчиевыми рудами сменяются отрезками с единичными гнездами, прожилками и вкрапленностью сфалерита.

В данной работе использовались снимки, полученные спутниковыми системами Landsat ETM+ и Terra в летний период 1999 года. Также по данным радиолокационной съемки радаром SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) создана цифровая модель рельефа. Для космоснимков Modis были использованы сочетания спектральных каналов с первого по седьмой, для космоснимков Landsat с первого по восьмой. Максимальное пространственное разрешение для космоснимков Modis – 250 м и для Landsat – 15 м.

Геологическому дешифрированию предшествует этап первичной подготовки и обработки данных дистанционного зондирования.

Принципиальная схема обработки и анализа материалов включает нескольких основных блоков [2]:

- формирование массива исходных данных;
- обработка и дешифрирование исходных растровых изображений с использованием алгоритмов классификации, процедур улучшения, комплекса различных методов фильтрации и передискретизации изображения;
- создание и обработка синтезированного изображения мультиспектральных снимков;
- перекалибровка исходных изображений низкого пространственного разрешения в изображения более высокого разрешения с использованием пиксельной матрицы PAN канала;
- создание производных растровых изображений с использованием «Алгебры карт»;
- корреляционный анализ синтезированного изображения, в том числе и по методу главных компонент;
- обработка и анализ цифровой модели рельефа, которая чрезвычайно информативна для зеленых и «зашумленных» сельхозугодиями и объектами инфраструктуры территорий;
- совместный анализ растровых изображений и цифровой модели рельефа, построение трехмерных изображений, дешифрирование с использованием 3D визуализации, виртуальных облетов территории, создание и интерпретация анаглифических изображений.

Дешифрирование является следующим этапом обработки данных дистанционного зондирования. От правильности выполнения и точности произведения операции дешифрирования будет зависеть качество выполненной работы [2, 3].

В рамках данной работы применялось, главным образом, формальное дешифрирование, что на первом этапе является основным процессом. Формальное визуальное дешифрирование на первом этапе ограничивается распознаванием и фиксацией ландшафтных, либо тепловых неоднородностей.

Формальное дешифрирование – выделение точечных, линейных, дуговых, кольцевых и площадных элементов на земной поверхности по цветовым, текстурным, яркостным и другим характеристикам с последующей их разбраковкой, статистической обработкой, качественной и количественной оценкой, привязкой к геологическим структурам и объектам.

Изучение региональных закономерностей размещения рудной зоны в целом проводилось по результатам обработки и дешифрирования космических снимков Modis. Изучение закономерности размещения рудных объектов (рудопоявлений) в пределах зоны, проводилось по результатам обработки и дешифрирования космических снимков Landsat.

В процессе дешифрирования были отрисованы два основных вида объектов: линияменты и кольцевые (дуговые) структуры.

Признаками выделения линияментов являются:

- прямолинейные участки элементов рельефа;
- прямолинейные фрагменты границ между блоками с различной текстурой рельефа;
- линейные границы разновидностей растительного покрова;
- ландшафтные неоднородности линейной морфологии;



- прямолинейные участки границ между геологическими телами и др.
- Признаками выделения дуговых и кольцевых структур являются:
- дуговые и кольцевые границы между блоками с различной текстурой рельефа;
  - дуговые и кольцевые границы между геологическими телами;
  - границы ландшафтных неоднородностей дуговой и кольцевой морфологии.

#### Полученные результаты



Рис. 1. Результаты дешифрирования космоснимка Modis

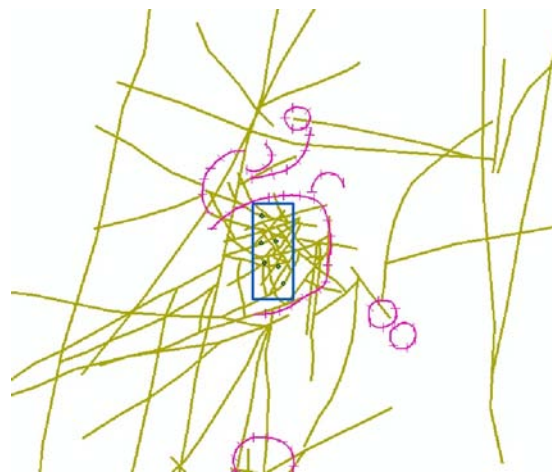


Рис. 2. Результаты дешифрирования космоснимка Landsat

#### Выводы:

1. Обнаружены ранее невыделенные кольцевые структуры и линеаменты;
2. Оруденение данной площади приурочено к сопряжению КС с линеаментами субмеридианального и северо-восточного простирания;
3. Размещение кольцевых структур носит телескопированный характер.
4. Турунтаевская рудная зона лежит в пределах северного погружения Кузнецкого Алатау, в осевой части которого известны золото-полиметаллические месторождения. По мнению многих авторов они приурочены к зонам диапиризма и сочленению разломов меридианального и северо-восточного простирания [1]. Проведенный комплекс работ позволяет подтвердить данные выводы предшественников.

#### Литература

1. Коробейников А.Ф. Прогнозирование рудоносных площадей и месторождений полезных ископаемых. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 204 с.
2. Петрусевич М.Н. Аэрометоды при геологических исследованиях – М.: ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ, 1961. – 408 с.
3. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: СТТ, 2007. – 228 с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СПЕКТРАЛЬНОГО УГЛА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Д.Е. Выдрич

Научный руководитель доцент Ю.С. Ананьев

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

Растровым геоинформационным системам (ГИС) в геологоразведочной практике уделяют мало внимания. Это, прежде всего касается использования данных дистанционного зондирования, которые несут в себе большой объем информации. Съёмка поверхности Земли одновременно ведется в пяти и более диапазонах электромагнитного излучения (ЭМИ): ультрафиолетовом, видимом, ближнем инфракрасном, тепловом и микроволновом диапазоне.

Цель работы – изучить и освоить метод спектрального угла в растровых ГИС для выделения вещественных комплексов.

В качестве анализируемого материала были выбраны данные космической системы TERRA. Космосъёмка выполняется радиометром ASTER, установленным на борту спутника Terra. Комплекс ASTER состоит из трех различных подсистем: VNIR (видимый диапазон и ближний ИК 0,52-0,86 мкм), позволяет получать данные с разрешением до 15 м, SWIR (коротковолновый ИК диапазон 1,6-2,43 мкм) с

пространственным разрешением 30 м и TIR (тепловой ИК диапазон 8,125-11,65 мкм) с пространственным разрешением 90 м. Ширина полосы съемки 60 км. Основным преимуществом космоснимков ASTER является широкий спектральный диапазон и возможность стереосъемки.

Метод спектрального угла – это метод, который сравнивает спектр изображения с индивидуальными спектрами материалов, взятых из спектральных библиотек или из других источников (рис.). Алгоритм определяет подобие между спектрами, вычисляя «угол отклонения» между ними при этом обрабатывая их как векторы в пространстве с размерностью равной числу спектральных полос (n). Поскольку этот метод использует только направление «спектральных векторов», а не их длину, то методом спектрального угла нельзя отличить объекты, которые имеют схожий характер спектральной кривой, при различной интенсивности.

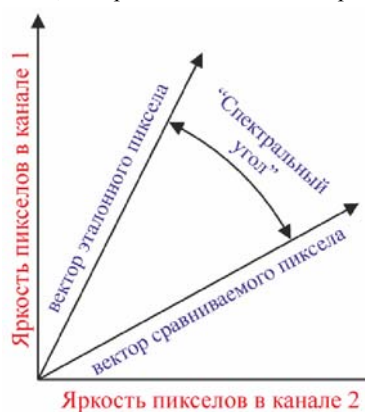


Рис. Спектральный угол

искусственных материалов в диапазоне от 0,2 до 150 микрометров. Всего более 1300 спектральных кривых.

Библиотека JPL включает в себя кривые спектральной отражательной способности для 160 минералов в диапазоне от 0,4 до 2,5 микрометров. Для 135 минералов выполнены измерения при разных размерах зерна минерала (размер частиц минерала) – 125-500 микрометров, 45-125 микрометров и < 45 микрометров. Основное назначение библиотеки – показать влияние размера зерен на отражательную способность минералов.

Спектральная библиотека JHU была создана под руководством John W. (Jack) Salisbury в университете Джона Хопкинса. Библиотека включает в себя спектральные кривые отражательной способности для минералов, горных пород, почв, метеоритов, лунного грунта, искусственных материалов, снега, льда, растительности в диапазоне от 0,4 до 14 микрометров.

Спектральная библиотека ASTER была создана для поддержки использования снимков Terra/ASTER и содержит данные из перечисленных выше спектральных библиотек. Библиотека включает в себе спектры пород, минералов, лунного грунта, почвы, искусственных материалов, метеоритов, растительности, снега и льда. Всего в ней содержится более 2400 спектральных кривых естественных и искусственных материалов в диапазоне от 0,4 до 15,4 микрометров.

В качестве геоинформационной системы использовалась программа ERDAS IMAGINE, которая разработана специально для работы с растровыми данными. Программа позволяет легко работать с растровыми данными, обладает широкими возможностями по обработке, редактированию и визуализации различных растровых пространственных данных.

В программе ERDAS IMAGINE для выполнения спектрального анализа существует модуль Spectral Analysis, который включает в себя несколько методов обработки раstra для выделения вещественных комплексов.

- Anomaly Detection – процесс поиска и выявления у входного изображения таких пикселей, спектр которых заметно отличается от большинства других пикселей в изображении.
- Target Detection – процесс поиска конкретных материалов или материала, присутствующие предположительно в низких концентрациях.
- Material Mapping – поиск конкретных материалов или материала, на основе входных заданных спектров материалов.
- Material Identification применяется для определения вещественного состава пикселя. Алгоритм выполняется путем сравнения спектра неизвестного пикселя с эталонными спектрами.

В каждом методе существует несколько алгоритмов обработки входных данных:

- Алгоритм Constrained Energy Minimization – выделяет максимально близкий эталонный спектр и подавляет подчиненные спектры. Результаты работы алгоритма не зависят от интересующих материалов, встречающиеся в низких концентрациях. Он является оптимальным для обнаружения распределенных субпиксельных целей.
- Алгоритм Spectral Angle Mapper (SAM) извлекает угол, образованный между эталонным спектром и спектром каждого пикселя. Каждый спектр рассматривается как вектор в n-мерном пространстве, где n – число спектральных каналов в космоматериалах. Алгоритм выдает результат в виде косинуса угла, либо в

радианных величинах [2, 3, 5]. Алгоритм позволяет быстро сравнить спектральную схожесть двух спектров. В качестве эталонных спектров могут служить спектры лабораторных и полевых библиотек, либо спектры, извлеченные из изображения. Этот метод чувствителен только к направлению векторов, а не их длины, что делает этот алгоритм нечувствительным к изменениям освещенности за счет рельефа.

- Алгоритм Spectral Correlation Mapper (SCM) является модификацией подхода SAM, в котором данные нормализованы и сосредоточены по средним значениям двух спектров [1]. Этот алгоритм дает несколько преимуществ. Основной алгоритм SAM предполагает, что положительные и отрицательные корреляторы имеют одинаковую силу, что, по сути, не является истинным. Алгоритм SCM устраняет эти несоответствия [1].

В качестве опытного полигона выбрано Уряхское рудное поле, которое характеризуется хорошей обнаженностью. Методом спектрального угла анализировался космический снимок ASTER, по библиотекам ASTER. В результате показано, что восточная часть рудного поля сложена преимущественно карбонатными породами, а западная – вулканогенными (базальтами, андезитами). Предполагаемые рудные зоны сопровождаются ореолами окварцевания и мусковитизации. Сопоставление полученных результатов с имеющимися геологическими материалами показали их высокую сходимость.

На основании полученных результатов можно сделать следующие заключения:

1. Метод спектрального угла позволяет выделять вещественные комплексы на обширных территориях за сравнительно короткий промежуток времени.
2. Данные полученные методом облегчают задачу картирования рудных полей и месторождений и увеличивают эффективность поисково-съёмочных работ.
3. Данные метода позволяют сократить объем стыковочных маршрутных работ, что ведет к экономии времени и денежных затрат на проведение съёмочных работ.
4. Для более точного вещественного картирования необходимы материалы дистанционных исследований с большим количеством спектральных каналов, например Aviris (224 канала) или Hyperion (220 каналов).

#### Литература

1. De Carvalho O. A. Jr., and Meneses P. R. Spectral Correlation Mapper (SCM): An Improvement on the Spectral Angle Mapper (SAM). // Proc. of the 9th Airborne Earth Science Workshop / Jet Propulsion Laboratory. – Pasadena, CA, 2000. – P. 9 – 18.
2. Clark, R. N., Swayze, G. A., Heidebrecht, K., Goetz, A. F. H., Green, R. O. Comparison of Methods for Calibrating AVIRIS Data to Ground Reflectance / Jet Propulsion Laboratory. – Pasadena, CA, 1993.
3. Gao, B. C., Goetz, A. F. H. Cloud Area Determination from AVIRIS Data using Water Vapor Channels near 1mm // Journal of Geophysical Research. – 1991.
4. LEICA Geosystems, IMAGINE Spectral Analysis™ User's Guide, LEICA Geosystems GIS and Mapping, LLC. – Atlanta, Georgia, 2006. – 232 p.
5. Yuhas, R. H., Goetz, A. F. H., Boardman, J. W. Discrimination Among Semi-Arid Landscape Endmembers Using the Spectral Angle Mapper (SAM) Algorithm. // Proc. of the 4th Annual Jet Propulsion Laboratory Airborne Geoscience Workshop / Jet Propulsion Laboratory. – Pasadena, CA, 1992. – P. 147-150.

### СТРУКТУРА ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПОРОД – КОЛЛЕКТОРОВ ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА НОВО-ЕЛХОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ ШЛИФОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА DEFINIENS ECOGNITION

С.А. Евдокимов, Р.И. Кадыров

Научный руководитель доцент Н.Г.Нурғалиева

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

Целью данной работы является выявление особенностей геологического строения карбонатных резервуаров турнейского возраста Ново-Елховского нефтяного месторождения.

Ново-Елховское месторождение расположено на юго-востоке Татарстана, в административном отношении – на территории Альметьевского и Заинского районов, непосредственно к западу (2 – 3 км) от Ромашкинского месторождения.

На площадях Ново-Елховского месторождения по данным бурения осадочная толща представлена терригенно-карбонатными породами девонской, каменноугольной и пермской систем.

Каменноугольная система представлена всеми тремя отделами в объеме семи ярусов от Турнейского до Гжельского, включая 15 горизонтов. Отложения вскрыты на глубинах от 460 до 1280 м, общая толщина до 820 метров.

Отложения турнейского, фаменского и франского ярусов образуют нижний карбонатный комплекс палеозоя. На Ново-Елховском месторождении эта толшина представлена Акташским типом разреза, который характерен для южного и северного куполов Татарского свода и отличается, по сравнению с бортовым типом (Билярским, Сайтовским), уменьшением турнейского яруса до 120 – 200 м.

Ново-Елховское месторождение приурочено к Акташско-Ново-Елховскому валу, структуре второго порядка, осложняющему склон Южно-Татарского свода, от центральной части которого он отделен узким (1,5 – 3 км) и сравнительно глубоким (50 – 60 м) Алтунино-Шунакским прогибом меридионального простирания и протяженностью около 100 км [1].

Нефть Ново-Елховского месторождения сернистая. Газосодержание,  $53,5 \text{ м}^3/\text{т}$ . Вязкость нефти  $3,97 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ . Содержание остаточной нефти для керна, промытой фильтратом не зависит от проницаемости коллектора и равно  $26,68 \%$ . Для керна промытого пресной закачиваемой водой, отмечается некоторое уменьшение содержания остаточной нефти при увеличении проницаемости. В целом можно заключить, что в пласте остается, в среднем,  $20 - 25 \%$  нефти, практически, независимо от проницаемости коллектора.

Для исследования были отобраны 18 образцов керна из турнейских отложений скважины 232Р рассматриваемого месторождения.

Все образцы были исследованы методом оптической микроскопии (рис.). По ним также имеются данные по пористости, проницаемости, нефтенасыщенности, полученные лабораторным путем. Изображения шлифов обрабатывались с помощью компьютерной программы-анализатора Definiens eCognition. Результаты компьютерной обработки позволили дифференцировать типы карбонатных пород по структуре порового пространства, получить зависимость степени кластеризации от глубины и выделить различные зоны разреза по коллекторским свойствам.

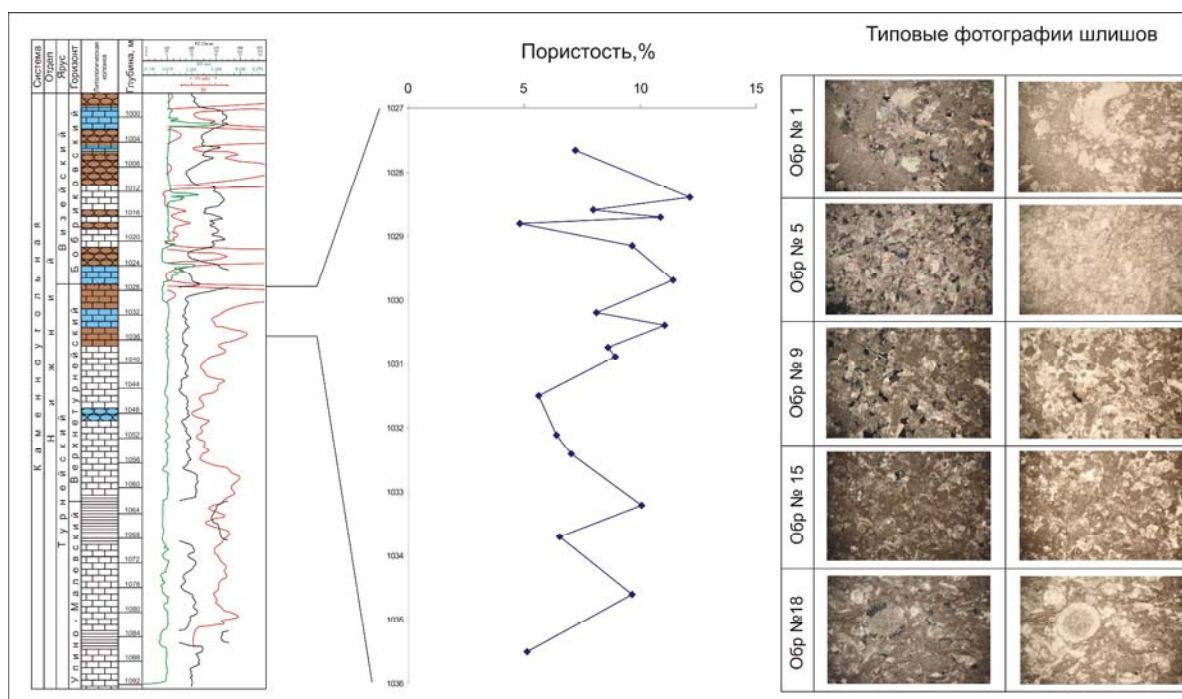


Рис. Геолого-геофизический разрез скважины № 232Р, график изменения пористости, типовые фотографии шлифов

#### Литература

1. Войтович Е. Д., Гатиятуллин Н.С. Тектоника Татарстана. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2003. – 131 с.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕОДНОРОДНОСТИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА НА СТЕПЕНЬ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ НЕФТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕРМСКО-БАШКИРСКОГО СВОДА

М.В. Каждан, М.Ю. Котенев

Научный руководитель доцент Ш.Х. Султанов

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г.Уфа, Россия

Степень выработки запасов нефти обусловлена различными геолого-технологическими причинами. Сложность геологического строения месторождения часто характеризуется неблагоприятными коллекторами, а именно: низкопроницаемыми, низкопористыми, прерывистыми, сильно расчлененными пластами, пластами с малой нефтенасыщенной толщиной и низкой нефтенасыщенностью, пластами с двойной пористостью и проницаемостью. Все перечисленные параметры в большей или меньшей степени оказывают влияние на степень выработки запасов нефти.

Крупные месторождения Пермско-Башкирского свода характеризуются неравномерной выработкой запасов нефти. Выделяются залежи, по которым от начальных извлекаемых запасов отобрано более  $70 \%$ . Остаточные запасы в таких залежах относятся к категории трудноизвлекаемых и сосредоточены, как правило, в «ловушках», приуроченных к кровельной части локальных поднятий высокопродуктивных горизонтов, и линзах.

Кроме того, практически все залежи нефти имеют обширную водонефтяную зону. Рассматриваемые месторождения открыты в 1950-х годах. Промышленное освоение было начато с середины 1960-х годов с ввода в разработку залежей нефти в отложениях среднего карбона и яснополянского надгоризонта. На месторождениях нефтеносными являются отложения среднего и нижнего карбона и девона [2].

Основываясь на результатах предшествующих исследований, а также результатах настоящей работы, можно отметить, что продуктивные пласты характеризуются: весьма сложным геологическим строением, обусловленным наличием серий продуктивных пластов; высокой послойной и площадной геологической неоднородностью.

Для выявления и определения влияния коллекторских свойств пласта на степень выработки запасов нефти по яснополянскому надгоризонту построены геолого-статистические модели влияния параметров неоднородности на степень выработки запасов и карты накопленных отборов нефти, обводненности, карты распределения пористости, проницаемости, нефтенасыщенности и расчлененности. Яснополянский горизонт на рассматриваемых месторождениях включает пласты: T12a, T12b, Bb1, Bb2. Их геолого-физическая характеристика представлена в таблице.

Таблица

Геолого-физические характеристики продуктивных пластов яснополянского надгоризонта

Пласт	T12-a	T12-b	Bb1	Bb2
Средняя глубина залегания, м	1505	1507	1510	1515
Тип залежи	Пластовая, сводовая	Пластовая, сводовая	Пластовая, сводовая, литологически экранированная	Пластовая, сводовая, водоплавающая
Тип коллектора	Терригенный, поровый	Терригенный, поровый	Терригенный, поровый	Терригенный, поровый
Средняя нефтенасыщенная толщина, м	1,9	2,6	1,5	4,1
Пористость, %	19	17	20	21
Средняя нефтенасыщенность, доли ед.	0,9	0,85	0,87	0,93
Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	0,244	0,253	0,127	0,428
Коэффициент расчлененности, доли ед.	0,62	0,4	0,25	0,41

Анализ и сопоставление карт, построенных в программном комплексе ROXAR IRAP RMS, позволили отметить следующее:

- низкие значения расчлененности и вариаций нефтенасыщенной мощности, проницаемости, пористости и нефтенасыщенности в основном распространены в центральной и северо-западной частях месторождения, что свидетельствует о наличии в этих областях более однородных коллекторов;
- высокие значения выработки запасов, также выделены в центральной и северо-западных частях месторождения;
- высокие значения обводненности определены в центральной и северо-западной частях месторождения.

Исходя из данных результатов можно сделать следующие выводы: участки месторождения с однородными коллекторскими свойствами характеризуются высокими показателями выработки и обводненности. Следует отметить и то, что в пределах месторождения имеются участки, характеризующиеся неблагоприятными коллекторскими свойствами, но высокой степенью извлечения нефти, что обусловлено значительной плотностью сетки скважин [3].

С целью количественной и качественной оценки влияния параметров неоднородности проведено геолого-статистическое моделирование, которое заключалось в построении регрессионных моделей и их анализе. В качестве параметров неоднородности продуктивных пластов, оказывающих влияние на эффективность разработки, были использованы: коэффициент расчлененности и вариации нефтенасыщенной мощности, проницаемости, пористости, нефтенасыщенности. Исходная матрица рассматриваемых факторов была пронормирована. В статистической обработке геолого-технологических параметров было использовано 136 скважин. Регрессионный анализ проводился в программе Statgraphics Plus 5.0. В качестве зависимого параметра выбирались значения дисперсии и вариации накопленных отборов нефти, дебитов нефти, дебитов воды и обводненности, а в качестве влияемых параметров – коэффициент расчлененности и вариации нефтенасыщенной мощности, проницаемости, пористости, нефтенасыщенности. Рассмотрим построение регрессионной модели на примере статистического анализа вариации обводненности.

На первом этапе в статистической обработке использовались все исследуемые объекты. Анализ результатов показал, что коэффициент корреляции для данной выборки имеет низкое значение – 1,7%, а

коэффициент множественной корреляции – 0%, т.к. часть значений выборки находится на значительном удалении от линии тренда, чем сильно занижает значение коэффициента корреляции и делает нашу геолого-статистическую модель недостоверной.

На втором этапе с целью увеличения достоверности нашей модели необходимо исключить объекты, выбивающиеся из общей совокупности. В результате отсева таких объектов, значения выборки распределяются равномерно вдоль линии тренда, а значения коэффициентов корреляции и множественной корреляции возросли – 65,4% и 63% соответственно. После такого отсева значений достоверность геолого-статистической модели можно считать приемлемой.

На третьем этапе выделяются параметры, которые не влияют на исследуемый фактор. Для этого независимые параметры подвергаются статистическому анализу Дарбина – Уотсона, данная статистика вычисляется по формуле:  $DW=2-2r$ , где  $r$  - коэффициент корреляции между значениями случайной переменной, т.е. при полном отсутствии корреляции между ошибками  $DW=2$ , а параметр  $r$  равен 0, если же параметр  $r$  меньше 0,01, то статистически значимая взаимосвязь между переменными 99%, если параметр  $r$  меньше 0,05, то статистически значимая взаимосвязь 95%, что является приемлемым, но если параметр  $r$  больше или равен 0,1, то следовательно значение не является статистически значимым более чем на 90% и это значение следует удалить из геолого-статистической модели. Параметр  $r$  для значения расчлененности равен 0,96, следовательно, значения расчлененности являются статистически значимыми всего лишь на 4%, и не влияют на достоверность геолого-статистической модели [1].

Основываясь на полученных результатах можно сделать следующие выводы: выполненный анализ и сопоставление карт выработки запасов с картами неоднородности, а также геолого-статистическое моделирование для геолого-физических условий одного из месторождений Пермско-Башкирского свода, позволили достоверно определить параметры неоднородности, которые оказывают наибольшее влияние на степень выработки запасов, а именно: вариации проницаемости и пористости.

Используя данную методику представляется возможным прогнозировать какие именно параметры неоднородности влияют на степень выработки запасов, а также выделять зоны с наибольшими прогнозируемыми коэффициентами нефтеотдачи.

#### Литература

1. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 251 с.
2. Каждан М.В. Основные этапы и особенности геолого-гидродинамического моделирования продуктивных пластов крупных месторождений Пермско-Башкирского свода // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIV международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – Т. 2. – С. 685 – 686.
3. Султанов Ш.Х. Методология системного анализа разработки нефтяных месторождений с различными категориями трудноизвлекаемых запасов. – Уфа: ООО «Монография», 2009. – 146 с.

### ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГРУНТА ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ОСНОВАННЫХ НА МЕТОДЕ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PLAXIS)

А.П. Кулешов

Научный руководитель доцент А.Г. Купцов

*Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия*

Метод конечных элементов (МКЭ) является одним из наиболее эффективных современных способов численного решения. [1]

МКЭ основан на использовании вариационного принципа Лагранжа: идея построения вариационно-разностной схемы состоит в том, чтобы при специальном выборе координатных функций получить систему линейных алгебраических уравнений, совпадающих по структуре с системой разностных уравнений.

Для составления сеточных уравнений на основе вариационного принципа осуществляется минимизация функционала, который представляет собой потенциальную энергию деформационного тела. [3]

Для построения разностной схемы по методу конечных элементов исследуемая область заменяется набором дискретных элементов. В случае решения одномерной задачи элементами являются прямолинейные отрезки произвольной длины. При решении плоской задачи изучаемая область заменяется системой плоских элементов различного размера и формы: треугольниками, прямоугольниками или другими геометрическими фигурами. Наиболее часто выбираются треугольные элементы, причем наилучшие результаты получаются, когда треугольники равносторонние. Решение объемных задач выполняется путем представления исследуемого массива с помощью тетраэдров, кубов, параллелепипедов или других объемных фигур. Обычно узлы располагаются в вершине элементов. Возможно применение сложных криволинейных элементов и произвольно расположенных узлов.

Способ дискретизации позволяет сгущать сетку в той части изучаемой области, где необходимо детализировать исследование, и уменьшить число элементов за счет увеличения их размеров там, где решение задач и не имеет практического значения. Произвольность формы и размеров элементов дает возможность

аппроксимировать сколь угодно сложные внешние и внутренние границы изучаемых областей, что отличает этот метод от других.

Так вершины элементов размещаются на границах раздела сред с разными свойствами, то в пределах каждого элемента среда является однородной, а в целом система элементов будет представлять неоднородную среду. В каждом элементе задаются параметры, характеризующие свойства изучаемой области.

Поверхностные силы, действующие на изучаемую область, представленную системой, состоящей из конечного числа элементов, прикладываются только к узлам, расположенным на внешнем контуре этой области. Объемные силы вычисляются, исходя из размеров и плотности элементов, и в виде сосредоточенных сил прикладываются к их вершинам. [1]

Метод конечных элементов является одним из наиболее эффективных современных способов численного решения инженерных, физических и математических задач с использованием вычислительной техники. [3]

МКЭ находит свое применение в науках о Земле, при решении различных инженерно-геологических задач и механики грунтов, строительной механики и наиболее удобен в случае необходимости изучения неоднородных областей со сложными внутренними и внешними границами, что очень важно при исследовании напряженно-деформированного состояния массивов горных пород. [1]

В силу своих особенностей МКЭ в настоящее время является, вероятно, одним из наиболее эффективных методов расчета напряженно-деформированного состояния в различных задачах механики деформированного твердого тела. Промышленные коммерческие комплексы с использованием МКЭ представлены весьма внушительным списком (из зарубежных – это ANSYS, ADINA, ABAQUS, ALGOR, COSMOS, FINEL, NASTRAN, MARC и др.; из отечественных – ПИОНЕР, ЛИРА, МИРАЖ, МОРЕ, ПАРСЕК, ПАРУС и др.). Очевидно, что в любой области имеются свои специфические особенности, учет которых в полном объеме в пределах одного, даже очень мощного комплекса – задача технически неразрешимая.

Метод конечных элементов может быть применим для решения широкого круга задач, включая нестационарные, что обусловлено возможностью улучшения элементов путем увеличения числа параметров, описывающих данный элемент.

По данным рабочей группы European Geotechnical Thematic Network, у пользователей современных программного продукта PLAXIS (пакет конечных элементов, разработанный специально для анализа деформации и устойчивости геотехнических сооружений), позволяющего оценивать напряженно-деформированное состояние грунтов, часто возникают трудности по определению и заданию входных параметров, определению начальных условий, выбору подходящей модели, достоверно описывающей поведение материала при нагружении, интерпретации результатов. [2]

Поэтому необходимо уделить особое внимание разработке отечественных нормативов для определения числа Пуассона, коэффициента бокового давления грунта в состоянии покоя, угла дилатансии. Следует установить методику определения этих параметров с достаточной надежностью и с приемлемыми издержками. [2]

Подобные вопросы рассмотрены в учебном пособии «Определяющие уравнения для грунтов» Строковой Л.А. [2], но конкретных решений до сих пор нет.

Процесс установления параметров грунта для последующего численного моделирования является составляющей обеспечения качества оценки напряженно-деформированного состояния грунтового массива.

Моделирование в механике грунтов занимает центральное место в исследовании объекта. О роли моделирования в геотехнике рассказывал в «The Teaching of Soil Mechanics – a Personal View» (1987). По его мнению, геотехническая практика складывается из 3-х взаимосвязанных частей: установление геологического разреза в ходе выполнения комплекса инженерно-геологических изысканий, определение поведения грунтов в результате выполнения полевых и лабораторных работ и применение этих представлений об объекте в моделировании.

В инженерной геологии работают со специфическим, далеко не простым материалом, с меняющимися свойствами и геометрией расположения структурных элементов. Мы имеем дело с грунтами – экстремально сложной физической реальностью. Что бы понять эту физическую реальность, мы пытаемся описать ее поведение на математическом языке, т.е. с помощью ряда набора свойств грунта.

Показатели грунта, определяемые в ходе инженерно-геологических изысканиях, в дальнейшем используются в моделировании, в зависимости от поставленной задачи. [2]

Часто бывает, что недостаточно параметров грунта, определенных при стандартных изысканиях, и проектировщику приходится прибегать к справочной литературе, из которой он и берет необходимые значения параметров грунта для моделирования той, или иной ситуации. Однако все данные приведенные в справочной литературе обобщенные и, следовательно, мы моделируем обстановку в условиях не совсем совпадающих с реальностью и получаем существенную погрешность.

Из этого вытекает проблема определения параметров грунта для моделирования.

Таким образом, необходимо создание специальной методики инженерно-геологических изысканий, способных обеспечить расчеты с использованием программных комплексов основанных на реализации МКЭ, что резко повысит качество решения задач.

#### Литература

1. Калинин Э. В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование. – М.: Из-во МГУ, 2006. – 256 с.

2. Строкова Л. А. Определяющие уравнения для грунтов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 150 с.
3. Фадеев А. Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.

### ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАНИЦ ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГОРЕВСКОЕ»

И.В. Макаров, В.А. Пронский

Научный руководитель профессор В.А. Макаров  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Разработка Горевского месторождения, одного из самых крупных месторождений свинцово-цинковых руд в мире, осуществляется в специфических горно-технических условиях – большинство рудных тел локализовано в непосредственной близости к руслу р. Ангара, а часть из них – под руслом. В связи с этим современный карьер приходится ограждать водозащитной дамбой (рис. 1а). На данный момент глубина карьера составляет 90 м, в то время как рудные тела свинцовых и свинцово-цинковых руд прослежены на глубину 900-1000 м. Предельный карьер под защитой дамбы первой очереди имеет проектную отметку дна -175 метров. В связи с тем, что Горевский ГОК планирует увеличение производительности карьера с 1 млн. т до 2,5 млн. т. в год, перед предприятием стоит задача пересмотра предельной глубины отработки месторождения и определения проектного местоположения дамбы второй очереди, с последующим ее строительством и разработкой проекта отработки месторождения на предельную глубину. При этом, на проведение предпроектных работ по определению предельной глубины отработки и оценки зоны влияния карьера накладываются два ограничения:

- в северной части месторождения (подрусловая часть месторождения) зона влияния предполагаемого карьера ограничивается проектом дамбы 2-й очереди. В случае распространения карьера за контуры дамбы проект должен быть пересмотрен (см. рис. 1а);

- в юго-восточной части месторождения зона влияния предполагаемого карьера ограничивается расположением объектов промплощадки, в том числе обогатительной фабрики. В случае попадания объектов промплощадки в зону влияния карьера, неизбежен перенос этих объектов и, как следствие, будут понесены затраты на реализацию этих работ (см. рис. 1а).

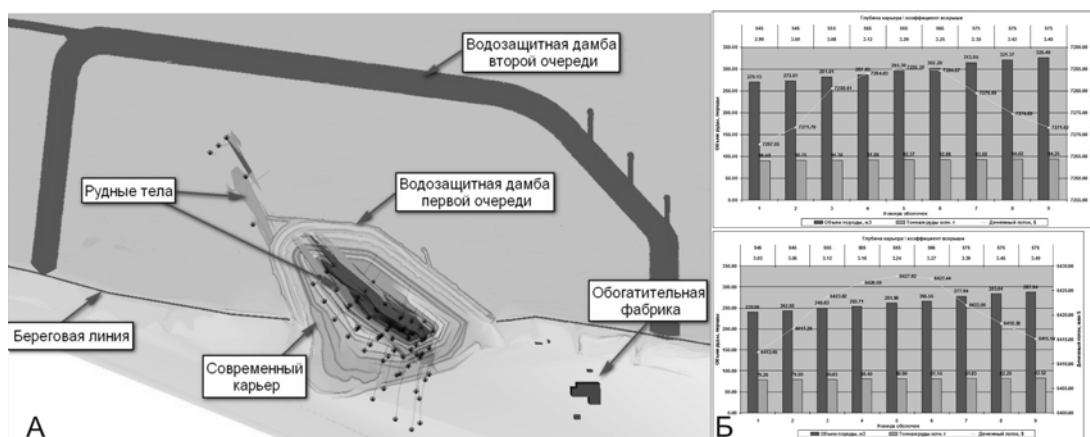


Рис. 1а. Ситуационный план Горевского ГОКа

Рис. 1б. Изменение объема руды, объема породы, коэффициента вскрыши, денежного потока по оболочкам карьера

Для решения предпроектных задач и всестороннего анализа вариантов отработки, с учетом накладывающихся ограничений, была создана блочная модель месторождения в контурах рудных тел утвержденных в 1964 г. ГКЗ СССР.

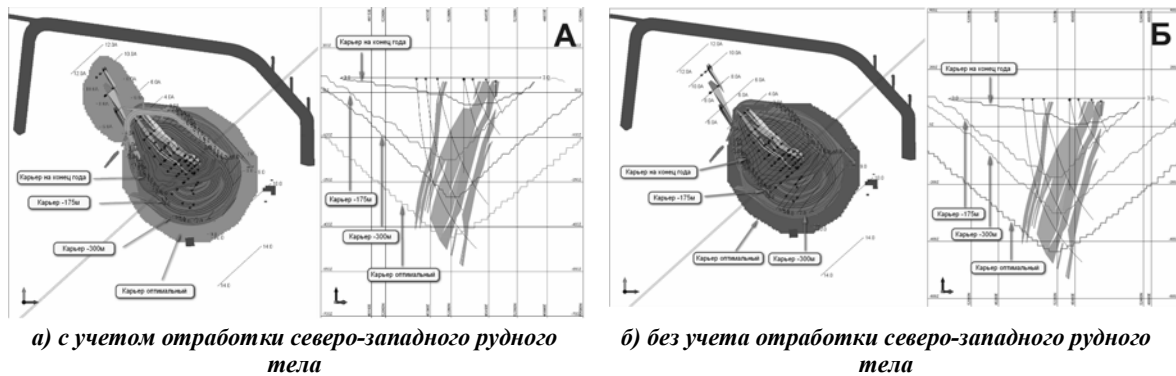
Для работы по оптимизации границ ведения горных работ из всех вариантов оценки модели была выбрана блочная модель, которая оценивалась методом обратных расстояний с использованием динамического поиска, так как данная оценка позволила более точно учесть морфологию рудных тел и более корректно оценить содержания в трехмерном пространстве.

На основании блочной модели была создана экономическая модель. Для этого были сформированы основные технико-экономические показатели, необходимые для оптимизации границ ведения горных работ, с помощью горно-геологических информационных систем (ГИС): себестоимость добычи руды в карьере, возрастание себестоимости добычи с глубиной карьера, стоимость переработки, углы откоса бортов карьера, потери, разубоживание, сквозное извлечение полезных компонентов на обогатительной фабрике, производительность фабрики по руде, цена Pb в концентрате, цена Zn в концентрате.



Приоритетными для оценки изначально рассматривались два сценария отработки: а) с учетом вовлечения в отработку северо-западного рудного тела (подрусовая часть рудных тел); б) без учета вовлечения в отработку северо-западного рудного тела.

При проведении оптимизации по каждому из сценариев изначально формировались наборы вложенных оболочек карьеров полученных искусственным снижением цен на металлы. Далее эти оболочки анализировались с базовыми ценами на металл без учета капитальных затрат, а результирующие технико-экономические показатели выведены в виде таблиц. Графический вариант представления таблиц представлен на рисунке 1б. Из-за постоянного роста прибыли до фазы карьера, соответствующего предельному, и отсутствия скачков объемов горной массы и коэффициента вскрыши, для дальнейшего анализа были выбраны предельные карьеры (оболочки № 5). Общий вид предельных карьеров представлен на рисунке 2. При анализе результатов оптимизации выяснилось, что вовлечение в отработку северо-западного рудного тела (подрусовая часть месторождения) позволит сохранить неизменными границы проектной дамбы второй очереди, а исключение из отработки северо-западного рудного тела приведет к значительным потерям эффективности отработки месторождения. Поэтому, для дальнейшей оптимизации рассматривался вариант учитывающий отработку северо-западного рудного тела. При анализе оболочки карьера, учитывающей отработку северо-западного рудного тела в трехмерной среде ГИС выяснилось, что она разделяется на две «чашки», которые отделяются в переходе между группами рудных тел (см. рис. 2). Для последующей оптимизации рассматривался вариант оболочки карьера, учитывающий удаление «щелика» пустой породы между двумя чашами, с целью объединения двух карьеров в один. Было произведено искусственное удаление этой пустой породы между двумя чашами, и оценены изменения основных технико-экономических показателей. В результате оценки выяснилось, что отклонения по объему породы, руды и среднему содержанию незначительные и укладываются в 5%.



а) с учетом отработки северо-западного рудного тела  
б) без учета отработки северо-западного рудного тела

Рис. 2. Общий вид оптимальных оболочек и карьеров предыдущих лет в пределах дамбы первой и второй очереди

В результате проведенных горно-геометрических построений с заданными углами откоса выяснилось, что обогатительная фабрика попадает в зону влияния карьера и располагается в пятидесяти метрах от верхней бровки. При этом безопасное расстояние расположения объектов промплощадки от верхней бровки карьера должно составлять около 350 м. Поскольку перенос обогатительной фабрики весьма затратный процесс, был рассмотрен вариант оптимизации карьера с учетом сохранения современного положения обогатительной фабрики. Для этого восточный борт карьера был сдвинут так, что бы расстояние от верхней бровки карьера до обогатительной фабрики составляло около 50 метров. В результате данных манипуляций были зафиксированы следующие изменения технико-экономических показателей – глубина карьера относительно рассмотренных ранее вариантов карьера уменьшилась на 100 м, при этом тоннаж руды уменьшился на 20 %. Потерянный тоннаж руды при производительности обогатительной фабрики в 2,5 млн. т сокращает срок работы предприятия на 7,5 лет и ведет к потерям в прибыли равным 19 % относительно вариантов учитывающих перенос обогатительной фабрики. Абсолютное значение этой суммы значительно превышает стоимость переноса обогатительной фабрики. В результате проведенного анализа в качестве оптимального карьера была выбрана оболочка, которая вовлекает в отработку северо-западное рудное тело с учетом удаления «щелика» между двумя «чашами».

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ НЕФТИ НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Т.О. Перемитина, И.Г. Яценко

Научный руководитель заведующая лабораторией И.Г. Яценко  
Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

При поиске новых месторождений нефти и газа в мало освоенных районах важное значение приобретает прогнозирование свойств и состава углеводородного сырья. Для решения данной задачи необходимо изучение закономерностей формирования и размещения нефтегазоносных месторождений.

На современном этапе для построения моделей прогноза применяются различные методы, основанные на экспертных оценках. В ряде случаев прибегают к разработке «сценариев развития», морфологическому анализу, историческим аналогиям. Большие возможности для прогнозирования имеют имитационные модели [1]. Однако, как показывает мировая практика, при прогнозировании состава и физико-химических свойств нефти преобладают статистические методы, позволяющие формально оценить и проводить корректировку обнаруженных статистических характеристик, сравнительный анализ и указать точность прогноза.

Точность процесса прогнозирования, опирающегося на статистические методы, зависит от объёма выборки объектов исследования, степени их изученности и убывает по мере детализации работ. С ростом изученности исследуемой территории создаются предпосылки для применения детерминированных моделей.

Анализ отечественных и зарубежных разработок показал, что в настоящий момент существующие программные пакеты и методики прогнозирования состава и свойств нефти основаны на малых объёмах данных, охватывающих небольшие территории. Поэтому основу проведения исследований закономерностей состава и свойств углеводородного сырья составила созданная в Институте химии нефти СО РАН база данных по физико-химическим свойствам нефти, включающая описание более 19000 образцов [2].

Обзор наиболее доступных статистических пакетов (Statistica, Matlab, Mathcad, SPSS, STADIA и др.) показал, что данные пакеты предлагают исследователям избыточные возможности, затрудняют процесс освоения, а также не являются свободно распространяемыми.

Таким образом, необходимо разработать алгоритм прогнозирования состава и свойств углеводородного сырья, позволяющий анализировать не только многомерные характеристики нефти с применением статистических методов, но и учитывающий пространственные свойства нефти с помощью геоинформационных систем (ГИС).

Практика показывает, что с ростом количества параметров, описывающих состав и свойства нефти, возрастает число «пустых» значений, например, из-за пропусков в их регистрации. Поэтому на первом этапе статистического анализа желательно устранить «пропуски». Для этого существуют специальные приемы, в частности, вычеркивание соответствующих образцов нефти или занесение средних значений вместо отсутствующих, что снижает достоверность дальнейших результатов и влияет на объём выборки. Анализ существующих методов показал, что наибольшую точность вычисляемых значений по сравнению с другими методами, работающими с восстановлением пропущенных данных, можно получить методом ZET, который и был включен в алгоритм как первый этап проведения статистического анализа многомерных данных о нефти. Далее для оценки вида, формы и силы связи между параметрами объектов исследования необходимы методы регрессионного и корреляционного анализа.

Однако применение только статистических методов не позволяет учитывать пространственные свойства объектов исследования. Поэтому предложена схема построения модели прогноза, позволяющая учитывать не только физико-химические свойства, значения геохимических параметров, но и пространственные свойства углеводородного сырья с использованием ГИС. При пространственном анализе предполагается разделение всех объектов исследования на однородные группы с использованием геоинформационных средств и цифровых тематических карт, каждая из которых отражает определённые пространственные свойства объектов. Наложение нескольких тематических карт позволяет получить более точные результаты пространственного анализа. В результате наложения выявляются зоны перекрытия исследуемых областей, на основании которых можно разделять объекты на однородные группы.

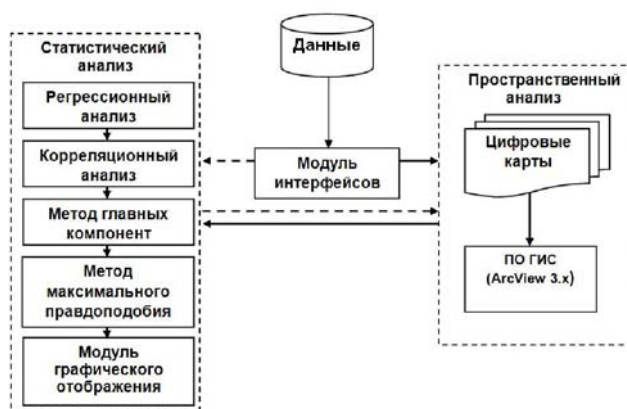


Рис. 1. Структура программного комплекса

В предлагаемой методологии статистический анализ включает следующие этапы:

- восстановление «пропущенных» значений с применением ZET-метода;
- проведение регрессионного анализа (оценивается и исследуется вид и форма стохастической связи);
- проведение корреляционного анализа (оценивается сила стохастической связи);
- нахождение собственных значений и векторов ковариационной матрицы методом вращения Якоби;

- метод главных компонент (определение главных компонент – новых, независимых друг от друга переменных меньшей размерности);
- классификация с применением метода максимального правдоподобия в пространстве главных компонент;
- построение прогностической модели.

На основе предложенной схемы анализа пространственно - распределенных объектов разработан программный комплекс (рис. 1), включающий модуль интерфейсов, модуль пространственного анализа данных, модуль статистического анализа и модуль графического отображения.

Модуль интерфейсов предназначен для осуществления взаимодействия между такими разнородными частями системы, как модуль пространственного анализа (ПО ГИС) и модуль статистического анализа (среда Delphi 7).

Модуль пространственного анализа данных включает: подготовку атрибутивной таблицы; отображение объектов на различных цифровых картах; выявление пространственных группировок объектов.

Модуль статистического анализа реализует алгоритмы регрессионного, корреляционного анализов, метода главных компонент и метода максимального правдоподобия.

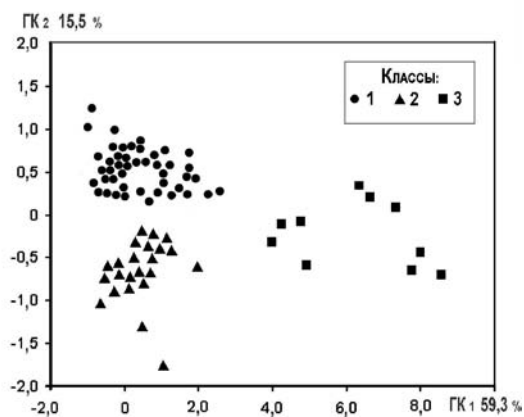
Модуль графического отображения включает: графическое отображение объектов исследования в пространстве двух главных компонент; графическое представление нагрузок на две главные компоненты; векторное представление нагрузок в пространстве двух главных компонент.

Разработанный программный комплекс апробирован на данных о геохимических параметрах органического вещества (ОВ) пород отдельных горизонтов средней юры Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

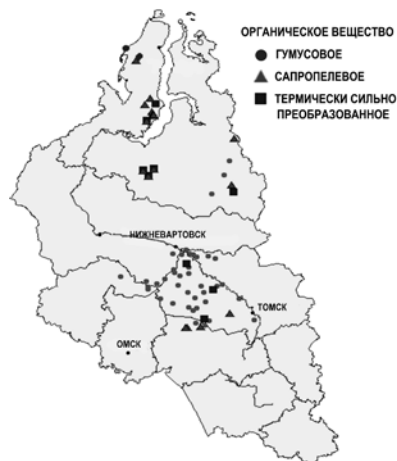
На первом этапе проводился статистический анализ данных с применением регрессионного, корреляционного и компонентного анализов.

Исходное многомерное пространство признаков спроектировано в двухмерное пространство двух главных компонент (ГК1 и ГК2), так как они описывают в сумме 74,8 % исходной информации, остальные ГК отбрасываются как малозначимые.

На рис. 2 а приведен результат классификации объектов исследования с применением метода максимального правдоподобия. Интерпретация полученных классов позволила ОВ пород подразделить на три группы, согласно классификации: класс 1 – гумусовое ОВ, класс 2 – сапропелевое и класс 3 – термически сильно преобразованное. На рис. 2б отображены полученные классы объектов на исследуемой территории. Пространственный анализ с применением цифровых тематических карт позволил исследовать закономерности распределения ОВ различных типов (рис. 2б).



а) статистический



б) пространственный

Рис. 2. Результаты анализа

Установлено, что ОВ средней юры гумусового характера распределены по всей территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, сапропелевого типа – в пределах полуострова Ямал, Надымской и Бакчарской впадин, а также на северо-востоке и юге Западной Сибири. Наиболее преобразованные разности ОВ – на севере и в пределах Колтогорского прогиба.

#### Литература

1. Ткачев Ю. А., Юдович Л.Э. Статистическая обработка геохимических данных. – М.: Наука, 1986. – 123 с.
2. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Физико-химические свойства нефтей: статистический анализ пространственных и временных изменений. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2004. – 109 с.

**КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ БОДАЙБИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА  
(МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ЧЕРТОВО КОРЫТО»)****М.В. Петров**

Научный руководитель профессор А.А. Поцелуев

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

Золоторудное месторождение «Чертово Корыто» находится в горном массиве на севере Иркутской области примерно в 200 км северо-восточнее города Бодайбо. Месторождение подстилается осадочными обломочными породами протерозойского возраста, которые подверглись региональному метаморфизму и сопутствующим метаморфизму тектоническим деформациям. Золоторудная минерализация обнаружена в метаосадочных породах, которые были изменены гидротермальной системой, проявившейся во время метаморфизма и тектонической активности. Относительно крупные золотины ассоциируют с небольшим количеством арсенопирита, пирита и пирротина, а также кварца, который наблюдается в слоях кристаллических сланцев и глинистых сланцев с подчиненным количеством кварцитов. Минерализация наблюдается по простиранию на 1800 м, будучи до 300 м шириной и мощностью до 170 м [1].

Изучение месторождения «Чертово Корыто» началось со времени его открытия в 1964–1966 г.г. в процессе геологической съемки масштаба 1:50000, выполнявшейся под руководством Б.В. Антонова.

Для Бодайбинского района, за весь период изучения, не составлялась космогеологическая карта. Но данные о космических дистанционных методах исследования изучаемой территории и основных линейных и кольцевых геологических структурах можно получить из материалов космогеологической карты СССР и карты космогеологических объектов России [2].

Основной объём космической информации в металлогенических исследованиях используется для выявления структурных факторов, контролирующих оруденение [2].

С помощью космостъёмок при металлогенических исследованиях и поисковых работах на рудные полезные ископаемые решаются следующие задачи:

- выявление скрытых структур и структур наложенного типа, имеющих важную в металлогеническом районировании роль;
- ускоренное доизучение геологических объектов, контролирующих размещение рудной минерализации, и выявление вулканоплутонических структур и нескрытых плутонов, как объектов для постановки поисков рудных полезных ископаемых;
- выявление разломных рудоконтролирующих и рудоконцентрирующих зон глубинного происхождения;
- изучение узлов повышенной тектонической проницаемости – линейных, кольцевых, очаговых и др.

Непосредственное выявление рудоносных пород или геохимических аномалий основано на измерении спектрометрических яркостных характеристик горных пород и минералов в различных частях спектра [2].

Кольцевые и дуговые структуры в ряде случаев обнаруживают непосредственную связь с горными породами глубинного происхождения, или имеющими глубинный источник: тела интрузивных пород, вулканические аппараты, надинтрузивные купола и т.п.

В связи с отсутствием космогеологической карты Бодайбинского района и для прогноза золотоносности в регионе видится актуальность выполнения дополнительных исследований.

В данной работе в качестве объекта исследования выбрана территория площадью 40 тыс. км<sup>2</sup> (200 × 200 км), расположенная преимущественно в Иркутской области. Для ее изучения использовалось дешифрирование космических снимков.

Методика обработки и интерпретации результатов дистанционного зондирования построена на последовательном выделении и изучении особенностей строения ландшафтных элементов и их компонентов, закономерно отражающих информацию о состоянии и строении глубинных объектов и их структуре. Основными составляющими данной методики являются: аппаратная база (персональный компьютер), программное обеспечение (ArcGIS, ArcView GIS, ERDAS Imagine и др.), исходная информация (спектрозональные снимки Landsat ETM+ и Modis, цифровая модель рельефа (данные SRTM), геологическая карта района месторождения, привлеченные для повышения достоверности прогноза и сравнения данных дешифрирования), совокупность методических приемов обработки и интерпретации.

По результатам дешифрирования космических снимков и последующего их сопоставления с тектоническими структурами геологической карты месторождения Чертово Корыто, выявлены новые региональные и локальные тектонические нарушения, которые не были зафиксированы в имеющихся геологических материалах по месторождению. Некоторые структуры не подтвердились результатами дешифрирования. А также выявлены новые региональные и локальные кольцевые структуры. Для последних выявлена приуроченность к основным глубинным тектоническим разломам.

По результатам сравнительного анализа космогеологических структур полученных при дешифрировании космических снимков Modis и Landsat и геологической карты района месторождения установлено:

1. Границы тектонических элементов первого порядка отдешифрированы (по космоснимкам Modis и Landsat) как линейно вытянутые структуры северо-восточного направления.
2. Тектонические элементы первого порядка лучше дешифрируются на космоснимках Landsat с более высоким пространственным разрешением.
3. Месторождение приурочено к узлу сопряжения разлома и кольцевым структурам.

4. Выявлены новые тектонические нарушения высокого порядка, которые не были зафиксированы в имеющейся геологической карте.

Таким образом, по результатам дешифрирования, перспективными золотоносными участками района можно считать зоны сочленения краевых частей кольцевых структур и тектонических разломов локального и регионального характера. Возможным является приуроченность кольцевых структур и золотоносности данного района к интрузивному магматизму.

#### Литература

1. Минеральные ресурсы и рудные запасы золоторудного месторождения Чертово Корыто (Иркутская область Российская Федерация). – Майкон Интернейшнл Ко ЛТД, 2008.
2. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: СТТ, 2007. – 228 с.

### АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ПРИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ РАСЧЛЕНЕННОСТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОИСКА АЛМАЗОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ

Д.А. Самданов, Н.В. Глушкова

Научные руководители главный научный сотрудник В.П. Афанасьев,  
старший научный сотрудник И.Д. Зольников

*Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Геоморфологическое районирование территории является одним из способов изучения современного рельефа и четвертичной геологии. Четвертичные отложения могут являться коллекторами, содержащими полезные ископаемые (алмаз, золото и т.д.), поэтому геоморфологическое строение территории является очень важным фактором при формировании современных россыпей. В частности, для формирования россыпей элювиального, аллювиального, пролювиального, озерного и морского генетических типов благоприятными являются области с расчлененным рельефом [2]. Таким образом, геоморфологическое районирование перспективных участков – значимый этап при планировании поисков месторождений полезных ископаемых. А поскольку участки часто располагаются в труднодоступных районах, перекрытых растительностью, то актуальным становится использование цифровых моделей рельефа и технологий ГИС.

Геоморфологическое районирование территории основано на выделении участков с различными степенями расчлененности рельефа. Степень расчлененности определяется по количеству ребер рельефа, приходящихся на единицу площади. Ребрами рельефа являются уступы русел рек первого порядка, тальвеги рек второго порядка и хребты на водоразделе. Для разработки методики построения схем геоморфологического районирования использовался участок Муно-Мархинского междуречья (южная часть Анабарской антеклизы). Исходным материалом послужила цифровая модель рельефа (ЦМР) с разрешением 200 м, построенная по векторной карте масштаба 1:1000000, Муно-Мархинского междуречья и прилегающих территорий. На основе ЦМР построена карта экспозиции склонов, на которой отображается морфометрическая характеристика пространственной ориентации элементарного склона, т.е. азимут падения склона. На основе карты экспозиции склонов через анализ крутизны склонов построена карта уступов рельефа, которая отображает положение ребер рельефа. Для анализа пространственного распределения ребер рельефа построена плотностная сетка с радиусом скользящего окна 10 км. Плотностная сетка проклассифицирована по стандартному отклонению с классом разбивки  $\frac{1}{4}$ . Районирование основано на простой классификации степени расчлененности рельефа: слабая, средняя, и сильная. Для территории Муно-Мархинского междуречья установлены граничные значения для каждой степени расчлененности, на основе количества ребер рельефа в радиусе скользящего окна, выраженному в процентах от площади окна. Таким образом, для данной территории установлены следующие граничные значения между степенями расчлененности: слабая (0-26,5%), средняя (26,5-38,7%) и сильная (38,7-59,9%). Для других участков, граничные значения будут меняться в зависимости от геологического строения и литологии, поскольку в большинстве случаев рельеф является структурно-обусловленным. Границы проводились на основе статистического анализа, с использованием частотных гистограмм, в соответствии с преобладанием на данном участке конкретной степени расчлененности. Некоторые выделенные элементы соответствуют геологическим границам региональных структур: Анабарской антеклизы и Виллойской синеклизы; Анабарской антеклизы и Тунгусской синеклизы; юго-восточная граница выхода Анабарского шита; русло р. Виллой, наследующее девонский авлакоген. На территории Муно-Мархинского междуречья выделено 10 участков, из которых по 4 участка с сильной и средней степенями расчлененности и 2 участка со слабой расчлененностью.

Территория, выделенная нами для исследования, является обширной, захватывающей несколько региональных геологических структур. Поэтому геоморфологическое районирование носит региональный характер. Необходимо отметить, что даже на участках, выделенных нами как участки со слабой расчлененностью, встречаются области со средней и сильной степенью расчлененности. Это говорит о том, что при среднемасштабном районировании участков, необходимо провести корректировку граничных значений степеней расчлененности рельефа и выделить более локальные области. Такое среднемасштабное районирование проведено на территории Муно-Тюнгского междуречья. Этот участок был выбран, поскольку он располагается в

пограничной области между региональными участками со слабой и средней степенями расчлененности. Была выбрана следующая классификация степеней расчлененности: слабая (0-26,3%), средняя (26,3-31,5%) и сильная (31,5-42,1%). По площадному распространению преобладают области со средней расчлененностью.

На территории Муно-Тюнгского междуречья выделено 17 участков. Из них 6 участков со слабой степенью расчлененности рельефа, 2 со средней и 9 с сильной. К участкам средней расчлененности рельефа приурочено положение Верхне-Мунского кимберлитового поля. Это сыграло важную роль в формировании ореолов рассеивания минералов-индикаторов кимберлитов [1]. Установлено, что на территории Муно-Тюнгского междуречья участки рр. Тюнг и Арга-Тюнг, расположенные в областях слабой расчлененности рельефа, бедны минералами индикаторами кимберлитов.

Геоморфологическое районирование, проведенное на основе анализа расчлененности рельефа, позволило выделить участки, перспективные для поиска алмазоносных кимберлитов с применением метода шлихо-минералогического опробования в пределах Муно-Мархинского междуречья и прилегающих территорий. Это участки южного обрамления Анабарского щита и северо-западного борта Вилуйской синеклизы. На Муно-Тюнгском междуречье это участки верхнего течения р. Муна, р. Далдыкан, р. Арга-Тюнг, р. Дюльлях (правый приток р. Тюнг), р. Бекчерюс (правый приток р. Зекит), правые притоки верхнего течения р. Улах-Муна.

#### Литература

1. Афанасьев В.П., Бабенко В.В. Миграционные свойства кимберлитовых минералов // Доклады АН СССР. – Новосибирск, 1988. – т.303. – №3. – С. 714 – 718.
2. Прокопчук Б.И. Алмазные россыпи и методика их прогнозирования и поисков. – М.: Недра, 1976. – С. 128 – 129.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ARCGIS ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ХАКАСИИ А.С. Янкович

Научные руководители доцент Ю.Г. Копылова, старший преподаватель Е.П. Янкович  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

НОЦ «Вода» Томского политехнического университета на протяжении длительного времени проводит исследование природных вод Республики Хакасия. За это время накоплен огромный фактический материал, включающий результаты анализов проб воды, карты, отчеты [3]. При таком количестве и разнообразии исходных данных появились проблемы, связанные с хранением, получением полезной информации; с представлением результатов исследования в виде карт, диаграмм; необходимостью проведения пространственного анализа, позволяющего выявить закономерности распределения элементов. В связи с чем и было принято решение создать геоинформационную систему для хранения, представления и анализа результатов исследования природных вод Республики Хакасия.

Известно, что основой любой ГИС являются данные, имеющие атрибутивную и пространственную составляющую [1]. В нашем случае, атрибутивная информация это результаты анализа проб воды, отобранной как из надземных, так и подземных источников, которые хранились в таблице MS Excel, содержащей отдельные листы для разных методов анализа. Информация о пространственном положении части точек опробования хранилась в формате шейп-файла, координаты остальных были сохранены в памяти GPS. Для создания картографической основы использовались векторные слои административной и топографической карт Хакасии масштаба 1:500000, которые хранились в формате шейп-файла, а также геологическую карту Хакасии в формате jpeg.

Для создания ГИС было задействовано следующее программное обеспечение: ArcGIS(ArcInfo), GPS TrackMaker, MS Excel. Данный выбор был определен имеющимися данными.

Для объединения и хранения столь разноплановых данных был выбран формат файловой базы геоданных (БГД) ArcGIS, который предоставляет наибольшее количество возможностей по управлению пространственными данными [2]. БГД создавалась в приложении ArcGIS ArcCatalog.

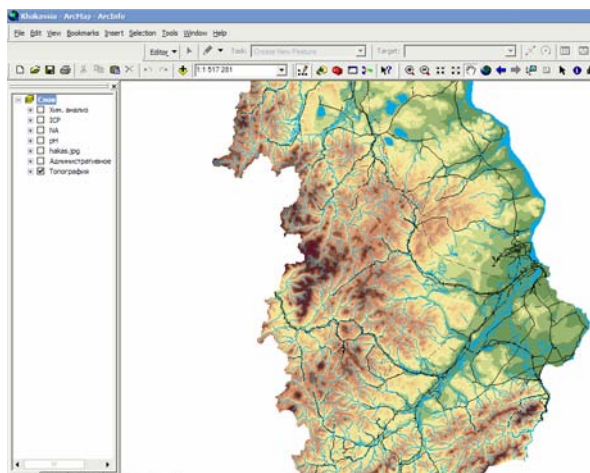
В первую очередь была подготовлена топографическая основа – все шейп-файлы переведены в классы объектов БГД, задана единая проекция. С помощью инструмента ArcGIS «Toro to Raster» была построена гидрологически корректная топографическая поверхность (рис.1).

Вторым этапом было конвертирование таблиц из внешнего формата во внутренний формат БГД. Так как в таблицах формата dBASE тип поля определяется при создании, то важным шагом является проверка данных – удаление нечисловых символов из полей. После этого лист таблицы Excel инструментом «Table to Table» (Arctoolbox: Conversion Tools) переводится в формат БГД.

Третий этап – создание класса объектов, содержащего координаты всех точек опробования. Точки, сохраненные в шейп-файле, были сохранены в виде класса пространственных объектов. С помощью программы GPS TrackMaker были скопированы данные с GPS-приемника, которые потом были импортированы и объединены с существующими точками.

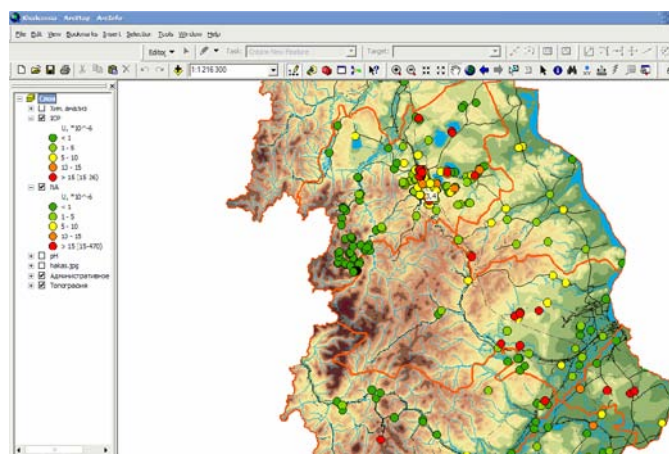
Таким образом, была создана БГД, включающая классы пространственных объектов, наборы растровых данных, таблицы с результатами анализов проб воды, выполненных различными методами.

Четвертый этап – включал объединение пространственной и атрибутивной информации.



**Рис.1. Топографическая поверхность**

Так как в каждой пробе воды анализ проводится по многим компонентам, то объединять всю информацию в одном классе объектов либо таблице – громоздко и неудобно, а создавать отдельный класс пространственных объектов для каждой группы элементов и параметров – нерационально, был выбран другой путь. Объединение географической и описательной информации происходит в документе ArcMap, следующим образом: для каждого метода анализа создан слой на основе одного и того же класса пространственных объектов включающего в себя точки опробования природных вод. Затем с использованием инструмента «Соединить» установлена связь по ключевому полю между пространственными объектами и таблицей, содержащей результаты одного из методов анализа. В качестве ключевого поля выбрано поле содержащее номер пробы. Результирующая таблица не сохраняется на диске – в документе лишь указывается параметры присоединения и отображения. Используя атрибуты присоединенной таблицы, создаются условные обозначения и проводится анализ данных (рис.2).



**Рис.2. Концентрация урана в точках опробования**

Созданная ГИС позволяет управлять полученным массивом данных, визуально представлять результаты исследований, проводить различный пространственный анализ для лучшего понимания причин обуславливающих ту, или иную концентрацию элементов и, на основе полученных результатов, принимать обоснованные решения.

#### Литература

1. Геоинформатика : в двух книгах : учебник / под ред. В. С. Тикунова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия, 2008.
2. Зейлер М. Моделирование нашего мира: Руководство ESRI по проектированию базы геоданных.– ESRI, 1999. – 254 с.
3. Копылова Ю.Г., Дутова Е.М., Васильев Б.Д. и др. Путеводитель по природным водам полигона учебных геологических практик в Северной Хакасии. – Томск, Изд-во ТПУ, 2005. – 152 с.

## Секция 9

# ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО. НАУКА И ПРАКТИКА

## ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА «БАЙКАЛЬСКАЯ ГАВАНЬ» И ЕЁ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

О.Б. Антонова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

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

Особая экономическая зона (ОЭЗ) «Байкальская Гавань» является туристско-рекреационной зоной и создается с целью формирования центра международного туризма на востоке России. Это позволит повысить конкурентоспособность туристского и санаторно-курортного российского продукта и «открыть» для российских и иностранных туристов уникальный природный объект – озеро Байкал.

Проектируемая ОЭЗ расположена на восточном побережье озера Байкал в муниципальном образовании Прибайкальского района Республики Бурятия и занимает площадь 700 кв. км, что составляет 1 % площади Участка мирового наследия. Прибайкальский район находится в центральной части Байкальской природной территории. В Республике Бурятия достаточно уникальных и интересных мест для развития туризма. Вместе с тем, выбор территории ОЭЗ обусловлен поставленными целями, задачами и следующими факторами:

*Транспортная доступность и удобное географическое положение:* расстояние до г. Улан-Удэ, в котором расположен международный аэропорт, составляет 120 километров. На территории республики работают три пограничных перехода с Монголией. Это открывает возможность увеличения экспортного российского потенциала туристских услуг для стран Северо-Восточной Азии. И самое главное – усиливает геостратегическое положение России в приграничных территориях;

*Благоприятные природно-климатические условия.* Говоря о Сибири, подразумевают её суровую зиму, короткое лето. Уникальность территории ОЭЗ - особый микроклимат: жаркое лето, мягкая зима (дневная температура в январе составляет -18 градусов, скорость ветра 2-3 метра в секунду, большое количество снега). Среднегодовая температура 0 - +1 градус. Таким образом, 6 месяцев в году погодные условия благоприятны для занятий горнолыжным спортом;

*Уникальный и богатый природно-ресурсный потенциал.* Именно на выбранной территории имеются все необходимые ресурсы для создания всесезонного развития туризма мирового уровня на основе кластерного подхода: это и Байкал, горы, минеральные и термальные источники, реки, лечебные грязи, богатая флора и фауна, этнокультурные особенности народов, населяющих этот район. И самый главный объект – горная вершина 1771 м, которая имеет большой потенциал застройки и на территории которой будет построен один из крупнейших в мире горнолыжный курорт. А это в свою очередь приведет к активному развитию таких видов туризма как: спортивный и приключенческий, рекреационный, водный, круизный, деловой, экскурсионный, экологический и религиозный;

Протяженность береговой линии озера по территории района составляет 94 км [2].



Рис. Карта территории ОЭЗ

При выборе территории ОЭЗ «Байкальская гавань» и проекте её землеустройства принимались во внимание разнообразие ландшафтов, природно-климатические условия, доступность, близость к



инфраструктуре, возможности для всесезонного функционирования курорта, рекомендации канадской компании «ECOSIGN» - мирового лидера по проектированию горных курортов (рис.).

Уникальные особенности региона:

- озеро Байкал – самое древнее и глубокое пресноводное озеро в мире, в котором сосредоточено более 20 % запасов всей пресной воды в мире;
- объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (1996 г.);
- сочетание в центре Азии разнообразнейших ландшафтов от горно-тундровых до степных: густые хвойные леса, степные долины, горные реки;
- разнообразие флоры и фауны;
- наличие многообразных минеральных источников и лечебных грязей;
- богатая история, культура и традиции;
- археологические памятники разных времен;
- один из крупнейших центров восточной и тибетской медицины.

Землеустройство ОЭЗ включает 5 участков – «Турка», «Пески», «гора Бычья вершина 1771», «бухта Безымянная», «Гремячинск», расположенных в непосредственной близости от озера Байкал. Приоритетными выбраны участки «Турка» и «Пески», затем планируется развитие оставшихся трех [1].

Общая площадь, выделенная для создания ОЭЗ, составляет 3 283,65 га, в т. ч. площадь участков «Турка» и «Пески» составляет 434,04 га.

#### **Характеристика участка «Турка»**

Участок «Турка» представляет собой долину, расположенную на побережье озера Байкал в устье реки Турка с удобной для захода судов бухтой.

Площадь – 99 га.

Категория земель – земли населенных пунктов и земли лесного фонда.

Поселок Турка находится на берегу озера Байкал в 169 км от г. Улан-Удэ.

Сам участок ТРЗ простирается на северо-восток и разделен на две части рекой Турка, которая в этом месте впадает в озеро Байкал. В северо-восточной части участка находится рыбацкий посёлок. В гавань могут заходить крупные суда, поскольку её глубина составляет от 2 до 4 м. В береговой части имеется песчано-каменистый пляж.

#### **Характеристика участка «Пески»**

Площадь – 336 га.

Категория земель – земли лесного фонда.

Местность Пески расположена в 160 км от г. Улан-Удэ, по той же дороге, что и посёлок Турка. Транспортную доступность обеспечивает магистральная дорога.

Участок представляет собой холмистую местность, покрытую густым лесом, максимальная высота холмов достигает 700 м, с песчаными пляжами у озера Байкал.

Рыбацкий посёлок Турка – придаёт местный колорит туристических объектов.

На территориях участков с песчаными почвами логично развивать легкие постройки (юрты). Объединение обеих зон должно повлечь за собой перестройку пляжа от посёлка Турка в сторону Песков. При выполнении этих условий объединенная зона «Турка–Пески» имеет потенциал стать центром видов отдыха по особым интересам в Прибайкальском районе.

Объем бюджетных вложений до 2012 г. на строительство внутренней инфраструктуры ОЭЗ в Республике Бурятия составит около 4 млрд. рублей [2].

### Литература

1. <http://az-kozin.narod.ru/>
2. [http://www.oao-oez.ru/special\\_economic\\_zones/tourism\\_recreation\\_zones/baikal\\_harbour](http://www.oao-oez.ru/special_economic_zones/tourism_recreation_zones/baikal_harbour)

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ И ИХ РОЛЬ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ**

**Л.В. Бабинович, Д.Д. Федотова**

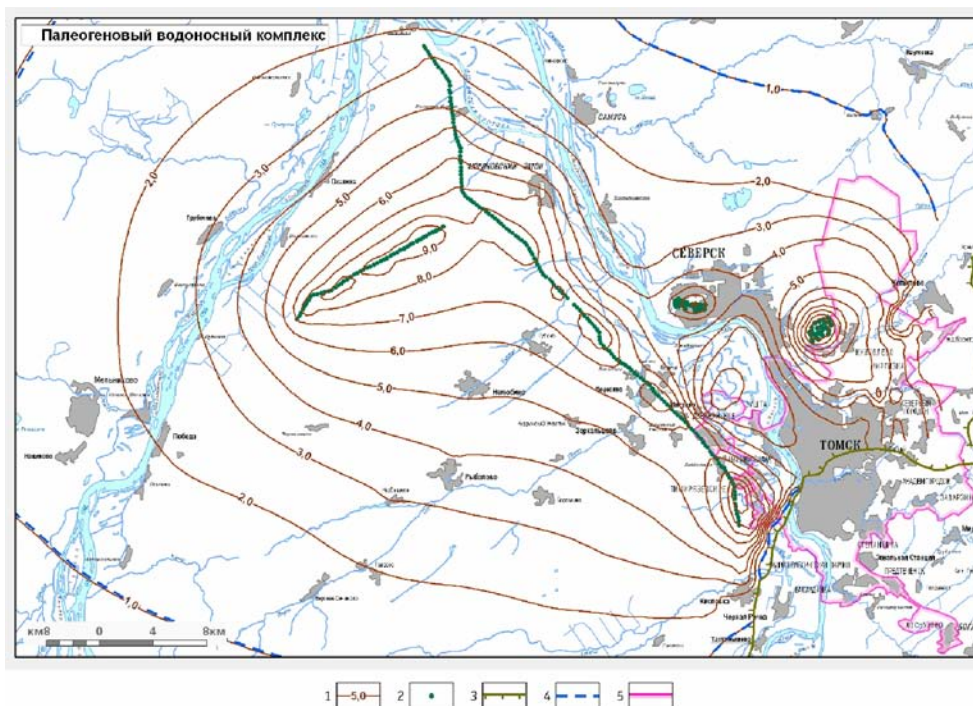
Научный руководитель профессор В.К. Попов

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

Обь-Томское междуречье – географический и туристский район, расположенный между реками Обь и Томь на территории Томской, Кемеровской, Новосибирской областей и Алтайского края. Территория характеризуется разнообразием водных ресурсов. На Обь-Томском междуречье в пределах Томской области отмечается достаточно густая сеть малых рек. Средний коэффициент густоты речной сети для этой территории определяется величиной 0,25-0,30 км/км<sup>2</sup>. Сток рек в пределах междуречья оценивается величиной в 3,0 л/сек. на 1 км<sup>2</sup>. Из озёр наиболее крупными на междуречье являются озеро Большое и озеро Кирек. Несколько десятков озёр-старич, каждое площадью свыше 100 га отмечается на пойме реки Обь. Небольшое количество озёр подобного происхождения наблюдается и на пойме реки Томь. Весьма интересными в природном отношении являются озеро Ларино и озеро Шайтан.

В Обь-Томском междуречье сосредоточены запасы подземных вод, играющие основную роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении и при землеустройстве территории. Здесь сконцентрировано 58,3%

утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод области и на его долю приходится 75 % всей извлекаемой воды. Прогнозные ресурсы подземных вод составляют в Томском районе 2552,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут., утвержденные эксплуатационные запасы – 516,91 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Показатели прогнозных эксплуатационных запасов приблизительны, так как степень разведанности составляет 22,18 %. Гидрогеологические условия характеризуются преобладанием безнапорных вод, реже – с местными напорами, достигающими величины 17-20 м. По составу воды гидрокарбонатные кальциевые, реже кальциево-магниевого с минерализацией 0,1-0,3 г/л, а воды второй террасы р. Обь имеют повышенную минерализацию – до 0,64 г/л [4].



1 – величина снижения уровня подземных вод на конец 2008 г. (м); 2 – эксплуатационные скважины Томского и Северского водозаборов; 3 – граница выклинивания палеогеновых отложений; 4 – граница воронки депрессии; 5 – граница г. Томска

**Рис. Распространение воронки депрессии от работы Томского и Северских водозаборов по состоянию за 2007-2009 гг. (по материалам ОАО «Томскгеомониторинг»)**

Подземные воды эксплуатируют Томский и Северский водоканалы. Томский водозабор работает с декабря 1973 года. Общая длина водозабора составляет около 50 км. Он состоит из 198 эксплуатационных скважин, расположенных на трех линиях (I линия – 83 скважины, II линия – 58 скважин, III линия – 57 скважин). Суммарный годовой водоотбор в последние годы составляет 63-69 млн. м<sup>3</sup>. В 2007 г. – 63,459 млн. м<sup>3</sup> (173,86 тыс. м<sup>3</sup>/сут), в 2008 г. – 66,24 млн. м<sup>3</sup> (181,48 тыс. м<sup>3</sup>/сут) и в 2009 г. – 68,88 млн. м<sup>3</sup> (188,72 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

Площадные водозаборы г. Северска осуществляют хозяйственно-питьевое водоснабжение города, находящегося северо-западнее г. Томска. Водозабор №1 работает с декабря 1959 г., состоит из 34 скважин и эксплуатирует утвержденные запасы подземных вод палеогеновых отложений. Водозабор №2 работает с 1970 г., состоит из 26 эксплуатационных скважин, находится на правом берегу р. Большая Киргизка и эксплуатирует подземные воды палеогеновых и меловых отложений. В среднем суммарный годовой водоотбор каждого водозабора в последние годы составляет 7-10 млн. м<sup>3</sup>.

Интенсивная многолетняя эксплуатация водозаборов привела к формированию обширной депрессионной поверхности, границы которой выходят за пределы Обь-Томского междуречья (рис.). Формирование обширной депрессии в палеогеновом водоносном комплексе усилило переток подземных вод с выше- и нижележащих водоносных горизонтов.

Результаты оценки качества подземных вод Томского водозабора свидетельствуют о том, что, как и в прошлые годы, в наибольшей степени загрязнению подвержены воды четвертичных отложений. Это проявляется в появлении в воде загрязняющих веществ, первое место среди которых занимают нефтепродукты. Отмечаются отдельные участки, на которых наблюдается отклонение от основного состава подземных вод на междуречье.

Проведенными исследованиями радиационного состояния подземных вод отмечены повышенные значения общей  $\alpha$ -активности. В целом установлено, что качество подземных вод эксплуатируемого водоносного комплекса за время работы водозабора не изменилось. Подаваемая после водоподготовки в распределительную сеть вода соответствует нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01 по содержанию всех компонентов, кроме фтора.

Результаты контроля за качеством воды на Северских водозаборах свидетельствуют о том, что оно осталось на уровне прошлых лет. Добываемая вода не соответствует санитарным нормам по содержанию железа и марганца, недостаточному количеству фтора. После очистки и обеззараживания вода, поступающая в водоводы, отвечает установленным нормам. Наибольшему загрязнению подвержены воды четвертичных отложений в районе водозабора №1. В непосредственной близости от него находятся Сублиматный и Ремонтно-механический заводы, ТЭЦ, комплекс очистных сооружений и городская свалка бытовых отходов, теплично-парниковое хозяйство. На отдельных участках в районе водозабора №1 по-прежнему наблюдаются признаки загрязнения продуктивного водоносного комплекса хлоридами (до 235 мг/л) и сульфитами (до 33,5 мг/л). Источником поступления хлора является осадок из ныне ликвидированного бассейна солехранилища ТЭЦ. Радиологические исследования подземных вод свидетельствуют о том, что общие  $\alpha$ - и  $\beta$ -активность находятся на порядок ниже установленных нормативов [1].

Подземные воды, как и вся природная среда Томской области, испытывают разного вида техногенную нагрузку. По степени и характеру воздействия хозяйственная деятельность человека разнообразна, но в любом случае она оказывает влияние на режим, баланс и качество подземных вод. Анализ эксплуатации подземных вод на Обь-Томском междуречье за последние 25 лет показывает, что проводимые в настоящее время в неполном объеме природоохранные мероприятия, а также нерациональное отношение к природным ресурсам привели к интенсификации отрицательных необратимых процессов [2,3,4].

Для городов Томска, Северска и прилегающих сельских территорий негативные последствия обуславливают: изменение гидродинамических и гидрохимических характеристик гидросферы, образование крупной депрессивной воронки, снижение уровня грунтовых вод, развитие процессов истощения и загрязнения подземных вод, преобразование природных ландшафтов в результате изменения подземного стока, оседание земной поверхности, снижение урожайности. В этой связи необходимы серьезные мониторинговые исследования гидродинамики и качества подземных вод. Естественно-техногенные факторы определяют адаптацию землеустройства к природной среде, особенности межхозяйственного, внутрихозяйственного и участкового землеустроительного проектирования.

#### Литература

1. Плевако Г.Л., Егоров Б.А., Жульмина Г.А., Варюгина А.Г., Рукс Н.Ю., Пешехонова М.В. – Информационный бюллетень о состоянии недр Сибирского федерального округа. – Вып. 4, 5, 6. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2008 г., 2009 г., 2010 г.
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 государственного архитектурно-строительного университета, Изд-во «Печатная мануфактура», 2002. – 143 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 государственного архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
4. [http://www.towiki.ru/view/Обь-Томское междуречье](http://www.towiki.ru/view/Обь-Томское_междуречье).

### ОБРАЗОВАНИЕ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ЗОН АНТРОПОГЕНЕЗА ВСЛЕДСТВИЕ ЛИТОСФЕРНО-АТМОСФЕРНО-КОСМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ю.В. Вакарь

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников

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

Ранее нами было предложено из техногенных месторождений выделить особый вид месторождений - антропогенные, которые формируются посредством биологических или социально-общественных циклов жизнедеятельности человека [1]. Отдельные локальные места на земле, подверженные воздействию антропогенно-техногенной деятельности человека (атомные взрывы, пожары, загрязнения почвы, токсичными соединениями при запусках ракет, полигоны с захороненными радиоактивными отходами, мусорные свалки и пр.) относятся к понятиям «зона». До формирования техногенных месторождений и рудопроявлений - это далекая перспектива, поэтому такие зоны характеризуются геофизическими и геохимическими полями и являются предметом для исследований в области геоэкологии [2]. Эти зоны не представляли интереса для научных исследований, но с появлением частной собственности на землю в России и Земельным Кадастром возникли проблемы оценки их значимости на рынке землепользования.

Первые попытки использовать комплекс геолого-геофизических методик для исследования антропогенных зон были предприняты сотрудниками Лаборатории природно-техногенные электромагнитные системы (НИЛ ПТЭС), кафедры минералогии и петрографии, геологоразведочного факультета Томского политехнического университета. Были изучены зоны пустыни Кызыл-Кум (воздействие ракетной техники на песчаный грунт), территория вывала леса в районе г. Петрозаводска (электромагнитная разгрузка литосферы), зона деструкции горных пород на сопке – 611 (Дальнегорск, Приморский край), места изменения рельефа местности в Кемеровской и Томской областях при выходе электромагнитных систем в атмосферу (образование ям).

Установлено, что выход на поверхность Земли электромагнитных систем (плазменные объекты с замкнутым электрическим и магнитным полями) или их аннигиляция приурочены к сочленению геологических

структур, тектоническим зонам, местам пересечения механических напряжений, гидросети и узлам локсодромных решеток) [4]. Одним из источников образования электромагнитных систем является генерация их литосферой Земли, мантией и ядром. Сюда относятся следующие процессы: генерация при фазовых переходах минералов; выход по каналированным волноводам геологических структур; дискретное состояние электромагнитных полей; конвергенция материальных и полевых структур при ядерных взрывах и испытаниях космической техники. Техногенный ландшафт изменяет электромагнитное равновесие верхней части литосферы, поэтому естественное распределение электромагнитной энергии в системе литосфера–атмосфера–космос нарушается. Назрела необходимость исследований природно-техногенных процессов в оболочках Земли.

Рассмотрим геофизические и геохимические характеристики двух типичных зон (атмосферно-литосферно-космического генезиса), возникающих вследствие проявления неперриодических быстропротекающих явлений в окружающей среде. Первая зона техногенного воздействия атмосферно-плазменного образования располагается в 25 км на юг г Заравшана по автотрассе Заравшан–Бухара. Зона под названием «Пустыня–1» представляет собой эллипс с размерами 3,5х5,5м, расплавленного песка темно-серого цвета толщиной 2-3см на фоне желтого песка, юго-западного склона одного из барханов. Вокруг эллипса расплавленной поверхности песка, расположен второй эллипсоидный шлейф, большого размера (14х8,5м), представляющий собой выжженную от растительности (колочек) поверхность, но цвет песка здесь не изменен. Ранее на этом участке воздействия долгоживущих плазменных образований (результат запуска ракет на песчаный грунт), проводились комплексные геофизические работы: магнитометрия, электроразведка, а также производился отбор проб грунта для различных анализов в лабораторных условиях.

Проведенные нами геохимические исследования аномальной зоны пустыни Кызыл-Кум, в частности, спектральные и химические анализы показали наличие обогащения стекла на 2-3 порядка выше, по отношению к породам месторождения золота Мурунтау, такими элементами, как сурьма, барий, никель, мышьяк, фосфор, вольфрам, железо, цинк, медь, свинец, молибден, висмут, ванадий, ниобий, кадмий, ртуть, стронций (табл. 1). Повышенные содержания золота обнаружены в центральной части круга в зоне воздействия «Пустыня-1». В периферийной части золота и серебра не обнаружено, а в темной части сектора расплавленной зоны содержание золота составляет 0.8г/т. Более высокие содержания золота, порядка 0.1 г/т зафиксированы в образцах стекловидной массы. Повышенное содержание элементов, перечисленных выше, особенно серы и золота обусловлены, вероятно, привнесом их плазменным объектом, хотя на площади Даугызтауского рудного поля, где расположена зона пустыни «Путыня–1», находятся многочисленные геохимические аномалии серебра, меди, висмута, сурьмы, золота, мышьяка и других элементов.

При выходе на поверхность из литосферы электромагнитных систем в атмосферу, на поверхности Земли наблюдается изменение рельефа, с образованием ям, различного диаметра и тепловая или механическая деструкция почвы, сопровождающаяся вывалом леса и пожарами [5]. В Карелии, пригороде г. Петрозаводска, под названием «Завод», который представляет собой площадку со спиральным вывалом леса, корни многих деревьев отожжены, а стволы отдельных деревьев опалены в виде спиральных лент. Выход электромагнитной системы из литосферы зарегистрирован очевидцами и представлял цилиндрический светящийся плазменный объект, взлетающий над лесом. Место напоминает Тунгусскую катастрофу 1908 г. в уменьшенном масштабе.

Таблица 1

Элементный состав оплавленного грунта по данным спектрального анализа

Элемент	Содержание 10 <sup>-3</sup> %	Элемент	Содержание 10 <sup>-3</sup> %	Элемент	Содержание 10 <sup>-3</sup> %	Элемент	Содержание 10 <sup>-3</sup> %
Sb	210	W	100	Sn	5	Ta	15
Ba	600	Fe	203	Za	5	Ag	0.2
Ni	30	Zn	100	Cr	60	Ce	10
Be	0.5	Cu	80	Ze	3	I	10
Co	8	Pb	30	In	1	Cd	103
Sc	0.5	Li	10	Bi	103	Zr	150
P	2000	Mo	20	V	30	Hg	10
Ta	10	Ib	1	Nb	5	Sr	100

В скальном грунте, покрытом почвой, ям не обнаружено. Составлена схема вывала леса с измерением азимутов расположения деревьев, их диаметра и последовательности выворачивания по правой спирали.

Обломки горных пород не были затронуты тепловым воздействием и электрическим пробоем, за исключением одиночных камней, прилегающих непосредственно к корням в местах отжига (они немного почернели). Электрического пробоя горных пород здесь не наблюдалось. Сотрудникам Карельского филиала академии наук СССР В.А. Березовским были проведены почвенные исследования зоны. Были взяты три образца (внутри зоны, в эпицентре вывала деревьев и на периферии), а так же контрольные образцы за пределами зоны. Физико–химические показатели введены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели образцов грунта из зоны вывала и на периферии в районе г. Петрозаводска

№ п/п	Место взятия образцов	Реакция среды (рН слоя)	Содержание подвижных форм питательных в-в		Влажность %
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1	Эпицентр АЗ	4.06	353	53.8	122
2	Периферия АЗ	4.55	396	26.9	76
3	Контроль (в лесу, 20м от АЗ)	3.4	14.5	0.17	391

Образцы грунта из аномальной зоны значительно отличаются (в лучшую сторону) от аналогичных показателей лесной почвы. Фауна леса не была выжжена энергетическим воздействием в момент «излучения», идущего из литосферы, поток энергии, пронизывал находящиеся в зимнем анабиозе растения поверхностного слоя почвы, не нарушая их жизненных центров. На поверхности мха в аномальной зоне были обнаружены еловые шишки, обожженные снизу, с внутренней, прилегающей ко мху стороны, что подтверждает литосферный механизм формирования плазменного образования (электромагнитной системы). Такая электромагнитная разгрузка литосферы ответственна за возникновение пожаров в геоактивных зонах Земли [3]. Можно предполагать, что часть пожаров, возникших в Европейской части России летом 2010 года, обусловлены литосферными электромагнитными системами и эманациями метана из болот, а также протонированием литосферы в данном регионе. Электромагнитные системы являются следствием тектонической активности литосферы и во многих случаях служат предвестником землетрясений. Поэтому геоактивным районом считается место расположения Чернобыльской АЭС, где 26 апреля 1986 года произошло локальное землетрясение и выход электромагнитной системы по техногенному волноводу, в результате тысячи гектар земли были выведены из промышленного и хозяйственного оборота.

В землеустройстве при обосновании строительства жилых и производственных сооружений, необходимо учитывать риски, связанные с проявлениями быстротекущих непериодических явлений в окружающей среде.

#### Литература

1. Вакарь Ю.В. Проблема поисков антропогенных месторождений / Сб. докл. XI научного семинара: «Минералогия техногенеза». Миасс: ИМин УрО РАН, 2010. – С. 243 – 249.
2. Вершкова Е.М. Геоэкология геоактивных зон при антропогенных воздействиях / Проблемы геологии и основании недр.: Труды 8-го Межд. научн. симпозиума им. академика М.А. Усова. – Томск, ТПУ, 2003. – С. 600–602.
3. Сальников В.Н. Литосферный механизм возникновения лесных пожаров // Матер. Межрег. конф.: Лесные пожары, возникновение и экологические последствия. – Томск, 1995. – С. 112–113.
4. Сальников В.Н. Электромагнитные системы литосферы и техногенеза. Томский политехнический институт. – Томск, 1990. – 384 С. – Деп. ВИНТИ 18.3.91, № 1156-В91.
5. Сальников В.Н., Арефьев К.Н., Заверткин С.Д. и др. Самоорганизация физико-химических процессов в диэлектрических природно-техногенных средах. Томск: STT, 2006. – 524 с.

### ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

**О.А. Герасимова**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

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

Сегодня невозможно представить жизнь без компьютерной техники и современных технологий. Широкий доступ к использованию глобальной системы позиционирования, успехи применения ГИС привели к появлению новой популярной концепции - точному земледелию.

Традиционная концепция земледелия предполагает применение агротехнических приемов единообразно на всем сельскохозяйственном поле. Каждое поле рассматривают как однородное, поэтому внутри него возможно появление избыточно или недостаточно удобренных областей (это связано с пестротой почвенного покрова и разной потребностью растений в элементах питания). При внесении постоянной дозы удобрений добиться оптимального питания всех растений невозможно.

Аналогичная ситуация характерна для использования агротехники без учета реальной изменчивости плодородия, влажности почвы и т.д. Еще большую изобретательность нужно проявлять в борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений.

Принципиальное отличие концепции точного земледелия от традиционной состоит в том, что каждое сельскохозяйственное поле рассматривается как неоднородное. Его разделяют на относительно однородные участки, и на каждый вносят различную дозу удобрения (гербицида, пестицида). При этом учитывают пестроту почвенного плодородия и биомассу растений. Количество вносимого удобрения зависит от биологической потребности культуры. Средства защиты растений вносят с учетом реальной засоренности поля. Хозяйственник

экономит там, где достаточно питательных элементов в почве, малая засоренность и повышает дозу там, где это необходимо. Урожай и доходы - возрастают.

Точное земледелие можно определить как целостную систему, которая предназначена для оптимизации сельскохозяйственного производства за счет применения информации по культурам, передовым технологиям и методам. Комплексный подход начинается с планирования работ. Он включает: обработку почвы, посев, применение химикатов, уборку и послеуборочную обработку почвы. При этом решают 5 основных задач: а) Рост эффективности производства; б) Рост качества продукции; в) Эффективное расходование химикатов; г) Экономия энергоресурсов; д) Защита почв и грунтовых вод.

Дифференцированное внесение удобрений производят с помощью комплекса оборудования и технологий. Учитывают показания приборов параллельного вождения на основе спутниковой системы глобального позиционирования. Это обеспечивает высокую точность выполнения агроприемов.

Точное земледелие можно разбить на три основных этапа:

I этап - Сбор информации о хозяйстве, поле, культуре, регионе. Этот этап достаточно развит в плане технического и программного обеспечения. За рубежом успешно используют автоматические почвенные прибороотборники, оснащенные GPS-приемниками и бортовыми компьютерами; ГИС для составления электронных карт полей; карты урожайности культур, получаемые сразу после уборки; дистанционные методы зондирования, такие как аэрофотосъемка и спутниковые снимки;

II этап - Анализ информации и принятие решений. На сегодняшний день этот этап наименее развит, но на рынке существует ряд программных продуктов, предназначенных для анализа собранной информации и принятия производственных решений. В основном, это программы расчёта доз удобрений с элементами геоинформационных систем (ГИС);

III этап - Выполнение решений - проведение агротехнологических операций.

Основой точного земледелия являются три основных элемента: информация, технология и менеджмент.

Информация, вероятно, является наиболее ценным ресурсом на всех этапах производства. Она включает в себя характеристики культур, свойства почвы, требования по внесению удобрений, популяции сорняков, данные по урожайности и т.д.

Современные технологии также являются важным элементом точного земледелия. Необходимо не только вникать, но и успевать за изменениями в развитии технологий, которые могут принести пользу производству.

Менеджмент, третий элемент точного земледелия, объединяет полученную информацию и имеющиеся технологии в целостную систему. Он позволяет грамотно интерпретировать информацию, точно использовать технологии и принимать верные решения.

Для реализации технологии точного земледелия необходимы:

15. высокотехнологичная техника, управляемая бортовой ЭВМ и способная дифференцированно проводить агротехнические операции;
16. приборы точного позиционирования на местности (GPS-приёмники);
17. технические системы, выявляющие неоднородность поля (автоматические пробоотборники, различные сенсоры и измерительные комплексы);
18. уборочные машины с автоматическим учётом урожая;
19. приборы дистанционного зондирования сельскохозяйственных посевов;
20. портативные и мобильные фотометры различных типов (портативный фотометр GreenSeeker, оптический датчик GreenSeeker, портативный N-тестер) (рис.).

## Основные элементы системы точного земледелия



Рис. Основные элементы системы точного земледелия (по Р.И. Афанасьеву)

В настоящее время создаются: адаптированная к конкретным условиям система поддержки принятия решений (СППР), которая использует приборы спутниковой навигации GPS, ГЛОНАСС, ГИС–средства, данные дистанционного зондирования Земли; бортовые компьютеры; робототехнические устройства сельхоззначения; программное обеспечение.

Система фиксирует на каждом поле температуру почвы, приземного слоя и воздуха, скорость ветра, количество осадков и т. п. Специализированное программное обеспечение заполняет технологическую карту поля с момента сева до жатвы, выдавая экономические расчеты и справочную информацию. Весь комплекс данных позволяет принимать адекватные решения и оперативно корректировать ситуацию на полях.

Эффект может проявляться:

5. в снижении доз удобрений ( - ) без влияния на урожайность ( 0 );
6. в росте урожайности ( + ) без изменения доз удобрений ( 0 );
7. в повышении урожайности ( + ) при повышении доз удобрений ( + ).

Технико-экономическими преимуществами точного земледелия являются:

5. сокращение расхода семян и удобрений;
6. оптимизация использования сельхозтехники;
7. сокращение расхода ГСМ до 20 %;
8. рациональный подход к управлению персоналом, распределению труда;
9. повышение контроля над выполнением технологий.

Все это, в конечном итоге, ведет к росту производительности труда, снижению себестоимости продукции и повышению эффективности хозяйствования. Но развитие точного земледелия на этом не останавливается. Результаты его внедрения зависят от постановки на серийное производство машин для дифференцированного удобрения почвы (с оптическими (или иными) приборами агрохимического анализа).

Мировая практика свидетельствует о том, что затраты на «запуск» точного земледелия окупаются после двух-четырех лет. Будущее - за его широким использованием, и, чем раньше это произойдет, тем лучше - для страны и региона.

## ПРОБЛЕМА УЧЕТА БИМИНЕРАЛИЗАЦИИ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ В ЗЕМЕЛЬНО-ПРАВОВЫХ ОТНОШЕНИЯХ

М.С. Горохова

Научный руководитель доцент А.К. Полиенко

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

К объектам биоминералогии относятся образования, состоящие из минеральных и органических веществ, возникающие в биосфере и созданные в живом организме при его участии или в результате замещения отмершего органического вещества минеральным. Формирование таких образований происходит в процессе метаболизма (обмен веществ) в организмах, при процессах свободного отложения веществ из водных систем, а также при син- и диагенетических преобразованиях отмершего органического вещества [4].

Биоминералогия изучает органо-минеральные продукты биогенного происхождения (кости, зубы, выделение минералов в мочевом, желчном пузырях, в почках). Источники поступления вещества для биоминеральных образований – почва, вода, пища и непосредственный процесс поедания минералов человеком и животными (Рис. 1,2,3,4). Поэтому научный и практический интерес представляют исследования по выяснению зависимости интенсивности биоминеральных образований от содержаний определенных элементов в почве, воде, растительной и животной пище на отдельных ландшафтных территориях и городских агломерациях. Такие задачи ранее ставились и частично были решены Полиенко А.К., Волковым В.Т., Головановой О.А. [2,3,4].



*Рис. 1. Камни из желчного пузыря со следами растворения граней [5]*



*Рис. 2. Конкреция (сферолит) желчного камня. В центре затравка и расходящиеся от нее радиально-лучистые кристаллы холестерина*



*Рис. 3. Друзовидная поверхность мочевого камня. Кристаллы узеллита, электронный снимок. Увелич.100*

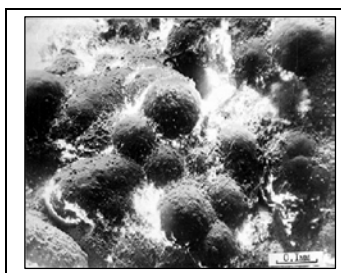
Во-первых, если геохимия широко используется в геоэкологических исследованиях и частично результаты этих исследований находят практическое применение в различных областях техногенеза и антропогенеза, то районирование биоминерализации биообъектов пока остается на уровне экзотической информации. Такое положение региональной биоминералогии, по нашему мнению, обусловлено сложными

взаимодействиями различных подсистем процессов биоминералообразования в общей самоорганизации системы кругооборота «царства» минералов в природе.

Во-вторых, отсутствует парадигма, обуславливающая общие физико-химические процессы в моделях взаимоотношений живой и косной материи. Все это ведет к недоучету реальной ценности земли, предназначенной для сельхозугодий, строительства жилища и производственных помещений. Такие сведения не входят в земельные кадастры.

Поэтому специальными задачами геологии являются вопросы изучения механизмов взаимодействия косной материи с растительным и животным миром. Неживое (биоминералы), возникающее из живого, является его частью, и они тесно взаимосвязаны. Человек при жизни зарастает косной материей (минералами), как одно из гидротермально-метасоматических систем природы. Органическое вещество почек и других органов замещается минеральным веществом как в петрофицированной древесине. Морфология почечных камней напоминает строение агатов или фракталов (Рис.3,4).

Вблизи основания кембрия происходит величайший рубеж в развитии животного мира, планеты – появляются животные, способные строить раковины, панцири и другие скелетные образования. Можно считать, что первая раковина появилась на земле менее 600 млн. лет назад и первый скелет позвоночного – менее 500 млн. лет. Живое вещество псевдоморфно вошло в скелетные кристаллы минералов, то есть косную материю, используя скелетный кристалл, как защитную мембрану, которая позволяла индивидууму с меньшими энергетическими потерями существовать в окружающей среде. Н.В. Белов (1962) считает, что пятерная ось является у мелких организмов своеобразным инструментом борьбы за существование, «страховкой против окаменения», против кристаллизации, первым шагом которой была бы их «поимка» кристаллической решеткой кварца, кальцита и их модификации.



*Рис.4. Сферолитовая поверхность мочевого камня. Электронный снимок. Увелич.100*



*Рис. 5. «Мужской агат» (по А.А. Боковикову). Внизу – Калиновая яшма (Урал), вверху – агат из Рэмвэем (Чукотка). Побережье Ледовитого океана. Коллекция О.А. Смоленцева*



*Рис.6. «Агат женский» (по А.А. Боковикову). Коллекция А.А. Боковикова*

Использование простейшими одноклеточными (радиоляриями) животными скелетных кристаллов кварца на макроуровне и тетраэдра на микроуровне (какместилище своих жизненных функций и органов жизнедеятельности) можно рассматривать как псевдоморфизм живой материи и косной, если учитывать работы С.В. Точилиной (1989 – 1997). Живой природе не нужно было изобретать механизм питания для строительства внутреннего скелета, он был взят в готовом виде как процесс метасоматического замещения в геологических телах и гидротермального роста минералов. По-видимому, она (мембранная форма метасоматоза) является первичным источником жизни на Земле [1].

Сферолиты мочевых камней могут формироваться при непосредственном участии нанобактерий, вырабатывающих на своей поверхности карбонат-апатитовую оболочку. В процессе размножения они, слипаясь с соседними нанобактериями, формируют уrolит (В.Т. Волков и др., 2004). На стадии диагенеза фосфатных камней при активном участии бактерий идёт перераспределение органических и неорганических веществ с образованием кристаллов. Этот процесс можно сравнить со стадией диагенеза осадка в водоёмах, где также, кроме обломочных частиц, находятся биологически и химически осажденные компоненты, и, кроме того, растворы гидроокислов кремния, железа, марганца, живые бактерии и органическое вещество. Но на этой стадии формирования биоминералов без понятия метасоматоза трудно обойтись.

До сих пор актуальными являются вопросы взаимодействия косной материи с растительным и животным миром. А.А. Боковиков (2000) на огромном фактическом материале, собранном на геологических объектах Кузбасса, доказывает, что агаты (полосчатая разновидность халцедона) не мертвые камни, а живые организмы со многими признаками, свойственными белковой форме жизни. Он считает, что на планете Земля одновременно с белковой формой живёт и процветает кремниевая форма жизни, которую он предложил назвать «Крей» (Рис. 5,6).

Элемент роста новообразований в косной и живой материи могут иметь общий, объединяющий их процесс мембранного метасоматоза - процесс привноса и выноса вещества без разрушения косной и живой материи [5]. Это и есть новая парадигма биоминералообразования в живом и растительном мире.



## Литература

1. Ведерникова А.С., Сальников В.Н. Электромагнитная эмиссия кристаллического и аморфного вещества в создании энергоинформационной матрицы растительной и живой материи / Матер. 6-го Межд. Симп.: Проблемы энергоинформатики. Москва, 2004. – С.179–183.
2. Волков В.Т., Волкова Н.Н., Смирнов Г.В. и др. Биоминерализация в организме человека и животных. Томск: ИД «Тандем-Арт», 2004.– 498 с.
3. Голованова О.А. Патогенные минералы в организме человека. Омск, 2007.– 395 с.
4. Полиенко А.К., Шубин Г.В., Ермолаев В.А. Онтогенез уролитов. Томск: Изд-во РИО «Пресс-Интеграл» ЦПК ЖК, 1997.–128 с.
5. Сальников В.Н., Потилицына Е.С. Геология и самоорганизация жизни на Земле. Томск: STT, 2008.– 480 с.

## ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Н.В. Грязнова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

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

Главную опасность для окружающей среды сегодня несут промышленные выбросы в атмосферу, пестициды и гербициды, применяемые в сельском хозяйстве; производственные и коммунально-бытовые отходы; ионизирующая радиация, тепловое, шумовое и электромагнитное загрязнение. В частности, в России, по данным Минприроды, ежегодный объем выбросов в атмосферу составляет более 18 млн. т. В результате - около 40-50 % земель подвержено высокому загрязнению. Это сказывается на плодородии почв и степени токсичности сельскохозяйственной продукции. Несмотря на необходимые меры, высокого результата в этом достичь не удается, и большинство территорий России остаются экологически нестабильными.

Рационально использовать загрязненные земли, вносить вклад в снижение негативных последствий загрязнения помогают землеустроительные мероприятия. Их суть состоит в том, чтобы предельно изучить конкретную экологически нестабильную территорию и выявить места, пригодные и непригодные для размещения на них каких-либо объектов. В нашем случае, объекты, касающиеся рекреации и туризма. Такие землеустроительные работы были проведены в Новосибирской области.

Новосибирская область относится к регионам, подверженным высокому загрязнению. Самым крупным техногенным природно-территориальным комплексом на ее территории является Новосибирское водохранилище (Обское море). Его площадь - 1082 кв. км (в два раза больше площади самого города), длина - около 200 км. Водные ресурсы используются для водоснабжения Новосибирска и Бердска; энергетики, судоходства, сельского хозяйства, рыбного хозяйства и рекреации. В окрестностях Бердского залива сосредоточены основные базы отдыха, профилактории, детские оздоровительные лагеря. Каждый год на Обское море приезжают туристы, которых привлекают живописные окрестности, чистый воздух, воды. Летом население Ордынского района увеличивается примерно на 15 тысяч человек. Рекреационный потенциал всего водохранилища, по оценке института Мосгипрогор, составляет 200 тысяч отдыхающих.

В экологическом плане эту территорию вряд ли можно считать благополучной. В летний период многокилометровая береговая линия размывается. Деревья падают в воду и гниют. Площадь леса сокращается. Водный транспорт сбрасывает в воду нефтепродукты, что тоже вносит значимую долю в загрязнение водохранилища. Экологическое состояние водохранилища ухудшается.

Встает **проблема** сокращения территорий, пригодных для отдыха при увеличении числа туристов. Для ее решения перед землеустроителями были поставлены **задачи** - предельно изучить всю береговую линию водохранилища и выявить новые места для строительства туристических баз. Водохранилище было изучено из космоса (скорость наступления моря на берег подтвердила ухудшение экологической ситуации). Был создан геоинформационный проект, отражающий разрушение береговой линии под воздействием ветроволновых процессов. На территории прибрежной части водохранилища выделили 110 основных экспериментальных блоков, размером 3 км на 3 км и 12 дополнительных блоков произвольной формы площадью до 40 кв. км. (рис.1.)



Рис 1. Разбивка на экспериментальные блоки

Для описания каждого экспериментального блока было разработано 14 основных критериев, влияющих на потенциал территории в плане развития рекреации и туризма: удаленность от областного центра, удаленность от близлежащего населенного пункта, дорожная сеть, использование территории в сельском хозяйстве, близость промышленных предприятий, рельеф территории, агроклиматические характеристики, близость памятников истории и природы, расположение на территории баз отдыха и санаториев, показатели ПДК вредных веществ в воде, наличие растительности на территории, наличие болот (заболоченности), береговая линия (наличие обрывов), эпидемиологические показатели (биологические инфекции). После проведения экспертного геоинформационного анализа информации по каждому экспериментальному блоку, определили величину оценки возможности потенциального использования территории для развития рекреации и туризма (рис. 2).

Выяснили, что наиболее привлекательными являются уже ставшие традиционными территории отдыха вблизи населенных пунктов. По левому берегу это направления - Боровое - Береговое, Красный Яр - Новшарап - Чернаково, район Аллеусской дачи, Спирино; по правому берегу - Чингисы, Усть-Хмелевка - Нижнекаменка.

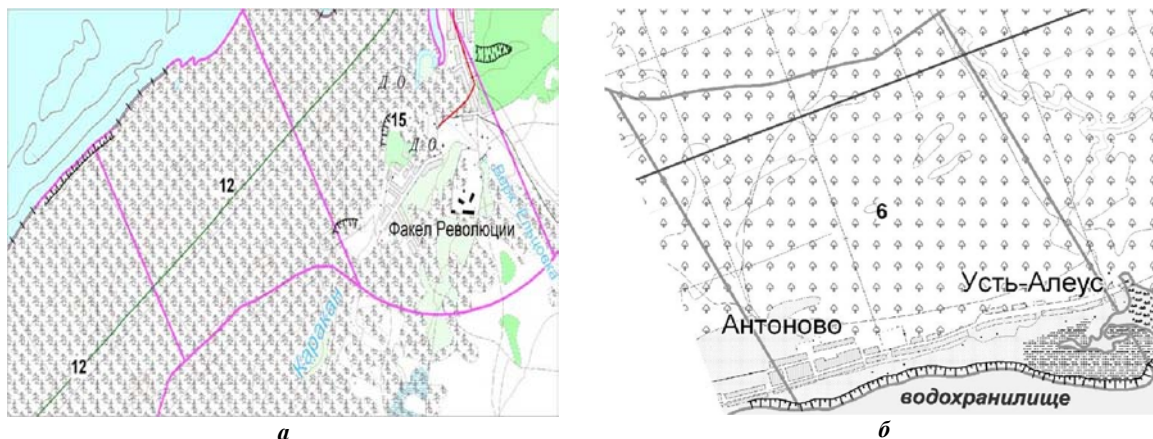


Рис. 2. а. Потенциально привлекательные участки; б Участки, не удовлетворяющие задаче развития зон отдыха

Основным направлением развития зоны отдыха должно быть выбрано улучшение существующей инфраструктуры санаториев, баз отдыха и летних оздоровительных лагерей. Экономическое развитие территории и масштабные инвестиции в неосвоенные территории, могут повлечь увеличение налоговых поступлений в бюджет, что в свою очередь также может оказать позитивное влияние на улучшение существующей инфраструктуры и строительства социально-значимых объектов и проведения мероприятий по охране окружающей среды, развитию природных комплексов и рекреационных зон.

Оценивая местность для строительства такого рода объектов, нужно учитывать и природные условия, и природные ресурсы, в частности, минеральные воды, грязи, лечебные климатические местности, леса), а также свойства природной среды, которые способствуют рекреационной деятельности, но не служат материальной основой (пейзажное разнообразие ландшафтов, количество солнечных дней в году, продолжительность залегания снега в горах и т.д.)

Природные условия Новосибирска и Томска схожи. Поэтому можно применить те же самые критерии и для землеустроительных работ на территории Томской области. И целью следующей работы будет анализ ландшафтно-экологического состояния правого и левого берегов Томи. Но так как Томь простирается на очень большое расстояние, лучше выбрать конкретную территорию – в промежутке от села Коларово до города Северска. Блоки, на которые будет разбита береговая линия, будут неоднородны. Более сильную техногенную нагрузку будут испытывать территории, расположенные ближе к Северску.

## ЛАГЕРНЫЙ САД Г. ТОМСКА – УНИКАЛЬНЫЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ

В.В. Дрогин

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

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

Особо охраняемые природные территории и памятники природы в зависимости от уникальности, экологической, научной и иной ценности могут быть отнесены к особо охраняемым территориям *всемирного, федерального, регионального или местного* значения.

Согласно Разделу V. Памятники природы. Статье 19. Общие положения. Федерального закона Российской Федерации о внесении изменений и дополнений в Федеральный закон “Об особо охраняемых природных территориях”:

1. Памятники природы - уникальные, невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях природные комплексы, а также объекты естественного происхождения.

2. К памятникам природы национального значения относятся объекты и комплексы естественного происхождения с уникальным сочетанием природных особенностей и свойств [6].

На территории Томской области находится множество геологических памятников природы, в числе которых: Лагерный сад, Синий утёс, Таловские известковые чаши, геологическое обнажение в устье реки Басандайки – Аникинские скалы и др.

Данная работа направлена на изучение Лагерного сада. Геологический памятник расположен в черте города [1]. Согласно Паспорту памятника природы областного значения «Классические геологические обнажения под Лагерным садом на правом берегу р. Томи» профиль данного геологического объекта следующий:

«Геологический, стратиграфический, рудно-петрографический, палеотектонический, геоморфологический. Геологическое обнажение, имеющее большое научное, познавательное и культурно-просветительское значение. Представляет особую важность для сохранения уникальных особенностей геологической среды Томской области» [5].

Ему присвоен статус памятника природы областного значения (Решение Томского Облисполкома № 344 от 28.09.1962 г. и № 72 от 03.03.1986 г.). Он внесен в международный каталог как опорный геологический разрез и как уникальный, не имеющий аналогов во всем мире.

Уникальность этого памятника как геологического объекта определяется нижеследующим: в одном обнажении (утёс Боец), видно принципиальное строение таких глобальных геотектонических структур как платформа с ее классически выраженными структурными этажами – фундаментом и чехлом; в обнажениях видна развитая по породам фундамента классически выраженная кора глубокого химического выветривания, представленная белыми каолиновыми глинами; наличие палеонтологических остатков фауны и флоры, характеризующих развитие органического мира данной территории с раннего карбона до наших дней; дайки долеритов, которые являются единственным проявлением магматической деятельности в Томском регионе; кварцевые жилы, которые часто оказываются золотоносными; суффозионные цирки и оползни, как результат экзогенных процессов в четвертичное время, действие которых привело к оригинальному ступенчатому строению коренного склона долины р. Томи; русло р. Томи под Томском представляет собой месторождение строительной гравийно-галечной смеси; Лагерный сад – это основное место для геологических практик.

Профессор М.Э. Янишевский впервые в Лагерном саду обнаружил и описал «брахиоподовый» и «мшанковый» горизонты по преобладанию соответствующей фауны, по которым был датирован возраст серых аргиллитов как раннекаменноугольный [7]. Им же была описана палеогеновая флора в рыжих песчаниках, залегающая выше по разрезу [8]. Также в Лагерном саду обнажаются лессовидные суглинки четвертичного возраста, в которых в начале 20 века были обнаружены остатки мамонта со следами разделки его древним человеком времен палеолита [2].

Фаунистические горизонты раннекаменноугольного возраста представлены большим количеством родов и видов, среди которых встречаются и голотипы: мшанки - *Polypora sibirica* Jan; брахиоподы - *Schuhertella tomskiensis* Jan, *Spirifer sibiricus* Jan, *Spiriferina octoplicata* n.var concentrica Jan; двусторонки - *Parallelodon sibiricus* Jan, *Aviculopecten tenuiconcentricus* Jan.

Палеогеновые отложения содержат ископаемые растения: *Taxodium distichum miocenium* Heer, *Myrica dryandroides* Ung., *Populus balsamoides* Goepfert., *Juglans acuminata* A. Br., *Corylys cf. insignis* Heer, *Liquidambar europaeum* A. Br. и др.

В четвертичных отложениях были найдены остатки *Mammuthus primigenius* Blumenbach.

Таким образом, в обнажениях Лагерного сада отражены результаты всех процессов, происходивших в прошлые геологические эпохи в Томском регионе.

Согласно режиму особой охраны памятника природы, составленному в паспорте «Классических геологических обнажений под Лагерным садом на правом берегу р. Томи» на территории памятника природы запрещается: отвод земель под любые виды пользования; строительство; изыскательные работы и разработка любых полезных ископаемых; прокладка через территорию любых новых коммуникаций (дорог, трубопроводов, ЛЭП и т.д.); все виды рубок лесных насаждений, за исключением санитарных; любые действия, приводящие к изменению гидрологического режима территории; загрязнение и захламление территории, складирование и захоронение отходов; разбивка туристических стоянок, разведение костров; выпас скота; проезд и стоянка авто- и мототранспорта.

Несоблюдение пунктов данного режима - возведение концертных площадок, использование территории памятника в качестве места захоронения строительного мусора, а также ряд других естественных опасностей, в число которых входят: постоянные колебания земли, в связи с интенсивным движением по находящейся рядом улице Нахимова; река Томь подмывает правый берег, на котором и находится Лагерный сад; выход подземных вод; оползневая деятельность, - приводит к уничтожению уникального геологического комплекса.

Среди большого многообразия природных процессов применительно к Лагерному саду первостепенное значение имеют гравитационные процессы на склонах, которые проявляются в виде оползневых явлений, и процессы, обусловленные деятельностью подземных вод (подтопление территории и суффозия). Для оценки состояния оползневого склона в Лагерном саду были выполнены комплексные исследования, позволившие выявить закономерности развития оползневых процессов и провести зонирование территории по степени опасности и уровню риска. При этом выделены следующие зоны: очень опасная зона, в пределах которой развитие оползневых процессов приводит к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций; опасная зона, где потенциально возможно развитие оползневых процессов; условно опасная зона, где возможны осадки грунтовых толщ, превышающие

предельно допустимые значения; безопасная зона, в пределах которой опасные процессы не приводят к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем [4].

Уникальные обнажения под Лагерным садом были внесены в очень опасную зону. В связи с этим были проведены мероприятия инженерной защиты. Анализ результатов режимных наблюдений свидетельствует о том, что существующие дренажные сооружения в настоящее время со своей задачей справляются не полностью.

Для сохранения обнажений геологического памятника природы Лагерный сад и утверждения его статуса как особо ценного объекта федерального значения необходимо в кратчайшие сроки осуществить следующие мероприятия: вести работы по обустройству правого берега р. Томи с учётом особенностей геологического строения памятника; обозначить на местности территорию памятника специальными указателями; составить детальную геологическую карту территории памятника и образное популярное его описание, сопроводив его схемами, рисунками, фотографиями; на базе этого описания продумать и составить схему демонстрации объекта во время экскурсий, выбрать и оборудовать наиболее эффективные точки обзора объекта; очистить территорию памятника от строительного мусора.

В последнее время были предприняты попытки осуществить меры по сохранению геологического памятника, а именно в 2010 г. усилиями членов Детско-юношеского парламента г. Томска и учащихся Школы юного геолога при ТПУ была убрана часть бытового мусора и подготовлена смотровая площадка над одним из обнажений, позже здесь же были установлены щиты, несущие информацию об уникальности Лагерного сада, как геологического и археологического объектов.

Лагерный сад необходимо перевести из памятников областного значения в кадастр памятников федерального значения, так как это не только место для прогулок с прекрасным пейзажем, но и место, имеющее важнейшее историко-геологическое значение, как для Сибирского региона, так и для России в целом. В настоящее время вопрос о защите и сохранении Лагерного сада приобрел наибольшую актуальность и рассматривается в органах власти Томской области. На заседании комитета по молодежной политике данная проблема не была решена депутатами в пользу сохранения Лагерного сада, и было предложено передать вопрос на рассмотрение премьер-министру В.В. Путину.

Таким образом, проблема охраны уникального геологического объекта Лагерный сад приобретает всё большую значимость не только у специалистов, но и выходит на политический уровень.

#### Литература

1. Гудымович С.С. – Учебная геологическая практика в окрестностях г. Томска, часть 1, Томск, Изд. ТПУ, 2007, 108 с.
2. Кащенко Н.Ф. – Скелет мамонта со следами употребления в пищу некоторых частей этого животного современным ему человеком. Зап. А. Н., VIII сер. том 9, №91, 1901.
3. Никитин П.А. – Аквитанская семенная флора Лагерного Сада, Томск, Изд. ТГУ, 1965, 120 с.
4. 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.
5. Паспорт памятника природы областного значения «Классические геологические обнажения под Лагерным садом на правом берегу р. Томи».
6. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
7. Янишевский М.Э. Глинистые сланцы, выступающие около г. Томска, Томск, 1915.
8. Янишевский М.Э. О миоценовой флоре окрестностей г. Томска, Петроград, 1915.

### ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

М.Г. Ельмова

Научный руководитель доцент Н.М. Мирецкая

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

Представленная работа посвящена теме "Охрана и рациональное использование земельных ресурсов". Проблема данного исследования носит актуальный характер в современных условиях. Данная тема рассматривает сущность разных типов и видов эрозионных и дефляционных процессов, и факторы, способствующие их развитию. Освещаются причины засоления и заболачивания почв. Сосредотачивается внимание на конкретных свойствах почв, влияющих на их подверженность механическому разрушению.

Почва - хранительница плодородия и жизни на Земле. Главная проблема почв - это снижение плодородия. Она затронула не только Россию, это беда всего мира. В некоторых странах специалисты уже посылают сигналы SOS – Save our soils («спасите наши почвы») [1]. Чтобы образовался ее слой толщиной в 1 см необходимо 100 лет. Но он может быть потерян всего за один сезон бездумной эксплуатации земли человеком. По оценкам геологов, до того, как человек начал заниматься сельскохозяйственной деятельностью, реки ежегодно сносили в океан 9 млрд. т почвы. При содействии человека эта цифра увеличилась до 25 млрд. тонн в год. Все большую опасность приобретает явление почвенной эрозии, т.к. плодородных почв становится на планете все меньше и жизненно важно сохранить хотя бы то, что имеется на данный момент, не допустить исчезновения этого единственного слоя земной литосферы, на котором могут расти растения [2].

В естественных условиях существует несколько причин для эрозии почв (выветривание и вымывание верхнего плодородного слоя), которые еще более усугубляются человеком. Миллионы гектаров почвы теряются из-за:

1. индустриализации, строительства зданий и дорог;
2. химического и промышленного загрязнения;
3. вырубки лесов, которые защищают почву от выветривания и вымывания;
4. сооружения плотин ГЭС, перед которыми происходит заболачивание, а после которых, вниз по течению - пересыхание почвы;
5. добычи из недр земли тонн пород, в составе которых содержатся химические элементы, в том числе и радиоактивные вещества.

Проводя изучения космических снимков, можно увидеть в каких районах и как проявляется эрозия. На начальных стадиях можно наблюдать увеличение подпочвенной глинистой или щебнистой массы; на средней стадии возрастает количество ложбин, небольших оврагов; на сильной - глинисто-щебнистые подпочвенные породы слагают обширные пространства, резко увеличивается количество ложбин и оврагов. Сильная эрозия наблюдается там, где вырублены леса.

Томская область располагается в юго-восточной части центральной зоны обширной Западно-Сибирской равнины - в бассейне среднего течения Оби. По общей площади земель Томская область занимает в Западной Сибири второе место после Тюменской (включая автономные округа). Однако значительная часть земель, свыше 50%, занята лесами, обычно в разной степени заболоченными, а также болотами, в том числе торфяниками (около 31 %) [3].

Потребность в рациональном использовании освоенных земель в Томской области особенно обострена вследствие высокой заболоченности ее территории. В составе пашни используется всего 668 тыс. га, или несколько более 2 % территории области. Между тем, за последние два десятилетия в Томской области, как и в других регионах России, наметилась негативная тенденция использования земель сельскохозяйственного фонда для несельскохозяйственных нужд – для этих целей уже изъято почти 300 тыс.га. Значительно активизировались процессы эрозионного разрушения земель сельхозугодий, особенно пахотных, и техногенного их загрязнения, прежде всего, земель, находящихся в зоне влияния таких крупных промышленных предприятий, как Сибирский химический и Томский нефтехимический комбинаты, а также в районах нефтегазодобычи. В настоящее время в Томской области площадь техногенно нарушенных земель, требующих соответствующей рекультивации, уже превышает 2.5 тыс.га [4].

Исследования, проведенные Томским филиалом Института «Запсибгипрозем», показали, что за 10 лет общее содержание гумуса в пахотном слое почв пашни Томской области значительно уменьшилось (на 4-12 %), а ежегодные потери гумуса составляют от 0,15 до 1,5 т/га в зависимости от классификационной принадлежности почв. Такие данные свидетельствуют о явном снижении потенциального плодородия почв пахотных земель Томской области, что в немалой мере обусловлено проявлением водно-эрозионных процессов, особенно при возделывании пропашных культур на склонах. Водно-эрозионным процессам в той или иной степени подвержено 150 тыс.га пахотных земель и примерно 200 тыс. га пахотных земель эрозионно опасны.

Наиболее развиты водно-эрозионные процессы на пахотных землях Томского, Асиновского, Зырянского, Молчановского и Чаинского административных районов Томской области, что связано с низкой противозерозионной устойчивостью почвы при их ежегодной вспашке, с приуроченностью пахотных земель к склоновым поверхностям. В Томском районе, например, не менее 40–45 % площади пашни подвержено плоскостному смыву, из них около 25 % площади эродировано в средней и даже в сильной степени, когда пахотный слой смывает или наполовину, или полностью. Смыв пахотного слоя почв наиболее интенсивно проявляется при снеготаянии на склонах южной экспозиции. Экономический ущерб, наносимый пахотным землям эрозией, достаточно велик.

Распространена в Томской области и овражная эрозия. Например, в пределах Кожевниковского района площадь земель, подверженных овражной эрозии, превышает 500 км<sup>2</sup>.

В южных районах Томской области проявляется и дефляция почв, особенно расположенных на ветродурных склонах, несмотря на наличие здесь многочисленных лесных колков. Однако дефляционные процессы не приводят к переносу массы пахотного слоя далеко за пределы полей, а происходит переотложение выносимых ветром частиц на подветренных частях склонов или перед лесными массивами и колками.

Существует множество уровней и видов охраны почв, такие как: защита почв от прямого уничтожения и полной гибели; защита освоенных и используемых почв от качественной деградации; предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв; восстановление деградированных освоенных почв; сохранение и восстановление естественных почв, которые включают в себе множество аспектов таких как ограничение и запрещение открытых и нерациональных разработок полезных ископаемых; ограничение отведения новых земель под строительство различных объектов; своевременное проведение рекультивации в полном объеме и др.

В настоящее время подготовка и правовое утверждение Красной книги почв различных уровней (федерального, регионального и др.) имеют принципиальное значение для реализации особой охраны почв и биосферы. Данный документ не только создаст юридическую основу для практических работ по сохранению почвенного разнообразия, но и приведет в целостную систему сам процесс борьбы за сохранение почвенного царства природы. Без такого правового документа, попытки сберечь естественно-исторические почвенные тела не дадут нужного эффекта и окажутся тщетными.

Все большее внимание уделяется проблемам охраны почв в университетах и сельскохозяйственных высших учебных заведениях, в этом направлении издаются специальные учебники и учебные пособия. Несомненно, это является свидетельством понимания опасности дальнейшего расширения деградации почв и необходимости подготовки специалистов по борьбе с этим губительным для человека и биосферы процессом [5].

#### Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв – Москва, 2006. – 360 с.
2. Земельный Кодекс РФ.
3. Непряхин Е.М. Почвы Томской области: Издательство Томского университета, 1977. – 438 с.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь – справочник. Москва «Мысль», 1990. – 334 с.
5. Хмелев В.А., Каличкин В.К., Азаренко В.Г., Шипилин Н.Н. Агроэкологические основы землепользования в Томской области – Новосибирск: Издательство Томского университета, 1977. – 438 с. Издательство СО РАН, 2001. 254 с.

### **ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОБЪ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ В СВЯЗИ С ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**А.Е. Кравчук**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

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

Как показывает мировой опыт, от состояния земельно-имущественных отношений во многом зависит уровень и стабильность социально-экономического развития стран независимо от их общественно-политического устройства. Главным своеобразием земельно-имущественных отношений, в пределах которых имеет место месторождение полезных ископаемых, использование поверхностных и подземных вод, является необходимость в детальной правовой регламентации и постоянном государственном регулировании. Органы власти разных уровней не воздействуют прямо на работу рынка земли и иной недвижимости, который, как правило, способствует сосредоточению земельных ресурсов у наиболее эффективных собственников и привлечению инвестиций в отрасли природно-ресурсного сектора экономики.

В понятие «земельные ресурсы», помимо земли, включают покрытые растительностью и водой территории, залежи полезных ископаемых, функционально связанные с землей объекты недвижимости (здания, сооружения, нефтяные и газовые скважины, стационарное горнодобывающее оборудование). Земельные ресурсы (и прежде всего земля) обладают тремя основными свойствами, определяющими их исключительную ценность, главнейшую роль для существования и производственно-хозяйственной деятельности людей. Свойство жизнеобеспечения – быть частью экологической среды, местом жизни, размещения жилища, коммунального, культурно-бытового обслуживания и отдыха людей. Свойство фактора производства – быть необходимым условием производственно-хозяйственной деятельности в сельском хозяйстве, добывающей и обрабатывающей промышленности, строительстве, транспорте. Наконец, свойство гражданского оборота – как взаимодействия субъектов собственности (органов государственной, региональной и муниципальной власти, юридических и физических лиц) по вопросам состояния, использования и изменения принадлежности объектов собственности (земельных участков, других природных объектов и тесно связанной с ними недвижимости) в рамках законодательно установленных норм и правил. Это взаимодействие в правовой, административной, экономической, социальной и информационной областях представляет собой земельно-имущественные отношения.

Нашему рассмотрению земельно-имущественных отношений подлежит одно из крупнейших предприятий города Томска, в сфере деятельности которого находится водное хозяйство, муниципальное предприятие «Томский энергокомплекс». Априорная задача предприятия – обеспечение населения и организаций города Томска качественной питьевой водой в достаточных объемах.

Для осуществления водоснабжения предприятие использует муниципальное имущество (водопроводно-канализационное хозяйство) и природные ресурсы. В структуру предприятия входят два водозабора (подземный и поверхностный). Остановимся более подробно на подземном водозаборе, который включает в себя около 200 скважин и эксплуатирует подземные воды палеогенового водоносного комплекса. Около 85 % добываемой подземной воды используется на хозяйственно-питьевые нужды населения [2, 3].

Исходя из информации о геологическом строении и геологических условиях участков недропользования, в соответствии с нормативными документами "Томскгеомониторинг" разрабатывает проекты водозаборных скважин и производит расчет зон санитарной охраны. Схематично Томский водозабор и зоны санитарной охраны показаны на рисунке.

В связи с вышесказанным, земли, связанные с эксплуатацией подземных вод, должны быть наделены обременениями, то есть арендной стоимостью, которая в свою очередь переносится на тарифы.

Подводя итог, необходимо отметить, что в процессе проведенного нами анализа, установили, что для эффективного регулирования земельных отношений в связи с эксплуатацией подземных вод в качестве первоочередных мер необходимо: [1]

1. Внести в Положение о порядке предоставления в аренду муниципальных земельных комплексов города Томска, утвержденное решением Думы г. Томска от 28.09.2000 № 249, изменения, касающиеся условий предоставления в аренду имущества водопроводно-канализационного хозяйства, и включить в примерную

форму договора аренды имущественного комплекса условия по получению и прекращению прав пользования природными ресурсами. Выйти с законодательной инициативой о внесении в ст. 20 Закона РФ "О недрах", ст. 17 Водного кодекса РФ условий по досрочному прекращению пользования недрами и водными объектами по инициативе органов местного самоуправления, если у пользователя недр и водных объектов было изъято в установленном порядке муниципальное имущество, необходимое для пользования недрами и водными объектами.

2. Нормативно закрепить понятия и принципы формирования муниципальных имущественных комплексов, относящихся к водопроводно-канализационному хозяйству, как объектов недвижимого имущества и как объектов водохозяйственных систем.

3. Включить информацию о муниципальных имущественных комплексах в систему городского кадастра с учетом информации, содержащейся в государственных кадастрах и реестрах (водном реестре, фондах геологической информации, регистре гидротехнических сооружений) и информационных ресурсах государственного мониторинга состояния недр и водных объектов.

4. Обязать с помощью нормативно-правовых актов предприятия, эксплуатирующие водные объекты или оказывающие негативное воздействие на них, в том числе сбросы загрязняющих веществ, к финансированию и проведению мониторинговых исследований.

5. Создать на информационной базе МУП "Томского энергокомплекса" кадастр инженерных сетей и коммуникаций, который бы входил в единую систему городского кадастра и содержал в себе упорядоченную совокупность сведений о хозяйственно-правовом, экономическом, эксплуатационном и пространственном положении и состоянии подземных, наземных и надземных инженерных сетей и коммуникаций коммунального хозяйства г. Томска.

Суммируя вышесказанное, для того, чтобы добиться развития отрасли и поднятия ее на должный уровень, необходима полная правовая законодательная база, достаточность и достоверность информации.

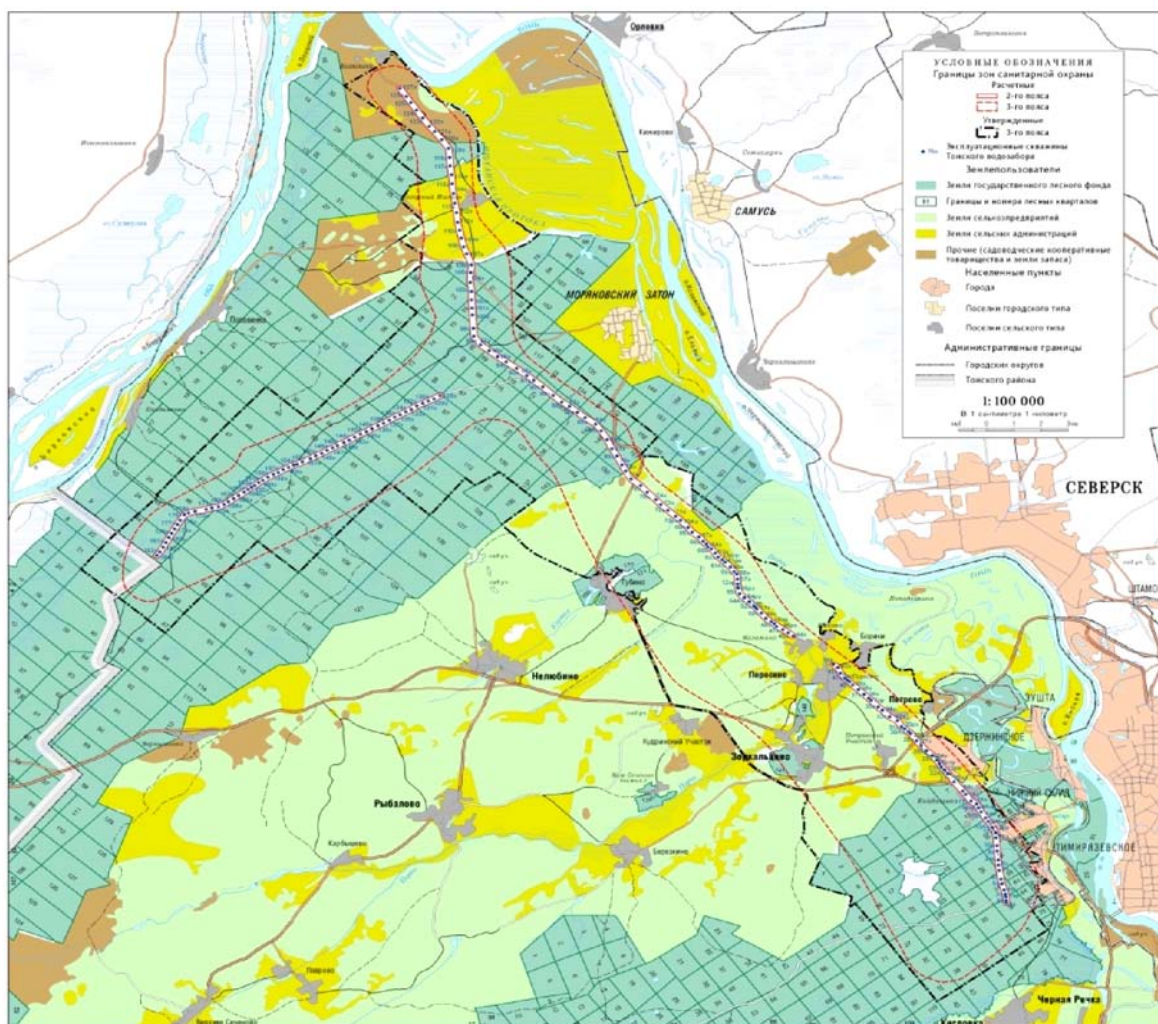


Рис. Схема водозабора и границ третьего пояса зоны санитарной охраны г. Томска

## Литература

1. Кошкин Л.И. Основные принципы, структура и механизмы системы государственного управления земельно-имущественными отношениями. Менеджмент в России и за рубежом № 3, 2007.
2. Попов В.К., Коробкин В.А., Рогов Г.М. и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья. – Томск, 2002. – 142 с.
3. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А. и др. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья. – Томск, 2003. – 174 с.

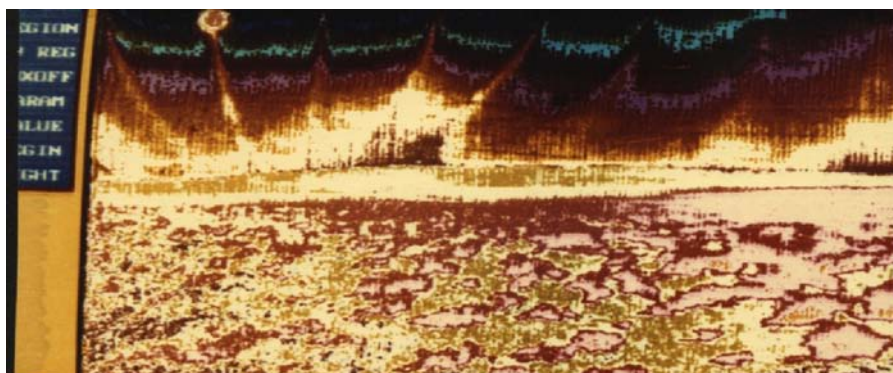
**СИНЕРГЕТИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИСТЕМ ЛИТОСФЕРЫ****К.А. Малова**

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников

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

На протяжении всей своей истории человек преобразовывал, подчинял и покорял природу, затрагивая все ее компоненты. С развитием науки и техники человек стал проникать все глубже в землю и воду, все выше в воздух. Конечно, вмешательство человека в природные процессы не может быть не замечено. Поэтому мы сейчас пожинаем плоды своего бездумного вмешательства в нормальный жизненный процесс: различные стихийные бедствия, катастрофические геологические процессы, изменения геофизических полей и как следствие, магнитные бури и прочее. К числу последствий негативной человеческой деятельности можно так же отнести такое явление как самоорганизация электромагнитных систем (ЭМС) [4]. Под электромагнитными системами понимают все объекты вещественной и полевой структуры в виде плазмоидов различной формы, наблюдающихся в атмосфере, литосфере, космосе, излучающие электромагнитные импульсы в широком диапазоне от гамма-излучения до радиодиапазона, света и тепла. На основании показаний очевидцев, визуальных наблюдений, химических, физических исследований были сделаны выводы, позволяющие доказать, что одной из причин появления ЭМС является человеческая деятельность. Обобщение имеющихся данных позволило выделить 4 группы причин, по которым образуются электромагнитные системы: климатические, геологические, геофизические, техногенные [2].

Климатические причины, такие как повышенная грозовая активность, резкая перемена погоды приводят к образованию ЭМС в атмосфере. Типичным примером является шаровая молния, которая как известно образуется во время или после сильной грозы и является устойчивым образованием. Исследования в этой области показали, что шаровые молнии могут являться следствием электромагнитной загрязненности окружающей среды. Так же очевидцами отмечалось тяготение шаровой молнии к источникам электромагнитного поля телевизионным антеннам, линиям электропередач и т.д. Следует отметить, наличие электромагнитного поля является не единственной причиной появления ЭМС, в частности шаровой молнии. Одной из основных причин появления ЭМС, как мы считаем, является геологическая (рис.). Нами выделены следующие геологические предпосылки появления ЭМС: 1) наличие геологических неоднородностей (разломы, резкие смены литологических разностей и т.д.); 2) повышенная тектоническая активность (землетрясения, опасные геологические процессы и т.д.); 3) выход подземных источников, речные террасы; 4) рудные поля, месторождения.



**Рис. Цветокodированный снимок объекта (электромагнитной системы) над пустыней Кызыл-Кум. Цветокodирование по фотографии В.Н. Сальникова произведено В.К. Журавлёвым**

В общем, геологическая причина появления ЭМС сводится к наличию разрывов, разломов в литосфере, через которые накопленная электромагнитная энергия может выходить на поверхность, образуя электромагнитные системы. Встает вопрос: «Откуда берется электромагнитная энергия в толще горных пород?» В общем виде процесс появления ЭМС литосферы выглядит следующим образом. В результате геологических процессов (тектонические силы земли, физико-химические процессы), либо деятельности человека в цельной структуре литосферы происходят изменения, которые сопровождаются выделением электромагнитной энергии. Эти изменения разделены на две группы [1]:



1. адгезионно-когезионные – хрупкое разрушение твердого тела в результате механического воздействия (расщепление и раскалывание по плоскостям спайности или по контакту двух разнородных материалов); взрыв газовой-жидких включений при нагревании или облучении; пластическая деформация с образованием микротрещин; взрывное воздействие на твердое тело и др.
2. флуктуационные – упругая деформация твердого тела, распад и образование новых соединений, дегидратация, фазовые переходы, полиморфные превращения и др.

Физико-химические процессы, происходящие в глубине земли, и приводят к образованию электромагнитной энергии. Когда выделившаяся энергия накапливается до больших объемов, она начинает искать себе выход и продвигается по волноводам на поверхность. Волноводами могут служить геологические неоднородности, разломы, места выходов подземных источников и прочие геологические неоднородности. Важно отметить, что волноводом могут служить созданные человеком сооружения, находящиеся под землей и нарушающие целостность литосферы. Это могут быть различные горные выработки, метрополитен и пр. В процессе прохождения через геологические структуры электромагнитная энергия претерпевает изменения и на выходе на поверхность, вследствие самоорганизации, приобретает свойства квазикристалла. В местах выхода ЭМС на поверхность Земли обнаруживаются странные пустоты в виде ям с исчезновением земли, вывороченный и обгоревший лес, оплавленный песок, светящиеся или, наоборот, черные объекты в атмосфере.

Как отмечалось выше, электромагнитные системы, как и любое другое явление, происходит при действии комплекса причин. Следующая причина появления ЭМС - геофизические и космические факторы. Известно, что Земля является составной частью большой Солнечной системы. Солнечно-земные связи оказывают существенное влияние на физические оболочки нашей планеты, изменяя потенциал магнитного, электрического, гравитационного полей. Исследователями отмечено, что многие проявления ЭМС приходились на время неспокойной геофизической обстановки в районе (например, магнитные бури), и, наоборот, в местах выхода электромагнитных систем на поверхность отмечались геофизические аномалии (аномалии магнитных, электрических, радиационных полей). Деятельность человека так же вызывает изменения геофизических полей. Повсеместное развитие и применение электронной техники вызывает повышение потенциала электромагнитного поля, что может спровоцировать проявление ЭМС. Проведенные исследования показали, что этому способствует ряд причин: геологическая, техногенная, геофизическая обстановка. Все вышеуказанные причины связаны между собой. Под техногенной мы будем понимать все, что каким-либо образом связано с человеком, его деятельностью. Здесь так же можно выделить несколько групп причин: непосредственная техногенная деятельность человека; конструкционно-экологическая; психофизическая энергия человека.

Непосредственная деятельность человека является, пожалуй, наиболее мощной причиной появления электромагнитных систем, поскольку человек оказывает влияние на все компоненты окружающей среды. Своей деятельностью человек усиливает природные явления, а также является стимулятором новых. Так, например, подземные ядерные взрывы приводят к разрушению целостности горных пород, что, как отмечалось выше, вызывает увеличение генерации электромагнитной энергии и создает дополнительные волноводы для ее выноса. Такую же роль выполняют нефтяные и газовые скважины. Само по себе изъятие полезных ископаемых из литосферы может явиться причиной генерации электромагнитной энергии. Высотные здания вызывают уплотнение горных масс, что приводит к нарушениям их целостности. Еще одним из крупнейших стимуляторов проявления ЭМС являются космические исследования, как в космосе, так и их подготовка на Земле. Космические аппараты в процессе выведения их на орбиту и их спуска нарушают естественные геофизические поля планеты, не говоря уже о химическом загрязнении атмосферы, поверхности Земли и Мирового океана. Ученые все чаще и чаще отмечают, что загрязнение окружающей среды может быть не только видимым и осязаемым, как, например, нефтяные загрязнения, повышение концентрации вредных веществ в атмосфере или озоновые дыры, но и о скрытом загрязнении, например, электромагнитном. Поступающая электромагнитная энергия от работающих в каждом доме электроприборов, линий электропередач, электротранспорта, персональных компьютеров, сотовой связи и прочего, нигде не исчезает. По закону сохранения энергии она преобразуется в другой вид, либо накапливается, притягивая или создавая новые электромагнитные системы [5].

Выделен еще один вид причин появления ЭМС, названный техногенно-конструкционно-экологический. Это означает, что применение материалов, ранее не существовавших в природе (бетон, линолеум, синтетические материалы) не улучшает общей экологической обстановки. Несомненно, процессы генерации и выхода накопленной в литосфере электромагнитной энергии, вызванные природными процессами, были и до начала научно-технического прогресса [3]. С тех пор количество поступающей в окружающую среду электромагнитной энергии от техногенной активности увеличилось, поэтому выросла и частота появления ЭМС. Сейчас достоверно известно, что электромагнитные поля, в том числе и замкнутые электромагнитные системы, негативно влияют на здоровье человека, в первую очередь – на психоэмоциональное состояние. Электромагнитные системы одновременно являются и производной от электромагнитных полей и их генератором. Также можно сказать, что электромагнитные системы в большей степени являются следствием экологических проблем на нашей планете, а вопрос об экологической проблеме создаваемой ЭМС еще открыт.

#### Литература

1. Арефьев К.П., Заверткин С.Д., Сальников В.Н. Термостимулированные электромагнитные явления в кристаллах и гетерогенных минералах / Под ред. М.В. Кабанова. – Томск: STT, 2001. – 400 С.
2. Вершкова Е.М., Русакова А.В., Сальников В.Н., Федощенко В.И. Электромагнитные системы литосферы, как информационная геоэкологическая проблема / Матер. 6-го Межд. симп.: Проблемы экоиформатики. М.: ИРЭ РАН, 2004. – С. 164 – 168.

3. Протасевич Е.Т., Скавинский В.Н. Геофизические фоновые объекты и явления. По страницам архива жандармского управления периода первой мировой войны. Томск; изд-во ТПУ, 1996. – 120 С.
4. Сальников В.Н. Самоорганизация долгоживущих плазменных образований в оболочках Земли и их взаимодействие с литосферой // Самоорганизация в природе. Вып. 2. Проблемы самоорганизации в природе и обществе. Т. 1: Материалы семинара «Поиск связи между разными способами построения систем». Томск: изд-во Том. ун-та, 1998, С. 178 – 198.
5. Экология человека в изменяющемся мире / Кол. авторов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 570.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Мишунина, К.Е. Жуков

Научный руководитель старший преподаватель Н.В. Видяйкина

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

Томская область расположена на Западно-Сибирской равнине в среднем течении реки Оби и занимает территорию 316,9 тыс. км<sup>2</sup>. Климат Томской области континентальный, определяется ее географическим положением и расположением в умеренных широтах. Население области составляет 1,04 млн. человек, из которых в городах проживает 67 %; средняя плотность населения - 3,3 чел. на км<sup>2</sup>. В составе области 6 городов, 1 поселок городского типа, около 600 сельских населенных пунктов. Промышленное производство сконцентрировано преимущественно в двух городах - Томске и Северске Нефтегазодобывающий комплекс развит в северных районах области.

Область традиционно сохраняет за собой статус ресурсодобывающей. Эксплуатация природных ресурсов осуществляется тремя основными хозяйственными комплексами: нефтегазодобывающим, лесозаготовительным и агропромышленным. В недрах области сосредоточены богатейшие ресурсы, и, прежде всего, это углеводородное сырье. Область характеризуется широким спектром других видов полезных ископаемых [2]: титан, цирконий, бокситы, золото, керамзитовое сырье, торф, железо и др. Туганское цирконий-ильменитовое месторождение является одним из крупнейших в мире - запасы исчисляются сотнями миллионов тонн. Запасы железных руд составляют десятки миллиардов тонн. Общие запасы торфа - 32 млрд. т. Особая экологическая ценность торфяных болот заключается в том, что они действуют как фактор, понижающий парниковый эффект на планете.

Основной природный потенциал Томской области образуют леса. Лесопокрытая площадь достигает 61% (общий запас древесины 2760 млн.м<sup>3</sup>), что позволяет считать эту составную часть сибирского лесного массива «легкими» Евразийского материка.

Целью наших исследований была оценка современного состояния земельного фонда Томской области, позволяющая дать характеристику техногенной нагрузки на природную среду и хозяйственной практики использования природных ресурсов.

*Таблица*

*Распределение земель области по угодьям, (тыс. га)*

Категории земель	Общая площадь	в том числе:						
		Сельскохозяйственные угодья	Земли под водой и болотами	Земли застройки	Земли под дорогами	Земли под лесами и кустарниками	Нарушенные земли	Прочие земли
Земли сельскохозяйственного назначения	3475,5	1245,1	495,6	3,2	24	1677,2	0,7	29,7
Земли населенных пунктов	135,9	42,4	15,1	27,7	12	36,5	0,4	1,8
Земли промышленности, энергетики, транспорта и иного специального назначения	48,7	1,2	0,4	6,7	11,9	25,4	1,7	1,4
Земли лесного фонда	26734,7	35,8	8774,1	4,4	34,6	17810,3	3,3	72,2
Земли водного фонда			141,5					
Земли запаса	902,8	46,7	355,8	0,3	5,2	479,7	0,3	14,8
Итого земель в области	31439,1	1371,2	9782,5	42,3	87,7	20029,1	6,4	119,9

Земельный фонд Томской области составляет 31439,1 тыс. га. Основная часть территории области занята землями лесного фонда – 85 %. На земли сельскохозяйственного назначения приходится 11%, на земли запаса 2,9 %, на земли населенных пунктов 0,4 %, на земли промышленности, энергетики, транспорта и иного специального назначения 0,2 %, на земли водного фонда 0,5 %. Характерной особенностью области является высокая залесенность и заболоченность. На долю лесов и кустарников приходится 63,7 % от общей территории области, болотами и водой занято 31,1 %. Постройки, сооружения, дороги и другие земли занимают 0,8 % территории (таблица) [1].

Максимальная доля сельскохозяйственных угодий (43 %) приходится на южные районы области: Томский, Кожевниковский, Шегарский и Зырянский. Основная часть пашни расположена в Кожевниковском и Томском районах - 35 %. Наибольшая площадь кормовых угодий в Александровском районе - 13 %, в Каргасокском, Кожевниковском, Колпашевском, Томском районах от 8 до 10%.

Лесные угодья занимают в Томской области 20029,1 тыс. га, что составляет 64 % от общей территории области, причем 89 % земель лесных угодий относятся к лесному фонду, 8,4 % – к землям сельскохозяйственного назначения, 2,4 % – к землям запаса. Распределение лесных угодий по районам Томской области близко к распределению земель категории лесного фонда. Максимальная доля лесных угодий приходится на северные районы: Каргасокский (26 %), Верхнекетский (13 %), Парабельский (12 %), Александровский и Бакчарский (по 8 %). Непокрытые лесами площади имеют тенденцию к зарастанию мелколесьем и кустарником.

Болота занимают в целом 9174,2 тыс. га. Распределение болот по категориям земель сходно с распределением лесных и кустарниковых угодий. 92,5 % болот приходится на земли лесного фонда, 4,7 % на земли сельскохозяйственного назначения, 2,7 % – на земли запаса. Максимальное их количество приходится на северные районы: Каргасокский (35 %), Верхнекетский (19 %), Парабельский (12 %), Александровский (11 %).

Земли под застройками занимают 42,3 тыс. га, из них 65 % приходится на земли населенных пунктов, в том числе на г. Томск 24 %. Площадь земель под дорогами составляет 87,7 тыс. га или 0,3 % от территории области. Наибольшая площадь под дорогами расположена на землях лесного фонда – 34,6 тыс. га (39,4 %), на землях сельскохозяйственного назначения – 24 тыс. га (27,4 %), на землях промышленности, энергетики, транспорта, специального назначения – 11,9 тыс. га (13,4 %), на землях населенных пунктов – 12 тыс. га (13,7 %), на землях запаса – 5,2 тыс. га (6 %). Из всех дорог площадь грунтовых составляет 71,6 тыс. га (81,6 %).

Земли под водой в Томской области занимают 608,3 тыс. га и распределяются по категориям следующим образом: 47,8% относится к категории земель лесного фонда, 23,2 % - к землям водного фонда, 17,5 % - к землям запаса, 10,5 % - к землям сельскохозяйственного назначения, 1% - к землям населенных пунктов. Наибольшая доля земель под водой в северных районах: Каргасокском (27,3 %), Александровском (21,3 %), Верхнекетском (10,7 %), Колпашевском (10,3 %), Парабельском (9,7 %). Доля в остальных районах значительно ниже.

По состоянию на 1 января 2009 года площадь нарушенных земель в области составила 6,4 тыс. га. Наибольшие площади нарушенных земель приходится на категорию земель лесного фонда, земли, которой на условиях аренды используются предприятиями нефтегазового комплекса - 51,6 %, на земли сельскохозяйственного назначения приходится 10,9%, на земли промышленности, энергетики, транспорта, иного специального назначения - 26,6%, на земли населенных пунктов - 6,2 %, на земли запаса - 4,7 %.

К прочим землям относятся полигоны отходов, свалки, овраги, пески и другие неиспользуемые земли. Площадь прочих земель по состоянию на 1 января 2008 года составляет 119,9 тыс. га или 0,4 % общей территории области. Основная часть прочих земель приходится на земли лесного фонда - 60 %. На землях запаса прочих земель приходится 12 %, на землях сельскохозяйственного назначения - 25 %.

В 2008-2009 годах самые значительные изменения произошли в площадях категорий земель сельскохозяйственного назначения, лесного фонда и землях населенных пунктов. Категория земель населенных пунктов увеличилась на 2,9 тыс. га. Основные изменения произошли в Томском районе на основании распоряжений Администрации Томской области за счет включения земельных участков в границы населенных пунктов (2,1 тыс. га) из земель сельскохозяйственного назначения. В состав земель лесного фонда были включены земельные участки в границах населенных пунктов: из Томского лесничества в с. Лучаново 2 га, из Тимирязевского лесничества в с. Кафтанчиково 522 га и в с. Победе 282 га. В целях реализации программы «Доступное жилье» за последние 2 года юридическим лицам предоставлены земельные участки для жилищного строительства.

Категория земель промышленности, энергетики, транспорта и иного специального назначения увеличились на 0,4 тыс. га за счет земель сельскохозяйственного назначения (0,3 тыс. га) и земель запаса (0,1 тыс. га). Основные изменения произошли за счет изъятия земель для нефтегазодобывающих предприятий для разработки месторождений ОАО «Гомскнефть» в Александровском районе.

По состоянию на 1 января 2009 года площадь земель лесного фонда составила 26734,7 тыс. га, или 85 % от общей территории области. Площадь земель в данной категории по сравнению с предыдущим годом уменьшилась на 0,8 тыс. га. Уменьшение площади земель произошло за счет передачи земель в населенные пункты из Тимирязевского и Томского лесничеств.

Площадь категории земель водного фонда осталась без изменений.

Проанализировав состояние земельного фонда на территории Томской области, мы пришли к выводу, что хотя и незначительно, происходит его перераспределение в пользу промышленности, что чаще приводит к нарушению их естественного состояния: сокращению лесного фонда; осушению болот и загрязнению почв.

## Литература

1. Обзор загрязнения окружающей природной среды в Российской Федерации за 2007 г. - М.: Росгидромет, 2008. - 218 с.
2. Савельева И.Л. Минерально-сырьевые циклы производств: проблемы районообразования и рационального природопользования - Новосибирск: Наука, 1988. - 133 с.

## ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Т.М. Садыков, В.С. Фролова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

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

Низкая эффективность использования природных, в первую очередь водных, ресурсов является основным фактором, снижающим конкурентоспособность российской экономики и негативно влияющим на уровень жизни. Данная проблема актуальна не только для Томской области, но и для всей страны, из-за несовершенства технологических и управляющих процессов, износа оборудования, отсутствия опыта ресурсосбережения, укоренившихся взглядов о «неисчерпаемости» ресурсов.

Основная задача в исправлении создавшейся ситуации должна состоять в рациональном использовании природных ресурсов. В этой связи основное значение приобретает концепция экологизации урбанизированных территорий. Экологизация – система знаний, мероприятий и решений по сохранению природной среды, поддержанию экологического равновесия, сокращению воздействий человека на среду обитания и постепенному переходу к «мягкому» взаимодействию, направленному на сохранение и восстановление природы и среды обитания человека с использованием природосберегающих и природовосстанавливающих методов хозяйствования, с эффективным использованием ресурсов и преимущественным потреблением возобновимых ресурсов [1].

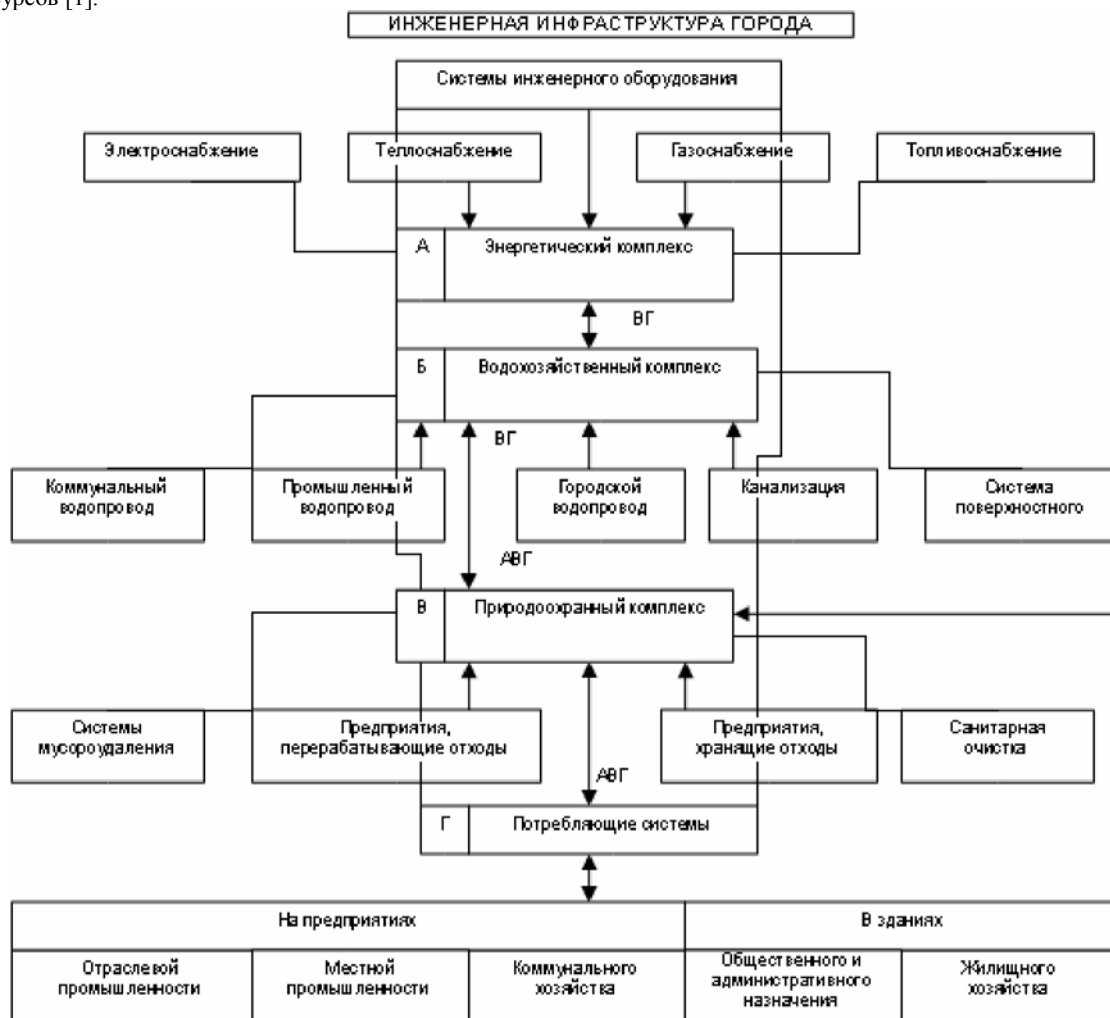


Рис. Инженерная инфраструктура города

Рассматриваемые объекты экологизации включают в себя:

1. Компоненты нарушенных природных ландшафтов – атмосфера, литосфера, гидросфера, биосфера;
2. Комплексы охраняемых природных территорий;
3. Техносферу и все направления человеческой деятельности – архитектуру, строительство, промышленность, энергетику, транспорт, водоснабжение, удаление и переработку отходов и т.д. (рис.);
4. Социально-психологическую и социально-экономическую среду;
5. Экологическое удовлетворение потребностей общества.

Международный опыт экологизации поселений имеет положительные результаты – первые экологические здания и экокварталы, заметный рост числа зданий с возобновимой энергетикой, улучшение внутренней среды зданий и т.д. В разных регионах мира построены и эксплуатируются небольшие экокварталы и экопоселения, всё это актуально и для России. Экологизацию необходимо проводить в комплексе, в этом случае результат будет заметен во всех её объектах.

Экологичный город в наше время – это город с высоким качеством среды жизни, находящийся в экологическом равновесии с природой. Добиться такого можно изменив способы производства, поведения потребителей и инструментов принятия решения, основанных на экологичной экономике и системном мышлении.

В работе рассмотрены первоочередные мероприятия водопроводного канализационного хозяйства (ВКХ) поселений. По степени и характеру воздействия хозяйственная деятельность человека разнообразна, но в любом случае она влияет на режим, баланс и качество подземных вод.

Задачи и направления экологизации водохозяйственного комплекса инженерной инфраструктуры:

1. Повышение качества услуг водоснабжения и водоотведения;
2. Оптимизация эксплуатационных затрат;
3. Снижение водопотребления на основе снижения внутрименовых потерь и потерь на системах водоснабжения, снижение объемов добываемой воды и снижение затрат на добычу воды;
4. Внедрение современных эффективных технологий;
5. Увеличение капитальных вложений в реконструкцию и модернизацию инженерного оборудования;

Основная идея направления предусматривает действия, направленные на снижение социального, экономического, экологического риска урбанизированных территорий, создание экологически безопасной среды для проживания, снижения ущерба от разрушительных воздействий путём экологизации инженерных коммуникаций и сооружений.

В докладе отражён зарубежный опыт в сфере экологизации механизмов природопользования на примере Германии. Одним из направлений решения этого вопроса является усиление экологической направленности в налоговых системах [2].

#### Литература

1. Попов В.К. Регулирование отношений землеустройства в рамках экологизации водохозяйственной деятельности. Вестник ТГАСУ № 1. – Томск: Издательство ТГАСУ, 2010. – С. 188 – 189.
2. Снитко А.В. Зарубежный опыт в сфере экологизации механизмов природопользования на примере Германии. Роль и значение высшего землеустроительного образования и землеустроительной науки в развитии агропромышленного комплекса страны. – Москва, 2010. – С. 216 – 219.

### ЛЕНТОЧНЫЙ БОР В КАЗАХСТАНЕ – ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

**А.С. Смирнова**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

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

Почти 80% хвойных лесов Казахстана сосредоточено в восточной части страны - поэтому политика возрождения лесной отрасли приобретает особое значение в масштабах всей республики. Судьба Прииртышского соснового бора, расположенного близ Семей, трагична настолько, насколько уникален он сам. Сосна, которая здесь растёт, есть на земле еще лишь в двух местах - в Канаде и российской части Алтая. Но главное заключается в том, что реликтовые леса - это единственное на сегодня препятствие песчаным бурям, своеобразный зеленый щит Семей от надвигающегося песка. Лесные массивы смягчают климат и сохраняют уникальный животный мир этого района (рис. 1).

В начале и первой половине XX столетия сосновые боры области в основном выжигали, вырубали, хотя и делали попытки их восстановления. Только с послевоенных лет люди вплотную занялись проблемой восстановления лесов. На сегодня почти треть лесопокрытой площади или 101,5 тысяч гектаров, создано их руками. В свои лучшие времена ленточный бор занимал почти два миллиона гектаров. В 2000 году три его ленты, протянувшиеся на 115 километров, занимали 580 тысяч гектаров (рис. 2).

Только с 1997-го по 2000 г. было выжжено 150 000 га соснового леса. В огне погибло 8 000 000 кубометров леса. 2 000 000 кубометров древесины похищено. Заодно вырублено 50 000 кубометров живых сосен. Таким образом, всего за четыре года оказалась уничтоженной треть ленточных боров. Причины исчезновения

основных пространств: поджог сосен и последующая вырубка горелого (а иногда и зеленого) леса приносит огромный стабильный доход при минимальных вложениях. С уничтожением леса гибнут биоценозы, обрываются пищевые цепи, ведь лес является домом для всего живого. Из 5600 видов высших растений в Казахстане более 60% распространены в лесах. Здесь же обитают свыше 70 видов диких животных и птиц, включенных в Красную книгу. Водятся дикие кабаны, лоси, лисицы, зайцы, множество птиц.



Рис.1. Ленточный бор. Вид из космоса

Размах лесных бесчинств дошел до того, что в 2000 году огненные бедствия нашего региона были внесены ЮНЕСКО в число пожаров века и по масштабам нанесенного природе урона приравнены к выжиганию лесов в Латинской Америке. По данным мониторинга, проведенного по материалам космической съемки, за период с 1995 года по 2002 год в Прииртышских борах погибло 164400 га леса, данная цифра составляет 34% от площади ленточных боров. Наиболее сильный пожар в Восточно-Казахстанской области (ВКО) был зафиксирован в 2008 году (район Рахмановских Ключей) - более 1000 га. Пожары в сосновом бору Прииртышья - глобальная экологическая катастрофа, последствия которой сказываются и скажутся не только на Восточном Казахстане. Казахские леса отчасти формируют климат во всем среднеазиатском регионе. Лесные массивы смягчают климат, сохраняя уникальный животный мир. Для оперативной ликвидации пожаров в области используется авиационный межведомственный отряд, совершающий облет леса в пожароопасный период. Это значительно уменьшает ущерб, совершаемый огнем.

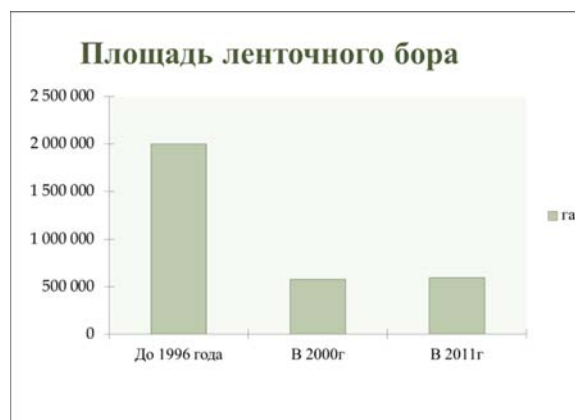


Рис. 2. Изменение площади ленточного бора за последние годы

Таким образом, одной из важнейших задач являются сохранение богатого природного наследия Казахстана, восстановление лесов Семипалатинского региона и улучшение экологической обстановки в стране. Для сохранения уникальной природы в области формируют охраняемые природные территории. Например, государственный лесной природный резерват «Семей орманы». Создаются республиканские и региональные программы «Жасыл ел». Проводится посадка саженцев (сосны обыкновенной).

Позитивные результаты есть. В ответ на пожары лесники всерьез занялись лесовосстановлением. В 2010 году посажено полторы тысячи гектаров молодых сосен, строятся новые лесопитомники. Для закрепления положительных тенденций по охране сохранению бора необходимо делать также другие шаги: присвоить Семипалатинскому ленточному бору статус заповедника; усилить работу по экологическому воспитанию местных жителей; ужесточить охрану леса, а также ввести крупные штрафы за нарушение режима лесопользования.

**ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ ТПУ В 1959 ГОДУ. СТУДЕНЧЕСКАЯ КОММУНА  
«ГОЛЛАНДИЯ» (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРИ)**

**Е.А. Теущак, В.О. Веснина**

Научные руководители заведущая музеем Э.М. Балинская, профессор О.А. Пасько  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нас, студенческую молодежь, всегда интересовал вопрос: какими были студенты лет 100-50 тому назад. Какими были наши бабушки и дедушки? Однажды в нашем музее им. Обручева и Усова мы увидели книгу «Введение в специальность. 50 лет в геологии». На ней была дарственная надпись: «Музею от благодарных потомков великого геолога и просветителя Обручева В.А.» Дарили ее выпускники 59 года. 50-ые годы – тяжелые послевоенные времена. Многим студентам родители не могли помогать. Прожить на одну стипендию было трудно, поэтому появлялись коммуны, которые становились для многих опорой и поддержкой.

Вот что рассказал бывший член коммуны «Голландия», доцент кафедры Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Лукин А.А.

1954 год. Осень. Томский политехнический университет открывает свои двери для студентов - первокурсников. В рядах студентов, зачисленных на геологический факультет: - Меркурьев Ю., Ким А., Кузнецов В., Молчанов Н., Жуковин Ю., Лукин А., Ботев И.А. Все они волей случая попадают в одну комнату общежития и через некоторое время основывают свою коммуну «Голландия». На доске общежитских объявлений появляется следующее:

Вы знали до сих пор одну  
Голландию на свете.  
Теперь еще одну страну  
На карте мы отметим.

Чтоб быстрее нас найти,  
Знайτε адрес. Просим:  
Общежитие ТПИ,  
Пирогова, восемь.

Что же из себя представляла «Голландия»? На первом же ее собрании приказом №1 были назначены ответственные за культурную программу, санитарное состояние, за ведение записей в книге и т.д. Эту книгу предложений, приказов по коммуне вел бессменный секретарь Ваня Ботев. Сейчас же Иван Ботев в живет в деревне под Тамбовом. «Книгу...» он сберег и недавно передал на хранение в музей. Об этом - отдельный рассказ.

В разные годы в коммуне состояло по 7-9 человек. Жили на одну стипендию. Материальной помощи ждать было не откуда. Дополнительным доходом для студентов становились случайные подработки на срочных погрузках-разгрузках вагонов. Сообща было легче прожить месяц. Не голодали, духовно развивались, посещали кино- и драмтеатры, филармонии, концерты приезжих артистов. Вся жизнь коммуны четко фиксировалась в «Книге...». Через нее ярко прослеживается культура речи тех времен. Например, смена председателя:

«Мы просим Вас,  
Вельможный князь,  
Не задирать высоко нос,  
Не зарываться в должностях,  
И это – главный наш запрос.»

Нас, сегодняшнюю молодежь, поражает богатый художественный язык «Голландцев».

Узнав о студентах 50-х, об их учёбе, быте, жизни, хочется узнать и об их судьбе. Как повлияла «Голландия» на жизнь коммунаров? Что вложила в их души и умы?

Конечно же, «Голландия» не прошла бесследно. Она оставила яркий след в характерах и душах студентов. За кого не возьмись, каждый чего-то добился (и не малого!): создал крепкую семью, вырастил детей – достойную смену своему поколению. Кто-то стал преподавателем и делится неоценимым опытом со студентами. Кто-то ностальгирует по тем временам, когда сам был молодым, полным мечтаний и надежд...

К примеру, Ким Анатолий, поиски которого заняли полтора года. Их вели по всей России, а нашли - на далёком Ямале. Заслуженный работник нефтяной и газовой промышленности РФ, заслуженный геолог РФ, почетный гражданин Ямало-Ненецкого автономного округа, обладатель трёх орденов, медали «Ветеран труда СССР», первооткрыватель 21(!) месторождения. Достижения заслужены усердным трудом, непоколебимой волей и стальным характером. Анатолий Индекович прошёл все ступени геологического роста, лично исходил все месторождения, старательно отдаваясь любимому делу. Начав карьеру сразу же после выхода из родных стен института, Ким отдал геологии всю жизнь, достойно исполнив свой гражданский долг перед страной, по нашему мнению, ничуть об этом не жалея. И не это ли счастье [1,2].

Анатолий Лукин любимый ВУЗ не покидал и посвятил себя науке. Ей он отдал полвека из 70 достойных лет. Восхитительный пример преданности своему делу! Кроме преподавания на кафедре ГИГЭ института геологии и нефтегазового дела, в багаж достижений Лукина входят: первые гидрогеохимические исследования на Томь-Яйском междуречье Кольвань-Томской зоны при поисках циркон-ильменитовых месторождений; на рудных месторождениях Енисейского кряжа в нижнем течении реки Ангары; на Сибирской платформе в условиях развития многолетнемерзлых пород в Норильском и Туруханском районах; региональные

и детальные гидрогеохимические исследования Колывань-Томской зоны; гидрогеологические исследования на Телецком месторождении фосфоритов в Западных Саянах; учебная гидрогеологическая практика со студентами в Кузнецком Алтае и Минусинской котловине; поиски золоторуднения на северо-западном Салаире и в условиях Полярного Урала; экспертиза строительства Катунского водохранилища в северной части Горного Алтая; гидрогеологические проблемы захоронения РЖО на склоне Западно-Сибирского артезианского бассейна на участке воздействия СХК. Впечатляющий перечень, не правда ли? Идеи и работы доцента оказались активно востребованными и вдохновили многих его коллег на научные работы. Говорят, талантливый человек талантлив во всем. Вот и Анатолий Алексеевич кроме научного таланта обладает удивительным талантом певца. Научившись петь у старшего брата, он является активным участником хора ветеранов «Беспокойные сердца». Без сомнений, удивительный человек! [3]

Юрий Андреевич Жуковин стал заведующим лабораторией геологии и нефтегазоносности Сибирской платформы Красноярского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья. Через всю жизнь пронес он такие черты, привитые в коммуне, как товарищеские отношения, взаимопомощь, взаимовыручка в критических ситуациях. Его профессиональная подготовка и компетенция, заложенные в «Голландии», помогли ему создать коллектив единомышленников, коллектив творческих личностей.

Виктор Кузнецов. Его трудовая деятельность, как и всех «голландцев» была направлена на обеспечение страны минеральными ресурсами. Он долгое время работал в Кузбассе, был ведущим геологом геологического объединения «ЗапСибгеология». Кузнецов трудился не только на территориях нашей страны, но и за рубежом (в 70-х годах он работал в Иране). Это его стихи прозвучали 5 сентября 2010 года на торжественном митинге при открытии памятника В.А. Обручеву. В одной из книг, подаренных ему, появилась такая запись: «Виктор Павлович, спасибо за стихи моему дедушке. Они легли мне на сердце. Внучка Обручева, Наталья Владимировна Обручева».

Иван Андреевич Ботев, бессменный секретарь. Как сложилась его судьба? После распределения работал под Томском-7 и близ Красноярска-26 на изысканиях, связанных с отходами атомной промышленности. Очень серьезная и опасная работа. Тем не менее, она давалась Ивану Андреевичу с успехом, примером чего становится назначение его старшим геологом в 1964 году. Далее он так и работал старшим геологом разных предприятий и экспедиций. Проводил работы связанные с захоронениями атомных отходов в Волгограде, Волжском, Яване (Таджикская ССР), Херсоне, Литве, Якутске. В 1980 году его назначают начальником геологического отдела объединения, но, в силу характера, он добровольно уходит с должности, став ведущим геологом. Иван Ботев имеет множество благодарностей, грамот разного рода, орден «Ветеран труда», звание донора 1 степени, занесен в Книгу Почета родного предприятия.

Что касается остальных – достижения их настолько обширны, что уложиться в масштабы одного доклада не представляется возможным. Мы надеемся, что затронутая нами тема найдет отклик в сердцах современников и не будет забыта. Мы были счастливы столкнуться с историей столь замечательных людей и обещаем продолжить наши изыскания.

#### Литература

1. Венделева Г. Три стихии А.А. Лукина. За кадры: Газета Томского политехнического университета. – Томск: Томский политехнический университет. - 2007. Май № 3244.
2. Лысоконов А. Реализуется на самом краю России. – Газета «Красный Север». -- 05.04.2008.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В.В. Холод**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

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

Земельный фонд Кемеровской области составляет 9,6 млн. га, в том числе сельскохозяйственные угодья – 2,4 млн. га. Площадь пашни – 1,5 млн. га, из них 13 % пахотных земель подвержены водной и ветровой эрозии. За все годы эксплуатации Кузнецкого угольного бассейна рекультивировано менее 20 % нарушенных земель, площади горно-технической и лесной рекультивации земель – не более 1 тыс. га в год. Почвы области в значительной степени перенасыщены минеральными удобрениями, что обнаруживается в продукции растениеводства.

Рост добычи полезных ископаемых, большие масштабы промышленного и гражданского строительства ведут к крупным потерям земельного фонда Кемеровской области, пригодного к использованию в сельском и лесном хозяйствах.

В настоящее время общая площадь нарушенных земель в области составляет 63 531 га. Между тем в Кузбассе самый низкий по России процент рекультивируемых земель: за все годы промышленного освоения территории рекультивировано чуть более 20 тыс. га [1, 2].

Рекультивация нарушенных земель в области идет преимущественно в наименее затратных направлениях – лесотехническая и водная рекультивация. Сельское хозяйство их практически не получает. Территориально они совпадает не только с месторождениями каменного угля, но и с основной сельскохозяйственной зоной области или с её высокопродуктивными почвами. Негативная ситуация в землепользовании области дополняется ещё и тем, что ранее освоенные под сельскохозяйственные угодья земли



не используются по назначению и превращаются в пустыри и свалки. Кроме этого, значительные площади заняты под отходы горнодобывающих производств.

Сложной и нерешенной остается в Кемеровской области проблема хранения, захоронения и переработки промышленных и бытовых отходов. По количеству первое место занимают отходы угольной промышленности, которых ежегодно образуются до 1 млрд. куб. м, а используется их в процессе строительных работ лишь около 0,1 млн. куб. м. Под отвалами в области занято 26 тыс. га земель, накоплено 63,5 млн. т токсичных промышленных отходов, в основном металлургического производства. Общая площадь хранилищ токсичных отходов составляет около 300 га. Экологическая обстановка в районах деятельности угледобывающих предприятий является напряженной, продолжается ежегодное накопление твердых отходов добычи и обогащения угля, большое количество токсичных компонентов продолжает выбрасываться и рассеиваться со сточными водами и отходящими газами, а также концентрироваться в отвалах. Каждая тысяча тонн подземной добычи угля сопровождается выдачей на поверхность 110-150 м<sup>3</sup> пород, тысяча тонн обогащения угля - складированием ещё 100-120 м<sup>3</sup> пород, которые размещаются на землях, пригодных для сельскохозяйственных угодий.

Отвалы отходов угольных предприятий вызывают отчуждение значительного количества дефицитных земель, загрязнение грунтовых вод, почв и воздушного бассейна. В то же время удельный вес действующих очистных заборов с полной и частичной закладкой выработанного пространства при подземной добыче практически ничтожен. Медленно внедряются методы очистки шахтных вод, в частности деминерализация солоноватых стоков.

В 2003 г. в Кемеровской области функционировало 124 объекта хранения отходов угледобывающих предприятий для этих целей отторгнуто почти 14 тыс. га земли [1]. Большую часть этих территорий занимают вскрышные породы разрезов (12,8 тыс. га) и отходы углеобогащения (0,53 тыс. га). Например, только в ХК «Кузбассразрезуголь» в 2004 г. 13 тыс. га было занято под промплощадками, а 10 тыс. га - под отвалами. На Уропско-Караканском месторождении в Беловском районе на площади 314 га располагается 14 действующих и строящихся угольных предприятий. В населенных пунктах насчитывается свыше 1400 свалок промышленных и бытовых отходов, которыми занято 1034 га земель несельскохозяйственного пользования. Особую тревогу вызывает накопление ртутьсодержащих отходов (до 900 тыс. ртутьсодержащих ламп в год), небольшая часть которых (18-20 %) отправляется на переработку в Новосибирскую область. Отсутствие современных предприятий по переработке, обезвреживанию и утилизации отходов в конечном итоге отрицательно сказывается на качестве окружающей природной среды и степени экологической безопасности [1, 2]. Для экономики самих предприятий это тоже не проходит безболезненно.

По существующему экологическому законодательству территория санитарно-защитной зоны до 1 км, поэтому даже рекультивированные земли не снимаются с баланса и не облагаются земельным налогом. Ужесточение законодательства частично стимулирует горнодобывающие предприятия снижать землеёмкость горного производства. В частности, создание внутренних отвалов (в отработанных пустотах) снижает землеёмкость почти на 30 %. Ситуация усложняется тем, что более половины нарушенных земель (более 30 тыс. га) осталось от закрытых и закрывающихся предприятий. Вероятность их восстановления в ближайшие десятилетия минимальна. Ежегодно в Кузбассе нарушенными становятся более 20 тыс. га земель.

Возникает опасность радикального нарушения биологической продуктивности природных ландшафтов и снижения продуктивности сельскохозяйственных угодий. Кроме того, экосистемы не используются для рекреационных целей. Критерий состояния природных комплексов региона оценивается через следующие показатели: экологичность землепользования, плотность населения, залесенность территории, доля особо охраняемых природных территорий, а также степень сохранности экосистем.

Экологичность землепользования рассчитывается как отношение экологически «вредных» земель к экологически «полезным». В нашем случае к площади пашни, а именно, к «вредным» землям, добавлены площади нарушенных, занятых отходами и промышленностью земель. Таким образом, при проведении экологического районирования необходимо:

1. отойти от административного выделения экологических районов, так как ни трансграничный перенос, ни экологические системы не имеют границ;
2. дополнить существующие методики интегральной оценки критерием нетронутости экологических систем.

В работе проанализирована экологичность землепользования в Кемеровской области. Этот показатель часто используется в качестве интегрального показателя экологической ответственности и предосторожности в случае дальнейшего использования данных территорий. То есть, предлагается проанализировать экологическую ситуацию не только с точки зрения поступающих объемов загрязняющих веществ и отходов, но и с точки зрения сохранности природных комплексов. Оценить возможную способность экосистемы к самовосстановлению. Для проведения экологического районирования Кемеровской области в работе были предложены критерии:

- антропогенная нагрузка на окружающую среду;
- состояние природных комплексов региона.

Также при анализе расчетов, представленных в таблице видно, что многие территории Кемеровской области имеют коэффициент экологичности землепользования, превышающий среднеобластной уровень (0,373). Удельные показатели экологически «вредных» земель в отдельных районах снижены из-за значительных площадей и лесных массивов. Наличие больших площадей, занятых лесами, не должно успокаивать и создавать иллюзию устойчивости. Эти площади не могут компенсировать практически выведенные из строя природные ландшафты.

Территория	Площадь, тыс. га	Земли лесного фонда	Площадь пашни, тыс. га	Экологичность землепользования	Удельный вес экологически «вредных» земель
Кемеровская область	9 572,5	4 766,5	1 558,9	0,373	18,6
Районы:					
Гурьевский	209	84,9	49,4	0,662	26,9
Ленинск-Кузнецкий	235,9	7,9	137,2	18,0	60,3
Новокузнецкий	1 321,8	741,6	75,5	0,152	8,5
г. Таштагол и Таштагольский	1 138,3	1 045,8	2,6	0,011	0,9
Чебулинский	374,1	166,1	85,2	0,517	67,3

Неэффективное использование земель сельскохозяйственного назначения, снижение объемов внесения удобрений, в первую очередь органических, применение при обработке тяжелых сельскохозяйственных машин и других орудий привели к ухудшению свойств почвы, резкому снижению в ней гумуса. В результате длительного использования почв в пашне произошло разрушение макроструктуры их пахотного горизонта. Почти все пахотные почвы имеют плохую или удовлетворительную структуру. Анализ содержания гумуса в почве свидетельствует о его минерализации во многих пахотных землях. Скорость и интенсивность процесса дегумификации в пахотных почвах обусловлены рядом факторов, одним из которых является эрозия. Также снижение гумуса связано с недостаточным внесением органических удобрений. В настоящее время в районах интенсивного сельскохозяйственного освоения почти не осталось черноземов, сохранивших свое природное плодородие.

Охрана и рациональное использование земель становится одной из приоритетных социально-экономических проблем в Кемеровской области, а показатель площади нарушенных и деградирующих земель – одним из индикаторов устойчивого развития региона, отражающим ущерб современной и будущей экономики.

#### Литература

1. Березнев С.В., Мекуш Г.Е., Коржук А.Б. Эколого-экономическая оценка регионального развития (на примере Кемеровской области). – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2005. – 112 с.
2. Геоэкологическая безопасность и устойчивость экосистем Кузбасса / Л.С. Хорошилова, В.П. Дегтярев; ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007. – 135 с.

### СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТОМСКОГО ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

**В.П. Шереметьева, Т.В. Летагина**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

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

Утилизация и обезвреживание твердых бытовых отходов (ТБО) – одна из наиболее актуальных мировых проблем. Подавляющее количество ТБО вывозят на свалки и полигоны с отчуждением земель в пригородной зоне: в России и Польше - 98 %, в США и Великобритании - 80 %, а в Испании и Германии - 66 %. В настоящее время под термином «свалка» понимается оборудованная территория для захоронения промышленных и бытовых отходов. Она, в отличие от полигона, не оборудована средствами, защищающими окружающую среду от загрязнений [2].

Полигон - комплекс природоохранных сооружений, предназначенных для складирования, изоляции и обезвреживания ТБО. Он препятствует распространению грызунов, насекомых, болезнетворных микроорганизмов и обеспечивает защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод. Кроме того, захоронение отходов ведет к существенным затратам при ликвидации ущерба. Это усиливает необходимость научных исследований и практических работ по обеспечению сохранности и хозяйственной ценности земельных ресурсов. Их целью являются: обеспечение рационального использования земель и их охраны, создание благоприятной окружающей среды, правовые основы которых закреплены в Конституции Российской Федерации; Земельном кодексе Российской Федерации от 25 октября 2001 г. N 136-ФЗ, Федеральном законе от 18 июня 2001 г. N 78-ФЗ "О землеустройстве" и других законодательных актах.

Разработаны базовые положения и инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для обеспечения санитарных и экологических требований эффективного использования земельных участков [3]. К сожалению, большинство полигонов не отвечают требованиям экологической безопасности. Часть из них имеет длительный срок эксплуатации и исчерпала проектную мощность. Часть не имеет проектов на строительство.

Целью нашего исследования является изучение состояния полигона ТБО г. Томска и возможных перспектив его развития. Полигон был открыт в 1964 году в двух км на запад от села Новомихайловки. Инженерно-геологических изысканий и инженерной защиты выполнено не было.

На конец 2008 года на полигоне было накоплено более 63 млн. м<sup>3</sup>. ТБО на занимаемой общей площади 54 га. Полигоны бывают малонагружаемыми (2-6 т/м<sup>2</sup>) и высоконагружаемыми (10-20 т/м<sup>2</sup>), т.е. наш полигон можно отнести к высоконагружаемым (23.3 т/м<sup>2</sup>). До 1992 года на полигоне складировали также и токсичные отходы. В 1998 году истек срок эксплуатации полигона.

Полигон не оборудован системой отвода фильтрата, расчетный объем которого давно превысил объем котлована и свободно вытекает на рельеф. Проходя через отходы, вода образует ядовитый фильтрат: в нем наряду с остатками разлагающейся органики присутствуют железо, ртуть, свинец, цинк и другие металлы из ржавых банок, негодных батареек и электроприборов, а также красители, пестициды, моющие средства и другие химикаты. Этот ядовитый раствор поступает в подземные водоносные горизонты, и оттуда вредные вещества могут попасть и в питьевые воды. Расположение полигона таково, что все поверхностные стоки, в том числе некондиционные, попадают в р. Киргизку или ее притоки [1].

Другой серьезной проблемой является образование метана. Так как у захороненного мусора практически нет доступа к кислороду, его разложение идет анаэробно. При этом образуется легко воспламеняющийся газ. В ряде городов на месте свалок устраивают «газовые скважины». Они перехватывают образующийся метан и позволяют использовать его как топливо. Отсутствие на полигоне ТБО системы отвода биогаза создает взрывопожароопасную ситуацию.

Наконец с течением времени, по мере разложения, отходы проседают. При этом образуются неглубокие впадины. В них скапливается вода, и весь участок постепенно превращается в болото с ядовитой жидкостью.

Хозяйственное использование территории полигона, возможно, только после её рекультивации. Под *рекультивацией* понимаем комплекс работ по устройству системы поверхностной изоляции, созданию плодородного корне-обитаемого почвенного слоя и восстановлению живых компонентов биоты (микроорганизмы, грибы, высшие растения). После полного восстановления почвенного покрова земель, возможно, их использование в сельскохозяйственном, лесохозяйственном, рекреационном и строительном направлениях.

Рекультивацию территории полигона проводит организация, эксплуатирующая полигон, на основании предварительного разрешения на проведение работ органов санитарно-эпидемиологического надзора и государственного комитета по охране окружающей среды с участием предприятия, выполняющего дальнейшее использование земель.

Процесс восстановления выполняют в два этапа: технического и биологического. Технический этап заключается в разработке технологических и строительных мероприятий, решений и конструкций по устройству защитных экранов основания и поверхности полигона, сбору и утилизации биогаза, сбору и обработке фильтрата и поверхностных сточных вод.

Для действующих полигонов в качестве основных мероприятий предусмотрено:

1. сооружение противофильтрационного экрана по поверхности всего полигона;
2. устройство усиленного защитного покрытия спецполигона из железобетонных плит, гидроизоляции и грунта;
3. устройство «стены в грунте» для понижения уровня подземных вод и исключения возможности омывания снизу техногенных отложений;
4. на период строительства «стены в грунте» для сбора загрязненных фильтратом вод предусмотрено сооружение сборной дренажной траншеи с последующей очисткой этих вод реагентом гуминовых кислот;
5. посадка растений с максимальным транспирационным коэффициентом;
6. пассивная дегазация полигона, позволяющая организовать потоки выхода биогаза в атмосферу.

Рекультивация закрытых полигонов проводится после процесса упрочнения свалочного грунта, достижения им постоянного устойчивого состояния.

Технический этап рекультивации закрытых полигонов включает следующие операции:

7. завоз грунта для засыпки трещин и провалов, его планировка;
8. создание откосов с нормативным углом наклона. Операции производятся сверху вниз при высоте полигона над уровнем земли более 1,5 м;
9. строительство дренажных (газотранспортных) систем дегазации;
10. погрузка и транспортировка материалов для устройства многофункционального покрытия;
11. планировка поверхности;
12. укладка и планировка плодородного слоя бульдозером.

По окончании технического этапа участок передают для проведения биологического этапа рекультивации закрытых полигонов. Биологический этап продолжается 4 года и включает следующие работы: подбор ассортимента многолетних трав, подготовку почвы, и уход за посевами.

Через четыре года после посева трав территория полигона передают соответствующему ведомству для проведения сельскохозяйственного, лесохозяйственного или рекреационного направлений работ и последующего целевого использования земель [3].

Важным шагом в совершенствовании управления полигона должен стать авторский надзор за выполнением утвержденных проектов строительства, реконструкции и рекультивации. Выдача разрешительной

документации должна быть поставлена в прямую зависимость от выполнения проектных решений. На наш взгляд, только при этом условии возможна практическая реализация работ по рекультивации полигонов ТБО.

В качестве примера использования земель после рекультивации полигона можно привести свалку под Эспоо. На месте крупнейшей в Северной Европе свалки уже скоро появится горнолыжный курорт, склоны которого проложат на горах мусора. Причём, уже в настоящее время свалка под Эспоо выглядит, вполне цивилизованно. При этом все, что поддается утилизации - отправляется на переработку, а из остального мусора образуются будущие горнолыжные склоны. Разумеется, кататься туристам предстоит не на самом мусоре. Сверху утрамбованные отходы покрывается слоем гравия, на который насыпается слой земли в полтора метра. Причём, земля будет частично сделана из тех же переработанных отходов. Однако, она вполне плодородна, на ней уже растёт трава, а скоро будут высажены деревья и кусты. Этим «благоустройство» свалки не исчерпывается. К кучам мусора подводятся трубы для откачки метана. Посредством газовых трансформаторов газ направляется в отопительную систему. Как подсчитали специалисты, благодаря метану со свалки в Эспоо будут обеспечены теплом около 10 тыс. домов.

В течение 2008 года администрацией города были предприняты меры по строительству нового полигона твердых бытовых отходов. Это позволит, на наш взгляд, полностью закрыть полигон ТБО около с. Новомихайловка и начать его рекультивацию. Необходимо построить системы отвода фильтрата и биогаза, ввести в эксплуатацию мусоросортировочный завод, которого поможет сократить объем захораниваемых отходов на полигонах до 50 % [5]. А так же в 2010 году было решено построить мусороперегрузочную станцию на старом полигоне в Новомихайловке.

Эти мероприятия будут наиболее важными для предотвращения загрязнения среды. Весь комплекс по рекультивации данной территории должен быть выбран в зависимости от перспектив ее использования.

По нашему мнению, наиболее простой и востребованный вариант рекультивации данных площадей – это создание лесопитомника и питомника декоративных растений. Выращивание пищевых и кормовых культур нецелесообразно, так как почвы насыщены солями тяжелых металлов. Вместе с пищей они могут попасть в организм человека и животных и вызвать их отравление. В то же время, большинство захоронений на полигоне имеют органическое происхождение, поэтому почвы обогащены азотом. Азот способствует нарастанию вегетативной (зеленой) массы и улучшению их декоративных качеств растений. Саженцы следует использовать для озеленения города Томска, так как данный вопрос сегодня особенно актуален. Подходящими культурами являются: сирень венгерская, таволга зверобоелистная, чубушник, рябинник рябиннолистный, барбарис, курильский чай, хоста, астильба и т.д. Они легко укореняются, приживаются, испаряют много влаги, отличаются пышной нарядной листвой

В итоге, состав и структура почвы улучшатся, город получит дополнительные объемы посадочного материала, а на месте зловонной грязи образуется зеленый оазис.

#### Литература

1. Адам А.М. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году//Томск: Издательство «Оптимум», 2009. – 144 с.
2. Довгань С.А. Полигоны ТБО: проблемы очистки фильтрата //Экология и промышленность России, 2009. – № 4. – С. 23 – 28.
3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твёрдых бытовых отходов Министерство строительства РФ, 1996. – 39 с.
4. Попутникова Т.О., Терехина В.А., Яковлев А.С. Оценка негативного воздействия полигонов ТБО на почвы по биотическим показателям// Экология и промышленность, 2010. – № 3. – С. 51 – 53.
5. Состояние окружающей среды Томской области. Экологический мониторинг в 2008 году. – Томск, 2008. – С. 58 – 61.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	5
<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ</b>	
<b>Чубик П.С.</b> Десятилетие – под знаком Национального исследовательского университета! (к 115-летию основания Томского политехнического университета).....	19
<b>Власов В.А.</b> Научные и инновационные достижения томских политехников (к 115-летию основания Томского политехнического университета) .....	22
<b>Савичев О.Г.</b> Институт природных ресурсов Томского политехнического университета – все для рационального использования и охраны природных ресурсов России.....	28
<b>Иванова Г.М.</b> Вклад Института природных ресурсов ТПУ в подготовку творческих высокопрофессиональных инженерных и научных кадров России (к 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири).....	30
<b>Секция 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ</b>	
<b>АсканакOVA О.Ю.</b> Нижнекембрийские трилобиты хребта Малый Каратау.....	44
<b>Ахметшин А.Г.</b> Перспективы расширения продуктивности Архангельской алмазоносной провинции.....	46
<b>Гольцова Ю.В.</b> Позднепалеозойская флора севера Кузбасса.....	48
<b>Дорофеева И.А.</b> Новое о ругозах Кузбасса.....	51
<b>Журавлева А.А., Стреляев В.И., Коряев Е.М.</b> Конвекция минерализованных потоков – неперемненное условие образования принципиально разной литосферы (на примере юго- западной окраины Сибирской плиты) .....	53
<b>Зубрилина А.И., Никифорова Е.О.</b> Ксенолиты – вестники глубин.....	55
<b>Карнаухова О.М.</b> Составление карты четвертичных отложений Полигона ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» .....	57
<b>Кириллова М.М.</b> Использование результатов литолого-фациальных исследований и битуминозности для оценки нефтегазоносности юрских и меловых отложений Усть-Тымской впадины (Томская область)	59
<b>Князева А.В.</b> Состав и строение нижнепалеозойского Тигертышского гранитоидного комплекса восточного склона Кузнецкого Алатау.....	61
<b>Кох А.А.</b> Геотермическое районирование восточной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и сопредельных территорий.....	62
<b>Маликов Д.Г.</b> Отпечатки палеофлоры среднего карбона в окрестностях п. Советская Хакасия.....	64
<b>Мифтахутдинова Д.Н.</b> Раннеказанские брахиоподы Приказанского района.....	65
<b>Мишуков С.Е.</b> Литолого-фациальные особенности и битуминозность отложений скважины Восточная-2.....	66
<b>Мустапаева С.Н.</b> Палеонтологический и палинологический методы исследования в решении задач стратиграфии Казахстана.....	68
<b>Петров А.Х.</b> Особенности процессов осадконакопления в девоне в районе озер Иткуль и Ши́ра (Северная Хакасия) .....	70
<b>Петров М.А., Филиппова И.А.</b> Литология и стратиграфия башкирско-московской границы по данным ЭПР.....	71
<b>Пургина Д.В., Зарипова Н.А.</b> Нижний девон горы Шунет (Республика Хакасия).....	73
<b>Рыкова А.С.</b> Михаил Эрастович Янишевский – геолог, палеонтолог, гражданин (к 140-летию со дня рождения профессора М.Э. Янишевского) .....	75
<b>Сахарова А.С., Королев Е.С.</b> Состав и строение пласта А4 Даненбергского месторождения нефти (Томская область) .....	77
<b>Ужегова Ю.А.</b> Условия осадконакопления северо-запада и юга Сибирской платформы в раннем-среднем ордовике.....	79
<b>Филимонов А.Н.</b> Анализ палеогеографической обстановки при изучении отложений бейской свиты на территории Хакасии.....	80
<b>Шельхаева М.Н.</b> Использование результатов литолого-петрографических и люминесцентно-микроскопических исследований вендских отложений Восточной Сибири для оценки нефтегазоносности.....	81
<b>Секция 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ</b>	
<b>Кучеренко И.В.</b> Петрологические свидетельства образования мезотермальных золотых месторождений как производных гранит-диорит-долеритовых флюидно-магматических комплексов.....	83
<b>Аксенов С.Н.</b> Геология Марса.....	86
<b>Анорин Д.С., Некрасов В.В.</b> 120-летие со дня рождения профессора А.М. Кузьмина – ученого, геолога, педагога.....	88
<b>Анциферова А.А.</b> Особенности инфракрасных спектров кристаллов топаза.....	89

Ахмедов Д.А. Минералогия магнезиальных скарнов Тажеранского щелочного массива (Прибайкалье) ....	91
Ахметова К.К. Литологические особенности пермских отложений в разрезе скважины Полярная 1 (Таймыр) .....	93
Ахметшина Э.Р. Ванадиеносность нефтей башкирского яруса Степноозерской площади (Восточный борт Мелекесской впадины) по данным ЭПР.....	94
Бекботаева А.А. Петрографический состав и особенности формирования руд Жезказганского месторождения медистых песчаников.....	95
Белицер Д.С. Литолого-геохимические особенности позднепалеозойских отложений и перспективы нефтегазоносности в пределах Кыстыктахского структурного выступа по результатам бурения скважины Полярная-1 (Норильский район) .....	97
Бондаренко Н.А. Уникальный поделочный камень – ирнимит.....	99
Вагина Е.А., Миллер О.А. Отражательная способность сульфидных минералов и ее особенности на примере пирита и арсенопирита.....	100
Вагина Е.А., Миллер О.А., Рудмин М.А. Микротвердость минералов как источник генетической информации на примере пирита и арсенопирита.....	102
Воронцовская Н.Г. Циклические насыщенные и нафтеноароматические углеводороды нефтей разновозрастных отложений.....	104
Габдрахманов Р.Р., Гильмутдинов Р.Р. Геологическое строение и ванадиеносность Ярегского нефтетитанового месторождения.....	106
Габдурахманова Э. М., Горчаков Э.В., Глызина Т.С. О возможности определения платины по пику электроокисления индия в минеральном сырье.....	108
Данзанов В.Б. Диагностика минералов редких металлов с использованием электронного микроскопа.....	109
Дубовицкая А.В. Рудовмещающие породы и акцессорные минералы Анновского молибденового рудопроявления (Украинский щит, Украина) .....	111
Зайченко А.П., Семенюк С.А. Минералы месторождений редких земель и их диагностика с использованием электронного микроскопа.....	113
Зайченко А.П., Семенюк С.А. Изучение характера распределения и форм нахождения урана в углях пласта «Великан» (Черногорское месторождение, Минусинский бассейн) методом F-радиографии.....	115
Ильина Н.Н. Геохимия вулканогенно-осадочных пород ирганской свиты (Восточное Забайкалье) .....	117
Калашников К.С., Рудмин М.А., Горбунов Д.А. Тектурно-структурные особенности и вещественный состав марганцевых руд Сунгайского месторождения (Алтайский край) .....	118
Кириллова М.М. Ангидриты в нефтегазоносных отложениях (на примере девонских отложений скважины Полярная-1, Таймыр).....	120
Ксензова Г.М. Интрузивные комплексы в пределах полигона учебных практик в Хакасии.....	122
Логвиненко О.В. Петрографическая характеристика вмещающих пород участка Чашкатский (Хакасия) .....	124
Назимова Е.С. Платиноносность хромитового горизонта UG-2 Восточного Бушвельда, ЮАР.....	126
Николаева В.М. Осадочно-диагенетическая минерализация глинистых отложений верхнеюрского терригенного комплекса Северо-Восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба.....	128
Павлов О.В., Валиев Д.Т. Спектрально-кинетические характеристики катодолуминесценции чароита... месторождения (Рудный Алтай).....	130
Павловская А.В. Глинистые минералы в рудах Рубцовского колчеданно-полиметаллического месторождения (Рудный Алтай).....	132
Сасим С.А. Шошонит-латитовая и трахибазальтовая серии Александрово-Заводской впадины (Юго-Восточное Забайкалье) .....	134
Силкин В.А., Лебедева Е.Д. Минералогия рудопроявления «Майское» (Хакасия) .....	136
Тимко Е.Ю. Типоморфизм гранатов биотитовых гранитов и редкометалльных пегматитовых жил Эгиндабинского массива (Хангай, Центральная Монголия) .....	138
Чикишева Т.А., Тихонов П.С. Результаты минералогических исследований эфельных отвалов россыпного месторождения платиноидов Кондер.....	139
Шмидке К.В. Геохимические особенности Бакчарского железорудного месторождения.....	140
Яковлева Е.И. Цветные камни в ультрамафитах уфалейско-кемпирсайского пояса (Урал) .....	143
Ильенок С.С. Самородные элементы и сплавы в углях и золах углей Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна.....	145

### Секция 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.

#### МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Ананьев Ю.С. Метасоматические процессы в черносланцевых толщах (на примере Западной Калбы, Восточный Казахстан).....	148
Абдулхаков З.Ф. Геология и особенности разведки участка «Шурапский-Северный» Кедровско-Крохалевского угольного месторождения.....	152
Адигешова П. М. Эпигенетические урановые месторождения Казахстана.....	154
Алексеев К.Ш. Кварц-золото-сульфидная минерализация месторождения Ирокинда (Республика Бурятия).....	156
Алексеева О.Е. О коренных рудопроявлениях титана, меди и золота Малиновского участка Ариадненского металлогенического пояса (Приморье) .....	157

<b>Бабяк В.Н.</b> Типоморфные термоэлектрические показатели руд Быковского месторождения (Карачаево-Черкесская республика).....	158
<b>Барабашева Е.Е., Оленников А.Ю.</b> Особенности образования и рудоносности Кличкинского рудного узла на территории Забайкальского края.....	159
<b>Безик А.В.</b> Сравнительная характеристика вещественного состава традиционных и нетрадиционных источников высококалийного полевошпатового сырья.....	161
<b>Белозерова А.А.</b> Опыт применения геохимических и геофизических методов для изучения золотоносных россыпей, кор выветривания и коренной золоторудной минерализации Дюбкошского грабена.....	163
<b>Гусев Д.Д.</b> Геологическое строение и особенности состава кимберлитовой трубки «Ноябрьская».....	166
<b>Данзанов В.Б.</b> Сравнительная характеристика эндогенных урановых месторождений в карбонатных толщах.....	167
<b>Закиров М.И.</b> Сравнительная характеристика проявлений золота Енисейского кряжа и Восточного Саяна.....	170
<b>Захаров А.О.</b> Особенности распределения титан-цирконового сырья Ергенинской возвышенности (Республика Калмыкия).....	172
<b>Иванова Н.С.</b> Алмазные туффзиты месторождений Вишерской группы.....	172
<b>Кадыров Р.И.</b> Геохимические исследования продуктивных пластов Сюкеевского месторождения гипса (Республика Татарстан).....	174
<b>Калько И.А.</b> Перспективность участка «Куст» по геохимическим данным (Баимская рудная зона, Западная Чукотка).....	176
<b>Кортких С.А.</b> О некоторых закономерностях размещения волластонитового сырья в Синюхинском рудном поле (Горный Алтай).....	178
<b>Мальшева Е.С.</b> Предварительные данные литолого-фациальных, минералого-геохимических особенностей локализации уранового оруденения и рудовмещающих пород месторождения Кореткондинское (Витимский урановорудный район).....	180
<b>Мартемьянова К.С.</b> Рудная минерализация меридиональных тел рудопроявления «Ольча».....	182
<b>Марьясов Р.К., Шнайдер А.В.</b> Геолого-геохимические типы и перспективы золоторудной минерализации северо-западного продолжения центральной золотоносной зоны Енисейского кряжа.....	184
<b>Опарин И.А.</b> Основные результаты доразведки Кия-Шалтырского месторождения нефелиновых руд.....	186
<b>Проконьев Ф.С., Бушманов А.И.</b> Космоструктурная позиция полиметаллических месторождений Рудного Алтая (Российская часть).....	188
<b>Пустовит О.Е.</b> Факторы локализации и минеральный состав молибденовых рудопроявлений Северо-Западного Кавказа.....	189
<b>Радыш А.Ю.</b> Геохимические ассоциации в пределах листа государственной геологической карты К-37-VI (Карачаево-Черкесская Республика).....	191
<b>Руселик Е.С.</b> Месторождения бентонитов центра Сибири как сырьевая база обеспечения металлургического и нефтегазового комплексов Восточно-Саянского и близлежащих центров экономического развития.....	192
<b>Семиколонова О.С.</b> Районирование Кузбасса по газоносности каменных углей.....	194
<b>Сидорин П.С.</b> К 130-летию со дня рождения профессора Томского политехнического университета (ТПИ) П.П. Гудкова – основателя сибирского геологического комитета.....	196
<b>Сидорина Ю.Н.</b> Применение полевого рентгено-флуоресцентного анализатора Niton XL3t900 для определения содержаний рудных элементов при минералого-геохимическом картировании.....	197
<b>Синдякова А.А.</b> Типоморфизм пиритов в рудах и вмещающих породах Первомайского медноколчеданного месторождения (Северный Кавказ).....	199
<b>Фисенко В.Г.</b> К вопросу об информативности методов при поисках золотого оруденения в пределах Иочиминской рудной зоны (Енисейский кряж).....	200
<b>Хряпин Д.А.</b> К вопросу о стратиграфическом контроле золотого оруденения месторождений черносланцевой формации (Ленский золоторудный район).....	203
<b>А.В. Цыганков</b> Проблемы применения пространственно-статистического анализа в геологии (на примере листа геологической карты К-38-I).....	204

#### Секция 4. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

<b>Рассказов Н.М.</b> Оценка гидрогеологических условий освоения угольно-метановых месторождений Центрального Кузбасса.....	207
<b>Антонова Е.В.</b> Исследование закономерности между компрессионным и штамповым модулем общей деформации глинистых грунтов Краснодарского края.....	209
<b>Бабкина А.Б.</b> Экзогеодинамические процессы береговой зоны Баренцева моря в районе поселка Териберка – основные факторы, определяющие ее инженерно-геологические условия.....	211
<b>Боброва Е.А.</b> Особенности районирования экзогенных геологических процессов и явлений Обь-Надымского междуречья.....	213
<b>Боклаг Т.А., Кондратьев М.С.</b> Некоторые результаты гидрогеоэкологического обследования территорий архитектурных памятников г. Томска.....	215

<b>Ван-Хо-Бин Д.А.</b> Исследование пластичности грунтов при строительстве сухого дока в бухте Врангель (Приморский край).....	217
<b>Дербенева Н.Н.</b> Особенности болотных ландшафтов территории нижнего течения р. Томи.....	219
<b>Девятерикова В.О.</b> Оценка пучинистости грунтов участка в пределах железнодорожной линии Беркакит-Томмот-Якутск.....	221
<b>Дребушевская А.А.</b> Типизация инженерно-геологических условий Стрежевского участка по динамической устойчивости.....	224
<b>Жабин В.Ю.</b> Физико-механические свойства грунтов территории предполагаемого строительства Северной АЭС.....	226
<b>Зевахин А.А.</b> Особенности развития процессов сдвижения на примере Березовского золоторудного месторождения.....	229
<b>Иванова Е.А.</b> Инженерно-геологическая оценка территории с развитием лёссовых грунтов.....	231
<b>Ковалева Е.Н.</b> Инженерно-геологическая характеристика и оценка устойчивости богатых железных руд Яковлевского месторождения в подземных выработках.....	232
<b>Козлов А.В.</b> Периодизация гидрогеологической истории Анабаро-Хатангской седловины.....	234
<b>Максимов И.В.</b> Особенности проявления опасных инженерно-геологических процессов и ликвидация их последствий при строительстве Омского метрополитена.....	236
<b>Малаев С.В.</b> Геотехническое моделирование и прогноз устойчивости склонов под фундаменты зданий и сооружений гондольно-кресельной канатной дороги.....	238
<b>Поздеева А.И.</b> Тиксотропные свойства грунтов города Ханты-Мансийска.....	239
<b>Покровский В.Д.</b> Моделирование гидродинамических условий микрорайона Черемошники.....	241
<b>Семенова М.М., Азаренко О.И., Валитова К.П.</b> Характеристики стока рек Салаирского кряжа.....	242
<b>Славинская М.Ю.</b> Особенности инженерно-геологического районирования Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа.....	243
<b>Сотникова А.В., Безуглая-Анненкова И.Н.</b> Изучение Атлым-Новомихайловского водоносного горизонта для целей поддержания пластового давления на месторождениях Шаимского нефтегазоносного района.....	244
<b>Фи Хонг Тхинь</b> Инженерно-геологические условия Ханоя (Вьетнам).....	246
<b>Чепрасова А.С.</b> Мониторинг загрязнения подземных вод скоплениями нефтепродуктов в приустьевой части долины р. Туапсе.....	248
<b>Эль Шинави А.А., Жабин В.Ю.</b> Прогноз специфических свойств грунтов территории нижнего течения р. Томи.....	250

#### Секция 5. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

<b>Балтрушайтите К. Ю.</b> Гидрогеохимические условия АВ1 горизонта Советского нефтяного месторождения.....	253
<b>Батозская Ю.А.</b> Оценка антропогенного воздействия на природный объект на примере р. Кисловка (Томская область).....	255
<b>Боровкова О.А.</b> Изменение химического состава подземных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса под влиянием эксплуатации месторождений нефти севера Сургутского нефтегазоносного района.....	257
<b>Винокурова А.А.</b> Изменения содержания сульфатов в поверхностных водах в процессе отработки месторождений россыпного золота бассейна р. Лебедь Республики Алтай.....	259
<b>Гриков С.В.</b> Организация водоснабжения предприятия ОАО «Сибирь», (г. Томск).....	262
<b>Дзязько С.Р.</b> Закономерность размещения минеральных вод в зоне активного водообмена гидрогеологических массивов в пределах Обь-Енисейской речной системы.....	264
<b>Зибарева Н.Е.</b> Эколого-правовые аспекты рационального использования ресурсов пластовых вод нефтяных месторождений Томской области.....	266
<b>Игнатова А. И.</b> Распределение микроэлементов в воде Телецкого озера.....	268
<b>Кернякевич П. С.</b> Оценка загрязненности основных водных объектов в Азиатской части Российской Федерации.....	270
<b>Кернякевич П.С.</b> Оценка загрязненности основных водных объектов в Европейской части Российской Федерации.....	272
<b>Кокова М.И.</b> Исследования химических и органолептических свойств родников междуречья р. Туим и р. Даргужуль Ююсо-Ширинской степи.....	274
<b>Кривошеина А.А.</b> Сравнительный анализ правовой базы государственного управления водными ресурсами России и Канады.....	276
<b>Крохта К.В.</b> Эколого-геохимическая характеристика лагуны Берр (Франция).....	277
<b>Кузеванов К.К.</b> Пространственное изменение минерализации и химического состава подземных вод палеогеновых отложений.....	279
<b>Курлянов Н.А.</b> Возможные причины выпадения солей и прогнозирование солеотложения в системе ППД Онбийского нефтяного месторождения.....	280
<b>Левина О.О.</b> Эколого-геохимическое состояние озера Мавлюкеевского (г. Томск).....	282
<b>Лисина И.С.</b> Обработка артезианской воды в электролизере с нерастворимым анодом.....	284



<b>Лимарева А.А.</b> Методика прогнозирования зоны влияния водозабора подземных вод Секисовского горнорудного предприятия (Республика Казахстан) с целью оптимизации программы мониторинга водных объектов.....	286
<b>Ложникова О.А.</b> Состав вод хозяйственно-питьевого назначения села Каргасок (Томская область).....	288
<b>Нестерова М.В.</b> Химический состав шахтных вод шахты Комиссаровской в Восточном Донбассе.....	290
<b>Нигматуллина Д.А., Тухватуллина Г.А.</b> Некоторые особенности формирования состава природных вод в сельскохозяйственных районах средней полосы России (на примере Татарстана) .....	291
<b>Оролбаева Л.Э., Клименко Д.П.</b> Водные ресурсы и экологические риски в условиях восточной части Чуйской впадины.....	293
<b>Пшенинкова Н.А.</b> Процессы формирования соленосных донных отложений в условиях холодного климата (на примере озер Баргузинской впадины) .....	294
<b>Скороходова А.А.</b> Исследование компонентов, определяющих цветность болотных вод.....	296
<b>Солдатова Е.А.</b> Геохимические типы вод родников Троице-Сергиевой лавры.....	298
<b>Файзрахманова З. Г.</b> Рациональные методы обезжелезивания воды.....	300
<b>Хахалина Е.А.</b> Химический и микробиологический состав озера Тёплого.....	301
<b>Черникова М.А.</b> Формирование содовых по составу шахтных вод в Гуково-Зверевском районе восточного Донбасса.....	304
<b>Шабалина Ю.А.</b> Химический и микробиологический состав воды озера Кирек.....	305
<b>Шумакова Д.М.</b> Элементы водного баланса участка Бакчарского болотного массива (Томская область) .....	307

#### **Секция 6. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

<b>Исаев В.И.</b> Интерпретация данных гравиметрии, геотермии и геохимии при прогнозно-поисковой оценке нефтегазоносности объектов.....	310
<b>Адигешова П.М.</b> Возможность оценки качества углей с помощью нейтронных методов.....	315
<b>Байболова Ш.Ж.</b> Алгоритм и результаты оценки доли адсорбированной воды в составе остаточной водонасыщенности нефтегазоносных коллекторов.....	316
<b>Беспалов А.А.</b> Закономерности проявления процессов карбонатизации пород на месторождениях углеводородов по геофизическим данным.....	318
<b>Бурков Ф.А.</b> Исследование связи геофизической характеристики аргиллитов баженовской свиты с продуктивностью месторождений Верхнеюрского нефтегазоносного комплекса.....	320
<b>Витвицкая М.М.</b> Эффективность использования нейтронных методов геофизических исследований скважин при определении водонефтегазовых контактов.....	322
<b>Голодных Е.В.</b> Сравнение данных забойной телесистемы сиб 2.0 и гироскопического инклинометра ИГН-73.....	324
<b>Дадаев Д.М.</b> Эффективность метода измерений градиента магнитного поля.....	326
<b>Дешененков И.С., Петров А.Н.</b> Разработка модели капиллярного давления для изучения насыщения коллекторов нефти и газа по данным геофизических исследований скважин.....	328
<b>Дешененков И.С., Петров А.Н.</b> Обоснование петрофизической модели гранулярного коллектора.....	330
<b>Забуга Е.С., Кайгородов С.В.</b> Построение характеристических сопоставительных кросс-плотов для определения типа зеркала свободной воды и наличия ошибок в замерах инклинометрии и сейсмических данных.....	332
<b>Калинин В.Н.</b> Особенности проведения геолого-технологических исследований при бурении в терригенных разрезах горизонтальных скважин на нефть и газ.....	334
<b>Калинин В.Н.</b> Пути уменьшения воздействия негативных факторов, влияющих на информативность проведения геолого-технологических исследований при бурении скважин на нефть и газ.....	336
<b>Ковалев И.Б., Тенгелиди Д.И.</b> Применение полосовых фильтров для количественной интерпретации гравимагнитных аномалий.....	338
<b>Коваль Я.Н.</b> Электропроводности при определении характера насыщения сложнопостроенных пород-коллекторов.....	340
<b>Курашов И.А.</b> Влияние точки отнесения сейсмической трассы на растяжение записи.....	342
<b>Нагорняк Р.И.</b> Применение геофизических методов исследований скважин при контроле за разработкой месторождений.....	344
<b>Нугманов И.И., Еронина Е.Е.</b> Прогнозные нефтепоисковые работы на основе геодинамических критериев в пределах Каукбашского и Сарайлинского участков (Южно-Татарский свод).....	345
<b>Пеньковая О.В.</b> Особенности сейсмической активности перед катастрофическим Симуширским землетрясением (15 ноября 2006 год) с магнитудой $m_w=8,3$ в его очаговой области.....	346
<b>Пятковская И.О.</b> Применение геофизических ядерно-магнитных исследований при разработке нефтегазовых месторождений.....	348
<b>Соколов С.В.</b> Геофизические признаки локализации месторождений золота в Патомском нагорье (Восточная Сибирь).....	349
<b>Шарафиев Д.М., Гаврилов М.Н.</b> О геофизических критериях золотоносности на примере участка «Продольный» (Бодайбинский район, Иркутская область).....	351

<b>Шатская А.А.</b> Возможности наземной сейсморазведки при прогнозировании фильтрационно-ёмкостных свойств нефтегазовых резервуаров.....	352
<b>Шихова Т.Л.</b> Западный склон Урала с позиций глубинных сейсмических исследований.....	354
<b>Яковенко О.В.</b> Сейсмогеологическое моделирование разрезов верхнеюрских продуктивных коллекторов (на примере Крапивинского месторождения).....	356

#### Секция 7. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

<b>Запывалов Н.П.</b> Проблемы повышения нефтеотдачи на месторождениях Западной Сибири.....	359
<b>Ахметшина Г.В.</b> , Прогноз нефтегазоносности отложений баженовской свиты с помощью комплексного анализа методов ГИС и кернового материала.....	362
<b>Бабииков А.А.</b> Влияние тектонических процессов на формирование ловушек углеводородов северо-западной части Калгачского мезовыступа.....	363
<b>Беженцев С.А.</b> Особенности образования и строения тогурской свиты и перспективы нахождения залежей углеводородов в пределах Усть-Тымской впадины (Томская область).....	365
<b>Болотова С.В.</b> Грязевого вулканизм, сейсмичность и нефтегазоносность.....	367
<b>Быкова А.Б., Колесниченко Ю.С.</b> Особенности геологического строения юрских отложений месторождений Сургутского свода.....	369
<b>Губаева Ф.Р.</b> Условия формирования продуктивного пласта БВ-8 Повховского месторождения.....	371
<b>Гусева Т.В.</b> Особенности распределения фильтрационно-ёмкостных свойств пород-коллекторов доюрского возраста, вмещающих залежь нефти на Фестивальном месторождении.....	373
<b>Дробилина Е.Г.</b> Построение трёхмерной геологической модели пласта Ю <sub>1</sub> <sup>2</sup> Двойного нефтяного месторождения (Томская область).....	375
<b>Дудка М.Ю.</b> Состав и нефтегазоносность неоккомских отложений Приобского нефтегазового месторождения.....	377
<b>Жанаделова Г.Б.</b> Модель строения и нефтегазоносность оксфордского регионального резервуара северо-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.....	378
<b>Жестерев С.И.</b> Обоснование перспектив газоносности Восточно-Интинской II структуры.....	380
<b>Жилина Т.В.</b> Геологическое строение и палеоструктурный анализ горизонта Ю-1 на Ледовом месторождении (Томская область).....	382
<b>Камалева А.И.</b> Изучение вещественного состава пород кристаллического фундамента и коры выветривания на примере кернового материала ряда параметрических скважин республики Татарстан.....	384
<b>Каминский Е.Ю.</b> Ученые о влиянии спутников на дрейф континентов.....	386
<b>Карпов И.А.</b> Влияние условий осадконакопления на толщину, сопротивление зоны проникновения и их взаимосвязь с коллекторскими свойствами.....	387
<b>Ким А.И.</b> Геологи-нефтяники, выпускники 50-х годов Томского политехнического института – их место роль в открытии и разведке нефтегазовых месторождений Западной Сибири (к 110-летию горно-геологического образования в Сибири).....	389
<b>Ковешников А.Е., Большаков М.С.</b> Типы резервуаров в нефтегазоносных палеозойских отложениях Нюрольского осадочного бассейна.....	392
<b>Ковешников А.Е., Сидоров С.В.</b> Типы ловушек в нефтегазоносных палеозойских отложениях Нюрольского осадочного бассейна.....	394
<b>Коротков С.А.</b> Пример выделения возможных ловушек углеводородов при комплексном использовании результатов анализа сейсмического разреза с позиций секвенс-стратиграфии и динамико-флюидной модели среды.....	396
<b>Кудряшова Л.К., Сунгурова О.Г.</b> Структурно-фациальные условия формирования доюрского комплекса пород юго-восточной части Нюрольской впадины.....	398
<b>Кудряшова Л.К., Сунгурова О.Г.</b> К вопросу об эффективной разработке мелких месторождений углеводородов.....	401
<b>Мелкшиев О.А.</b> Применение кривизны поверхности для оценки тектонической трещиноватости верейской покрывки Пултовско-Кедровской аллохтонной пластины.....	403
<b>Милияхметова А.Г.</b> Влияние вторичных процессов на коллекторские свойства карбонатных отложений северо-восточного фланга Башкирского свода (Волго-Уральской нефтегазоносной провинции).....	405
<b>Минибаев Н.Р., Ягудин Р.И.</b> Фациальная неоднородность пласта Ю <sub>2</sub> Ловинского месторождения.....	406
<b>Надежкин Д.В.</b> Органическое вещество майкопских отложений Черноморского бассейна.....	407
<b>Парфёнова А.А.</b> Литолого-петрографические особенности и фильтрационно-ёмкостные свойства пород мальшевского горизонта в параметрической скважине № 1 Южно-Пыжинской площади.....	409
<b>Петроченко Е.Н.</b> Условия образования, литологические особенности и нефтеносность пласта Ю <sub>1</sub> <sup>1</sup> Двойного месторождения (Томская область).....	411
<b>Прахов А.Н.</b> Сейсмогеологическая модель Верх-Тарского месторождения.....	414
<b>Севонькаева К.С.</b> Исследование теории трёхслойного природного резервуара на нефтяных объектах Пермского края.....	416
<b>Скотникова Д.А.</b> Методы повышения эффективности разведки месторождений нефти и газа Непско-Ботубобинской антеклизы на примере Верхнечонского месторождения.....	418

<b>Сорокоумова И.Е.</b> Отложения палеорусел рек предгорных равнин на юго-востоке Западно-Сибирской плиты.....	419
<b>Средняков К.А.</b> Космоструктуры и нефтегазоносность Красноленинского свода Ханты-Мансийского автономного округа.....	420
<b>Стариков А.Н.</b> Особенности доразведки неоконских клиноформных резервуаров Среднего Приобья (на примере Приобской нефтеносной зоны).....	422
<b>Суслова Э.Ю., Савелова М.А., Обласов Н.В.</b> Геохимические исследования процессов нефтегазообразования в кайнозойском генерационном комплексе Западного Предкавказья.....	424
<b>Сюрин А.А.</b> Модель строения батского регионального резервуара Уренгойского района.....	426
<b>Титов Ю.В.</b> Геохимические особенности нижнемоловой запольной свиты на территории Пяяхинского месторождения Пур-Тазовской нефтегазоносной области.....	428
<b>Ушахин А.Н.</b> Анализ эффективности применения гидравлического разрыва пласта на примере месторождений Нижневартовского нефтегазоносного района.....	430
<b>Шишиманиди И.В.</b> Концентрация органического углерода и пиролитические характеристики триасовых и нижнеюрских отложений острова Котельный (Новосибирские острова).....	432
<b>Юшина А.С.</b> Стратотипический разрез пластов группы БЯ Ямало-Гыданского фациального района.....	434
<b>Ягудин Р.И., Минибаев Н.Р.,</b> Пиритизация аргиллитов бобриковского горизонта по данным термокаппаметрии пород (на примере керна скважины Южно-Ржавецкого нефтяного месторождения РТ).....	436
<b>Ботев И.А.</b> Путь профессионального роста в системе геологической службы Советского Союза (о времени и о себе) (к 110-летию горно-геологического образования в Сибири).....	438

#### Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

<b>Ананьев Ю.С.</b> Дистанционное зондирование в изучении рудных и нефтегазовых районов Сибири.....	439
<b>Алексеева М.Н., Яценко И.Г.</b> Геоинформационная оценка влияния нефтеразливов на состояние окружающей среды.....	440
<b>Антропов А.В., Голобородов М.С.</b> Перспективы использования WEB-технологий в гидродинамическом моделировании.....	442
<b>Ахметшина Г.В.</b> Прогноз нефтеносности отложений баженовской свиты с помощью комплексного анализа методов ГИС и кернового материала.....	443
<b>Байков Р.В., Макаров И.В.</b> Использование блочной модели и компьютерных программ оптимизации границ ведения горных работ для целей решения задач стратегического планирования развития горного производства на примере месторождения «Золотое».....	445
<b>Бушманов А.И., Проккопьев Ф.С.</b> Космоструктурная позиция Турунтаевской рудной зоны (Кольвань-Томская складчатая зона).....	447
<b>Выдрик Д.Е.</b> Использование метода спектрального угла для выделения вещественных комплексов.....	449
<b>Евдокимов С. А., Кадыров Р.И.</b> Структура порового пространства пород – коллекторов турнейского яруса Ново-Елховского нефтяного месторождения по данным исследований шлифов с помощью метода Definiens eCognition.....	451
<b>Каждан М.В., Котенев М.Ю.</b> Оценка влияния параметров неоднородности продуктивного пласта на степень выработки запасов нефти месторождений Пермско-Башкирского свода.....	452
<b>Кулешов А.П.</b> Проблема определения параметров грунта программных комплексов, основанных на методе конечных элементов (на примере программного комплекса PLAXIS).....	454
<b>Макаров И.В., Пронский В.А.</b> Оптимизация ведения открытых горных работ с использованием горно-геологических информационных систем на примере месторождения «Горевское».....	456
<b>Перемитина Т.О., Яценко И.Г.</b> Прогнозирование состава и свойств нефти новых месторождений с применением статистических методов и геоинформационных технологий.....	457
<b>Петров М.В.</b> Космогеологические структуры Бодайбинского рудного района (месторождение «Чертово корыто»).....	460
<b>Самданов Д.А., Глушкова Н.В.</b> Анализ цифровых моделей рельефа при геоморфологическом районировании территории по степени расчлененности для оптимизации поиска алмазных россыпей.....	461
<b>Янкович А.С.</b> Использование программного обеспечения ArcGIS для изучения закономерностей распределения элементов в природных водах Хакасии.....	462

#### Секция 9. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО. НАУКА И ПРАКТИКА

<b>Антонова О.Б.</b> Особая экономическая зона «Байкальская гавань» и её землеустройство.....	464
<b>Бабинович Л.В., Федотова Д.Д.</b> Водные ресурсы Обь-Томского междуречья и их роль в землеустройстве.....	465
<b>Вакарь Ю.В.</b> Образование на поверхности Земли зон антропогенеза вследствие литосферно-атмосферно-космических процессов.....	467
<b>Герасимова О.А.</b> Точное земледелие.....	469

---

<b>Горохова М.С.</b> Проблема учета биоминерализации животных и растений в земельно-правовых отношениях.....	471
<b>Грязнова Н.В.</b> Землеустройство в условиях экологической нестабильности территории.....	473
<b>Дрогин В.В.</b> Лагерный сад г. Томска – уникальный памятник природы.....	474
<b>Ельмова М.Г.</b> Охрана и рациональное использование земельных ресурсов.....	476
<b>Кравчук А.Е.</b> Земельно-имущественные отношения на территории Обь-Томского междуречья в связи с эксплуатацией подземных вод.....	478
<b>Малова К.А.</b> Синергетика электромагнитных систем литосферы.....	480
<b>Мишунина А.С., Жуков К.Е.</b> Современное состояние земельного фонда Томской области.....	482
<b>Садыков Т.М., Фролова В.С.</b> Экологизация землеустройства урбанизированных территорий.....	484
<b>Смирнова А.С.</b> Леночный бор в Казахстане – вчера, сегодня завтра .....	485
<b>Теущак Е.А., Веснина В.О.</b> Геолого-разведочный факультет ТПУ в 1959 году. Студенческая коммуна «Голландия» (к 100-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири).....	487
<b>Холод В.В.</b> Экологические аспекты использования земель Кемеровской области.....	488
<b>Шереметьева В.П., Летягина Т.В.</b> Состояние и возможные перспективы рекультивации Томского полигона твердых бытовых отходов.....	490

Научное издание

Проблемы геологии и освоения недр  
Труды XV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова  
студентов и молодых ученых

I Том


Издательство ТПУ  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс (3822) 563535, 564557  
e-mail: [publish@tpu.ru](mailto:publish@tpu.ru)

Подписано к печати 00.00.2011. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .  
Заказ . Тираж экз.



Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.  
Тел. / факс: 8(3822) 56-35-35. [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)

## Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ



*Вход в Центр*

НК «ЮКОС» был открыт Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела. Обучение в Центре проводится на основе магистерских программ шотландского университета Heriot-Watt (Шотландия, г. Эдинбург). Центр осуществляет подготовку специалистов по трем направлениям: Нефтяной инженеринг (MSc in Petroleum Engineering), Геология нефти и газа (MSc in Reservoir Evaluation) и Технология нефти и газа (MSc in Oil and Gas Technology). Обучение в Центре проходит в течение 12 месяцев и дает слушателям интегрированные знания и навыки командной

В последнее время крупнейшие нефтяные компании мира ставят перед собой ряд вопросов, решение которых будет способствовать развитию отрасли: интенсификация добычи нефти, развитие технологий добычи и др. Все больше внимания уделяется качеству образования работников, уникальности их знаний и пониманию процессов, происходящих на рынке нефти. Появление новых технологий на нефтедобывающих предприятиях требует участия специалистов, обладающих комплексными знаниями. В связи с этим, в сентябре 2001 года на базе Томского политехнического университета при поддержке



*Лекция*

работы, что является необходимым условием для успешной карьеры в современной нефтегазовой промышленности.

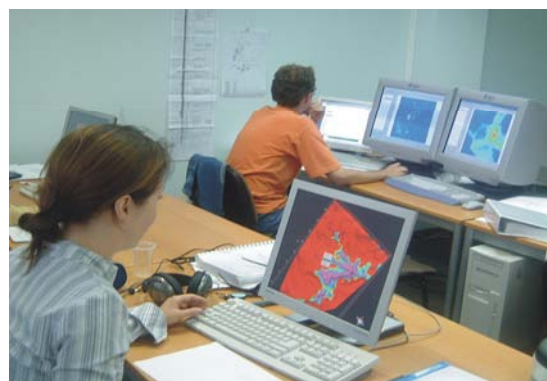
Лекции читаются на английском языке профессорами Эдинбургского университета, а также аккредитованными преподавателями Центра. После завершения программ слушатели приобретают образование международного стандарта, степень магистра университета Heriot-Watt и диплом о профессиональной переподготовке Томского политехнического университета. Каждая



*Студенты в библиотеке*

магистерская программа состоит из 4-х семестров, во время которых слушатели посещают лекционные и практические занятия.

Обучение ведется по основным специальным дисциплинам: нефтепромысловая геология, геофизика, физика пласта, разработке месторождений, моделированию, технологии добычи, бурению и экономике. По каждой дисциплине студенты сдают письменные экзамены на английском языке. Знания, полученные в рамках теоретических модулей, затем реализуются на практике при выполнении группового проекта, главная цель которого – интеграция полученных



*В компьютерном классе*

знаний при работе с реальными промышленными данными. Студенты защищают свои групповые проекты перед экспертной комиссией. Имея все необходимое оборудование, Центр проводит видеоконференции с университетом Heriot-Watt в режиме реального времени. Поэтому в состав экспертной комиссии входят также и преподаватели из Эдинбурга. Более глубокие знания по выбранной специализации слушатели получают при работе над индивидуальными проектами, когда каждый студент проводит исследование по конкретной проблеме и по результатам работы подготавливает отчет. Индивидуальные проекты разрабатываются с учетом реальных проблем нефтяных и газовых месторождений.

Данная исследовательская работа является эквивалентом магистерской диссертации. Центр имеет современное техническое оснащение – более 150 персональных компьютеров, 5 рабочих станций



**Зал 3D-визуализации.  
Защита геологами дипломных работ**



**Вручение дипломов магистрам в  
Британском посольстве**

дисках на русском и английском языках. Кроме этого, Центр располагает периодическими специализированными изданиями и справочной литературой. Библиотека постоянно пополняется новинками.

На сегодняшний день уже третий набор слушателей готовится к получению магистерских дипломов. Выпускники Центра прошлых лет уже проявили себя как опытные и высококлассные специалисты в различных компаниях нефтяного сектора. Качественные знания и системность мышления делают выпускников конкурентоспособными на рынке труда.

SUN и единственный в Сибири зал 3D-визуализации. Данный зал используется в учебном процессе и позволяет наглядно продемонстрировать модель месторождения в трехмерном пространстве. Для практической работы Центр располагает грантами на использование специализированного программного обеспечения: Shlumberger GeoQuest, Landmark Graphics, EPS, Bentley, Aspen Technology.

Для студентов и преподавателей в Центре имеется своя библиотека, где собрана учебная литература по основным модулям, которые читаются во время обучения. Информация представлена на бумажных носителях, видеокассетах и компакт-



**Выпускники ЦППСНД в посольстве  
Британии**

**Обучение в ЦППСНД ТПУ по магистерским программам  
шотландского университета  
Heriot-Watt  
WWW.HW.TPU.RU**



Лицензия на право образовательной деятельности  
Серия А №169098 от 01.06.2006.



**Инновационный  
научно-образовательный**

## **ЦЕНТР**

**подготовки специалистов  
трубопроводного транспорта нефти и газа**

**Адрес: г.Томск, пр.Ленина, 2,  
строение 5 (20 корпус ТПУ),  
Россия, 634050.**

**Телефон: +7(3822) 42-61-53,**

**Факс: +7(3822) 41-90-17.**

**E-mail: [ktxng@tpu.ru](mailto:ktxng@tpu.ru), [sspost@mail.ru](mailto:sspost@mail.ru)**

**Почтовый адрес:  
г. Томск, пр. Ленина, 30,  
ТПУ, Россия, 634050**





## **Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа**



**Инновационный научно-образовательный центр создан с целью подготовки для ведущих транспортных и нефтегазодобывающих компаний специалистов мирового уровня с исключительными компетенциями в области транспортирования и хранения нефти и газа**

**Научный руководитель: Рудаченко Александр Валентинович, доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой транспорта и хранения нефти и газа**

### **О ЦЕНТРЕ**

Центр создан на базе кафедры транспорта и хранения нефти и газа Института геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета и обеспечивает подготовку магистров по Double – Degree программе.

Центр обладает современными мультимедийными классами, научно-исследовательскими лабораториями, конференц-залом с системой 3D-визуализации.

Учебный процесс проходит с использованием самого современного оборудования и программных продуктов: программы CFD, AUTODYN, LS-DYNA, Turbo Tools, Parallel processor, Spider Project, Fluent, стенд гидравлический универсальный ТМЖ 2, стенд «Гидродинамика», А1040М ПОЛИГОН - низкочастотный ультразвуковой томограф, дефектоскопы, цифровая акустико - эмиссионная система Valen AMSY-5, тепловизор, вибродиагностическое оборудование, ультразвуковой сканер, система лазерной центровки валов, лазерный доплеровский измеритель скорости потока (ЛДИС) и многое другое.

### **ЦЕНТР ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ**

- лабораторию гидрогазодинамики;
- лабораторию моделирования процессов трубопроводного транспорта углеводородного сырья;
- лабораторию технической диагностики оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию неразрушающих методов контроля;
- лабораторию трубопроводно-строительных материалов;
- лабораторию геодезического обеспечения строительства нефтегазопроводов и хранилищ;

- лабораторию оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию противокоррозионной защиты;



- лабораторию проектирования газонефтепроводов и хранилищ;
- лекционные аудитории;
- компьютерные и мультимедийные классы;
- кабинеты курсового проектирования.



## Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

### ОБУЧЕНИЕ В ЦЕНТРЕ

Обучение проходит по очной форме продолжительностью 2 года. Первый учебный год предполагает обучение по магистерской программе ТПУ «Надежность газонефтепроводов и хранилищ». Параллельно проводятся интенсивные языковые курсы, чтобы подготовить будущих магистров ко второму году обучения.

Обучение на втором курсе выполняется по методическим разработкам University of Calgary по магистерской программе Pipeline Engineering. Занятия проводятся на английском языке профессорами университета Калгари и преподавателями Томского политехнического университета, прошедшими специальную стажировку в Канаде.



Слушатели Центра, при успешном окончании обучения, получают степень магистра соответствующей специальности университета Калгари и диплом магистра ТПУ, что гарантирует им трудоустройство в компаниях нефтегазовой отрасли и проектных институтах.



**Преподавательский состав** – 15 человек, в том числе: 2 профессора, доктора технических наук и 8 доцентов, кандидатов технических наук.

### МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

#### Структура программы подготовки:

- теоретическая подготовка: 3 сем.- 756 часов аудиторных занятий;
- самостоятельная работа магистра: 3 сем. – 1170 часов;
- научно-исследовательская работа: 3 сем. – 774 часа;
- научно-исследовательская практика – 216 часов;
- подготовка и защита магистерской диссертации: 1 сем. – 1080 часов.

**Всего:** специализированной подготовки – 3996 часов.

#### Дисциплины направления магистерской программы:

- современные проблемы науки;
- история и методология науки;
- компьютерные технологии в науке и образовании;
- философские проблемы естественных, гуманитарных и технических наук;
- мировая экономика нефтегазовых ресурсов;
- финансово-экономический анализ нефтегазовых проектов;
- основы ресурсо- и энергосберегающих технологий углеводородного сырья;
- современные представления о нефтяных дисперсных системах;
- физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем;
- автоматизация управления нефтегазовыми технологическими процессами и производствами;
- иностранный язык.

#### Специальные дисциплины магистерской подготовки:

- мониторинг оборудования трубопроводного транспорта;
- компьютерные технологии решения задач трубопроводного транспорта;
- автоматизация проектирования систем трубопроводного транспорта;

## **Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа**

- прочность оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- алгоритмы при моделировании гидродинамических процессов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов.



### **Требования к кандидатам:**

- средний балл по диплому не менее 4,5;
- профессиональная ориентированность в области технических наук (механика, гидравлика, сопротивление материалов, основы конструирования, сварка, технология металлов и конструкционных материалов);
- способность к обучению и переобучению;
- знание английского языка;
- мобильность;
- знание компьютера;
- возраст до 35 лет.



### **ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ:**

- сочетать в себе углубленные знания по теории надежности технологического оборудования с учетом динамических, гидромеханических и термодинамических процессов при его эксплуатации;
- владеть современными компьютерными средствами группового и индивидуального проектирования газонефтепроводов и хранилищ с использованием геоинформационных технологий;
- проводить нестандартные расчеты по оптимизации технологических режимов транспортирования нефти и газа с учетом эксплуатационных параметров оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- в совершенстве владеть методами моделирования сложных гидродинамических процессов, выбирать оптимальные технологические режимы перекачки нефти и газа и параметры трубопровода с учетом профиля трассы;
- знать современные системы технического обслуживания и ремонта оборудования газонефтепроводов и направления их дальнейшего развития;
- в совершенстве владеть иностранным языком.

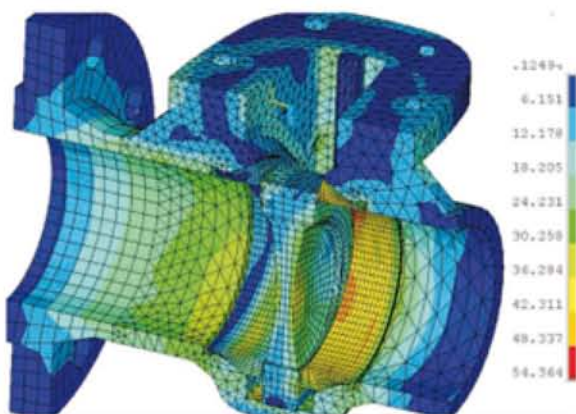
### **КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СПЕЦИАЛИСТОВ:**

- способность проводить сложные аналитические расчеты по анализу динамических, гидравлических и термодинамических характеристик оборудования трубопроводного транспорта;
- умение пользоваться сложным современным экспериментальным оборудованием при исследовании процессов, влияющих на эксплуатационные и прочностные характеристики газонефтепроводов и хранилищ;
- владение современными методами группового проектирования объектов трубопроводного транспорта с использованием автоматизированных систем управления проектами;
- знание современных методов повышения надежности оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа на этапах проектирования и эксплуатации;
- умение работать в команде.

## Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

### НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

- диагностика, оценка и прогноз технического состояния трубопроводов и насосно-компрессорного оборудования с использованием вибродиагностического и тепловизионного оборудования;



- исследование и оценка коррозионного состояния трубопроводов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопровода и оборудования (применяются экспериментальные методы и методы численного моделирования с использованием методов конечных элементов);
- повышение надежности технического состояния трубопроводов;
- разработка новых типов природных сорбентов для локализации и утилизации аварийных разливов нефти;
- прикладные и фундаментальные, численные и экспериментальные исследования в ламинарных и турбулентных, прямооточных и закрученных потоках жидкостей и газов в трубопроводах со сложной границей области движения рабочей среды.



### ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА ПО НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ И ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ:

- ОАО «АК «Транснефть»;
- ОАО «Газпром»;
- ООО «Стройтрансгаз»;
- ООО «Сибтрубопроводстрой»;
- ООО «Старстрой»;
- ОАО «Гипротрубопровод»;
- ОАО «ВНИИСТ»;
- ТомскНИПИнефть;
- Университет г. Калгари (Канада);
- Институт нефти и природного газа университета г. Мишкольц (Венгрия);
- Институт турбулентности г. Марселя (Франция);
- Институт нефти и газа г. Парижа (Франция);
- Институт технической теплофизики НАН Украины;
- Европейская организация исследований вопросов промышленной теплотехники МАТЭК (Словакия, Италия, Голландия, Германия, Украина).



### КОНТАКТЫ:

634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 2,  
строение 5 (20 корпус ТПУ).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Тел.: +7(3822) 42-61-53,  
Факс: +7(3822) 41-90-17.  
E-mail: [ktxng@tpu.ru](mailto:ktxng@tpu.ru), [sspost@mail.ru](mailto:sspost@mail.ru)

Почтовый адрес:  
634959, Россия, г. Томск,  
пр. Ленина, 30, ТПУ.



# ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Международный инновационный  
научно-образовательный центр**

## **«Урановая геология»**



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»



### Цель создания центра:

подготовка элитных специалистов в области геологии, поисков и разведки месторождений руд редких и радиоактивных элементов для минерально-сырьевого уранового комплекса России, высококвалифицированных геологов, подготовленных к профессиональной деятельности с учетом современных рыночных отношений и наукоёмких технологий.

Руководитель: Рихванов Леонид Петрович, профессор, доктор геолого-минералогических наук, Заслуженный геолог РФ, Заслуженный деятель науки РФ

### СТРУКТУРА МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «УРАНОВАЯ ГЕОЛОГИЯ»

- Учебно-научная лаборатория оптической и электронной микроскопии
- Учебно-научная лаборатория изотопной спектроскопии
- Учебно-научная лаборатория геотехнологии
- Учебно-научная лаборатория микро-элементного анализа
- Учебно-научная лаборатория ядерно-геохимических исследований

### МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА РУД РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ» (Срок обучения: 2 года. Степень: магистр геологии)

Необходимость реализации магистерской программы «Геология, поиски и разведка руд редких и радиоактивных элементов» вызвана **потребностью отечественных и зарубежных компаний, занимающихся разработкой урановых и редкометалльных месторождений в специалистах, умеющих интегрировать весь комплекс доступных данных по месторождениям урана (геохимия, минералогия, ядерная геофизика, радиогидрогеохимия и гидрогеология и др.):**

- для прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений урана и редких элементов на основе системного анализа всех совокупных данных по минерало-геохимическим, геофизическим и другим характеристикам объектов;
- для создания моделей формирования урановых и редкометалльных месторождений и обоснования способа их отработки с максимальной эффективностью и наименьшим воздействием на окружающую среду.

Подготовка специалистов нового уровня основана на реализации следующих основных принципов:

- **принцип элитарности:** набор лучших из лучших из 12 вузов России;
- **принцип элитарности научных, инженерных и педагогических школ:** 40-летний опыт подготовки геологов-редкометалльчиков; привлечение ведущих специалистов России и Мира для чтения мастер-курсов;



- **принцип уникальности образовательных программ и технологий с использованием мировых информационных ресурсов и HiTek оборудования:** ядерный реактор, альфа-и гамма-спектрометры, электронные и оптические микроскопы и анализаторы, коллекции минералов и руд всего Мира;

- **принцип стратегического партнёрства:** ООО «Компания «Базовый элемент» («БазЭл»), Университет Нанси (Франция), ФГУП «Урангео», Россия, производственные компании «Казатомпром», Казахстан и др.

## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

### КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПОДГОТОВЛИВАЕМЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- Наши выпускники умеют то, что не умеют выпускники потенциальных конкурентов. Наши выпускники привносят в компании уникальные компетенции.
- Создают модели месторождений.
- Разрабатывают прогнозно-поисковые критерии и признаки для выявления месторождений на основе моделирования.
- Выбирают и обосновывают технологии эксплуатации на основе использования численных методов моделирования миграции радионуклидов и формирования месторождений урана (3D - визуализация).
- Подготавливают ТЭО проектов разработки месторождений в соответствии с международными стандартами.
- Умеют получать новую минералого-геохимическую информацию с использованием современных ядерно-физических методов, в том числе на базе ядерного реактора.

- Управление проектами – менеджмент.
- Свободно владеют английским языком.



### КЛЮЧЕВЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ, К РЕШЕНИЮ КОТОРЫХ ПОДГОТОВЛЕННЫ ВЫПУСКНИКИ:

- Поиски, разведка, геолого-экономическая оценка и разработка месторождений радиоактивного и редкометаллического сырья.
- Поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях.

- Создание модели месторождения. Моделирование для оценки запасов руд и выбора кондиционных параметров.
- Разработка прогнозно-поисковых моделей различных геолого-промышленных типов месторождений.

### ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Первый год** обучения в магистратуре включает изучение дисциплин общего направления, предусмотренных для этой специальности требованиями ГОС ВПО Министерства образования и науки РФ.

**Второй год** обучения предусматривает обучение по дисциплинам узкой специализации с прохождением научно-исследовательской и производственной практик в одной из урановодобывающих компаний.

- Минералогия радиоактивных элементов;
- Геохимия радиоактивных элементов;
- Промышленно-генетические типы месторождений радиоактивных элементов. Металлогения;
- Радиогидрогеология и гидрогеохимия;
- Методы исследования радиоактивных руд;
- Геофизические методы при разведке и разработке урановых месторождений;
- Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии;
- Рациональная методика прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений руд, редких и радиоактивных элементов;
- Технично-экономическое обоснование проектов разработки месторождений по международным стандартам;

- Геотехнология добычи урановых руд;
- Основы технологии и переработки ядерных сырьевых материалов;
- Технология бурения эксплуатационных скважин при отработке месторождений урана методом ПСВ;
- Гидродинамика флюидных систем и моделирование гидродинамических процессов;
- Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов.



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

### НАУЧНАЯ ШКОЛА И ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИЙ СОСТАВ

Международный инновационный научно-образовательный Центр подготовки специалистов в области урановой геологии создаётся на базе кафедры Геоэкологии и геохимии ТПУ, которая ранее под названием «Кафедра Геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов» с 1956 года на протяжении 35 лет готовила специалистов для Первого Главка Министерства Геологии СССР, главной задачей которого было обеспечение страны урановым сырьём.

История создания кафедры уходит в далёкие 30-е годы, когда создавалась кафедра Месторождений полезных ископаемых. Она была открыта в 1931 году. Организатор и первый заведующий – член-корреспондент АН СССР **Ф.Н. Шахов**.

В 1954 году из состава кафедры месторождений полезных ископаемых была выделена в связи с открытием специализации по геологии редких и радиоактивных элементов (приказ Мингео СССР от 29.09.1954 г.) кафедра геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов (зав. кафедрой профессор В.К. Черепнин).

С 1956 г. по 1997 гг. по урановому профилю было выпущено 756 специалистов-редкометаллургов, в т.ч. 61 чел. получили дипломы с отличием.

**Таким образом, за этот период времени сложился коллектив преподавателей и выпускников, знающих урановую геологию, умеющих решать как тактические, так и стратегические задачи.**

**На кафедре сформировалась общепризнанная школа по урановой геологии и геохимии, имеющая традиции, опыт работы и, сравнительно молодые кадры, способные вести подготовку геологов-уранщиков на новом качественном уровне.**



Подготовку специалистов в Центре осуществляют доктора наук, профессор (**9**) и доценты, кандидаты наук (**4**) Томского политехнического университета, а также ведущие ученые Российской академии наук, специалисты с предприятий, зарубежных вузов.

### МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Центр располагает самым современным компьютерным, мультимедийным и уникальным лабораторным оборудованием. Здесь представлены:

- сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа;
- спектрофотометр «Флюорат-02 Панорама» с приставкой «Крио-2»;
- хроматограф «Хроматэкс-Кристалл 5000»;
- лабораторный микроскоп Axioskop 40 с системой анализа изображений;
- ртутный анализатор РА-915;
- лабораторный альфа-спектрометр;
- спектрометр для нейтронно-активационного анализа на основе аналогового модуля NIM;
- портативный гамма-спектрометр GS-512;
- переносной радиометр-спектрометр РСУ-01 «Сигнал М»;
- микроскопы серии «ПОЛАМ» разного типа;
- аппаратура для рентгеноструктурного анализа «ДРОН-3»;
- лазерный анализатор вещественного состава «LMA-10» с приставкой МААС;



- полевые гамма-спектрометры: РКП-305, РКП-305М;
- РЗА-4А – измеритель концентрации радона;
- стационарные (лабораторные) гамма-спектрометры «РУГ»;
- термолюминесцентные дозиметры разных типов и др.



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

В учебном процессе по подготовке специалистов для урановой отрасли используются уникальные коллекции минералов и руд различных типов урановых и редкометалльных месторождений бывшего СССР, которые хранятся в специально оборудованном хранилище общей площадью 20 м<sup>2</sup>. Этот коллекционный фонд насчитывает около 2000 образцов (аналогов в России нет).



Кроме того, в подготовке специалистов для урановой отрасли будет задействована ядерно-геохимическая лаборатория базовой кафедры, размещенная на площадях **Исследовательского ядерного реактора** Томского политехнического университета, активно используемая как современный инструмент подготовки специалистов для урановой геологии и проведения научных исследований в области разработки радиогеохимических методов прогнозирования и поисков руд редких и радиоактивных элементов.

### СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА

#### Вузы, академические и отраслевые институты:

- Университет Анри Пуанкаре (Нанси-1), Франция
- Университет Париж-11 (Орсей, Франция)
- Российский государственный геологоразведочный университет (Москва)
- Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН
- Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС)МПР
- Всероссийский научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ) МПР
- Институты СО РАН (Новосибирск, Улан-Удэ, Иркутск, Чита)

#### Государственные и частные компании:

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ФГУП «УРАНГЕО РФ» и его дочерние предприятия в Новосибирске «Берёзовгеология», Иркутске «Сосновгеология» и др.
- «Урановый холдинг АРМЗ» (ОАО «Атомредметзолото»)
- Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)
- РОСАТОМ и его предприятия «Горнорудная урановая компания ТВЭЛ»
- «AREVA» (Европейский урановый консорциум)
- «ВНР» (Австралия) и др.

### СТРАТЕГИЧЕСКИЕ КЛИЕНТЫ ЦЕНТРА

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ОАО «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)

- ОАО «Урановая горнорудная компания» РОСАТОМА
- ФГУП «УРАНГЕО» (МПР РФ)

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

Слушатели обеспечиваются комфортабельным общежитием и стипендией.

Заклучившим контракт с предприятием, предполагается выплата стипендии размером 300 евро.

По окончании гарантируется трудоустройство и достойная оплата труда.





Лицензия на право образовательной деятельности  
Серия А №169068 от 01.06.2005.



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

Контактная информация:  
634050 г.Томск, пр.Ленина 2,  
Офис 535 Кафедра ГЗГК,  
тел.: (3822) 418910,  
e-mail: rikhvanov@tpu.ru  
<http://urangeo.tpu.ru>

