Федеральное агентство научных организаций
Институт геологии
Коми научный центр
Уральское отделение РАН

ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

ТОМ III

Геология нефти и газа
Органическая геохимия
Поиск и разведка рудных и нерудных полезных ископаемых, гидрогеология
Освоение минерально-сырьевых ресурсов региона, недропользование
Геоэкология
Новые геотехнологии, новые методы и средства
История геологических исследований,
геологическое наследие, геологическое образование

Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми
15—17 апреля 2014 г.

Сыктывкар
Геопринт
2014

УДК 55+553.042 (470.1)

Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми. Т. III. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. 424 с.

Сборник содержит доклады XVI Геологического съезда Республики Коми. Приводятся новые результаты исследований по основным проблемам геологии Европейского Северо-Востока России. Рассматриваются вопросы геологии нефти и газа, горючих, рудных и нерудных полезных ископаемых, гидрогеологии, проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов и недропользования, а также вопросы экологии. Представлены доклады по новым технологиям в области наук о Земле, истории геологических исследований, геологическим памятникам региона, а также по геологическому образованию.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов в области геологии и смежных дисциплин.

Тексты докладов воспроизведены с авторских оригиналов с незначительной технической правкой

Ответственный редактор
академик А. М. Асхабов

Редакторская группа:
А. И. Антошкина, И. Н. Бурцев, Д. А. Бушнев, А. А. Иевлев, И. В. Козырева, О. Б. Котова, Л. С. Кочева, С. К. Кузнецов, К. В. Куликова, Д. В. Пономарев, А. М. Пыстин, В. А. Салдин, В. С. Цыганко, В. С. Чупров, Т. Г. Шумилова

ISBN 978-5-98491-056-9 (т. 3)
ISBN 978-5-98491-053-8

© Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2014

Организаторы XVI Геологического съезда Республики Коми

- Глава Республики Коми
- Федеральное агентство научных организаций
- Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук
- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми
- Управление по недропользованию по Республике Коми

Финансовая поддержка

- Федеральное агентство научных организаций
- Правительство Республики Коми
- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми
- ООО «Северные магистральные нефтепроводы» (Ухта)
- ООО «Стройматериалы» (Ухта)
- ООО «НК «Союз»» (Ухта)
- ООО «ТП НИЦ» (Ухта)
- ООО «БРУКЕР» (Москва)

Информационная поддержка

Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН

Газета Уральского отделения РАН «Наука Урала»

Организационный комитет

Председатель
В. М. Гайзер

Сопредседатели
А. М. Асхабов, А. А. Буров, К. Ю. Ромаданов, А. Л. Чернов

Заместители председателя
С. К. Кузнецов, Ю. В. Лисин, М. Б. Тарбаев, В. А. Тукмаков, Н. Д. Цхадая

Секретариат съезда
И. Н. Бурцев, И. Л. Потапов

Члены оргкомитета
Л. Н. Андреичева, А. И. Антошкина, Ю. А. Бабинцев, В. Н. Большаков, А. П. Боровинских, Н. Н. Герасимов, И. В. Деревянко, Д. Н. Добычин, А. А. Иевлев, О. Б. Котова, К. В. Куликова, А. А. Липский, А. П. Макаренко, К. Р. Мальцев, С. М. Нестеренко, П. В. Оборонков, А. Н. Попов, А. М. Пыстин, В. А. Салдин, А. Н. Самоделкин, Е. Л. Теплов, В. В. Удоратин, А. В. Фридман, А. Б. Хабаров, В. С. Цыганко, В. С. Чупров

Геология нефти и газа

Формирование углеводородных систем в южной части Тимано–Печорской нефтегазоносной провинции

Л. А. Анищенко, И. С. Котик, Д. О. Машин
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Изучение особенностей нафтидогенеза материнских толщ и характера онтогенеза углеводородов (УВ) необходимо для оценки перспектив поисков залежей УВ. На основании палеотермических реконструкций, выявления нефтегазоматеринского потенциала толщ и анализа эволюционно-генетических меток УВ систем в данной работе рассматриваются в конечном итоге вопросы формирования залежей.

Палеотермическая реконструкция проведена на основании данных о величине отражательной способности витринита (ОСВ). В процессе исследований использовались определения ОСВ, выполненные ранее в различных лабораториях Москвы (ИГиРГИ, МГУ), Воркуты, Ухты, США (ESRI) и полученные нами новые результаты. На основе модельных реконструкций палеопогружений и палеопрогрева толщ (в эквиваленте величин ОСВ) построены уточненные карты катагенеза основных материнских толщ. На представленной карте (см. рисунок) катагенеза органического вещества (ОВ) верхнедевонских отложений в южной части Ухта-Ижемского вала выделяется зона незрелого ОВ ($ПК_3$), резко ограниченная на севере и юге зоной начального мезокатагенеза ($МК_1$). От Тимана в сторону Предуральского прогиба идет последовательное нарастание катагенеза до стадий $МК_3$—$МК_4$ (Джебол). На Тэбукской площади последовательность осложняется распространением в поле стадий $МК_2$—$МК_3$ более прогретого участка в районе Западного Тэбука—Седьвожа (R_o—1.1-1.4%). Это явление может свидетельствовать об изменении теплового потока и неодинаковом палеотермическом градиенте в пределах Ижма-Печорской синеклизы. Катагенез среднедевонских и нижележащих отложений сохраняет отмеченные особенности, увеличиваясь на стадию в ордовикских отложениях.

В пределах исследуемой территории наблюдаются неполные вертикальные ряды катагенеза. Палеотермические условия были недостаточны для проявления прогрева до уровня глубинной фазы генерации газа и газоконденсата. Самый сокращенный катагенетический ряд $ПК_3$—$МК_1$—$МК_2$ выявлен в пределах Ухта-Ижемского вала. На Омра-Сойвинской ступени катагенетический ряд наращивается, но не выходит из зоны генерации нефти. Зона генерации жирных газоконденсатных газов и нефтеконденсатов формируется только на юго-востоке Ижма-Печорской синеклизы и в Предуральском прогибе.

Время проявления начала главной фазы нефтегенерации (ГФН) по моделям прогрева оценивается для палеозойских нефтематеринских толщ периодом от позднего девона до ран-

Сведения о нефтегазовом потенциале нефтегазоматеринских толщ

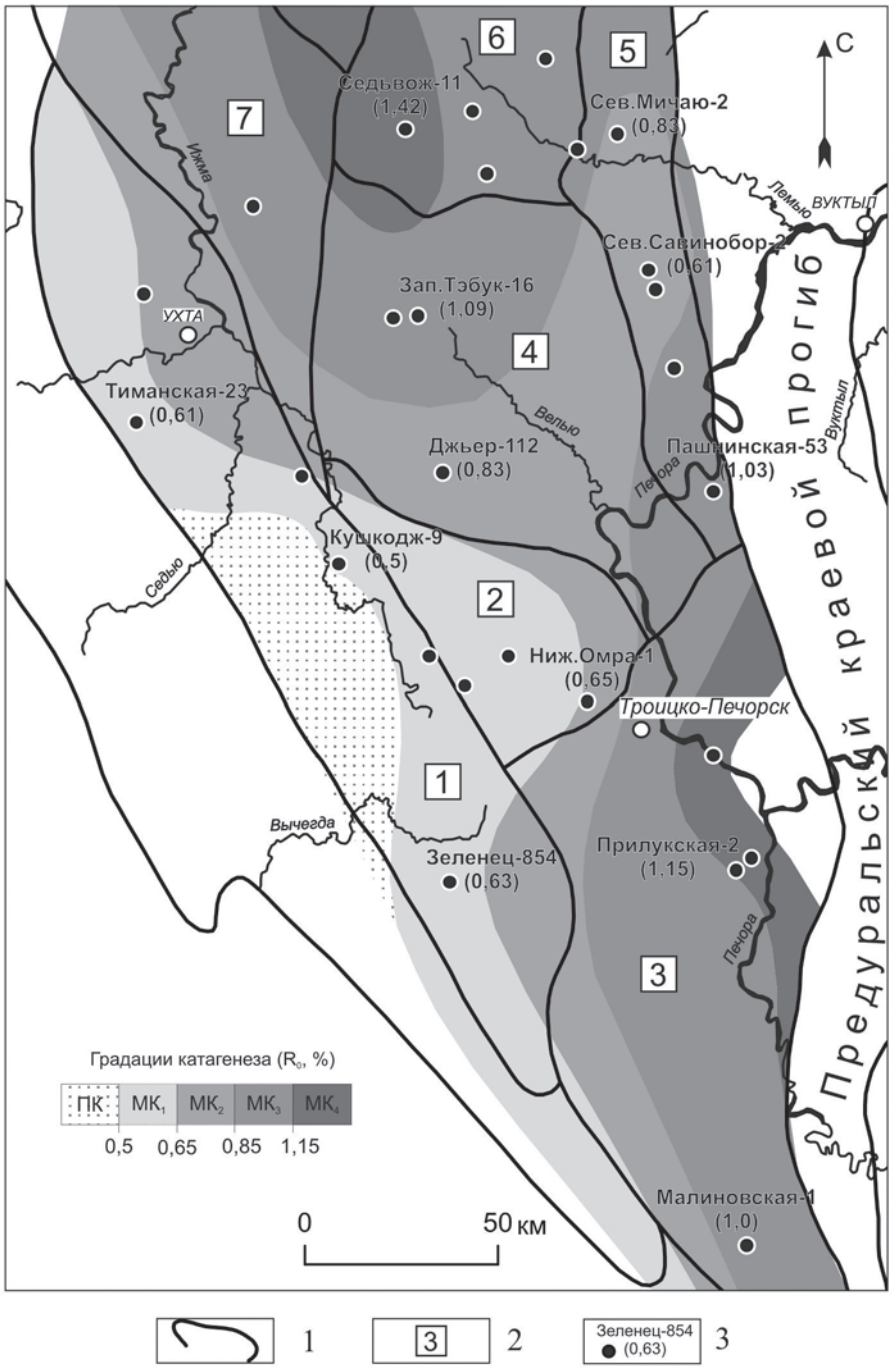
Нефтегазоматеринские толщи	$C_{орг}$, %	Водородный индекс, $\frac{кгУВ}{тСорг}$	Реализованный потенциал, $\frac{кгУВ}{тОВ}$	Общий УВ потенциал, $\frac{кгУВ}{тОВ}$
O	$\frac{0.1-0.5}{0.2}$	$\frac{10-70}{20}$	$\frac{0.1-5}{3}$	4—5
S_2	$\frac{0.1-0.6}{0.3}$	$\frac{40-120}{70}$	$\frac{0.3-8}{5}$	8—10
D_2	$\frac{0.2-2.1}{0.4}$	$\frac{90-190}{80}$	$\frac{0.2-7}{5}$	8—12
D_3tm-sr	$\frac{0.3-5}{0.85}$	$\frac{100-350}{150}$	$\frac{0.7-12}{8}$	10—30
D_3dm	$\frac{0.7-25}{6}$	$\frac{150-700}{200}$	$\frac{2-20}{15}$	15—50
D_3f_3-C_1t	$\frac{0.1-3}{0.7}$	$\frac{120-300}{120}$	$\frac{1-15}{10}$	10—30

В числителе интервал значений, в знаменателе среднее значение

ней перми. Раннее проявление ГФН наблюдается в силурийско-ордовикских толщах на Западно-Тэбукской и Седьвожской площадях. Ранний карбон явился рубежом повсеместного проявления нефтегенерации в нижнепалеозойских толщах. Девонские терригенные толщи вошли в палеотермическую зону ГФН в раннепермский период.

Объемы генерации нефти и газа наибольшие во франских отложениях—пашийских и доманиковых (см. таблицу). В целом, девонские толщи обеспечивали основные объемы генерации в основном жидких УВ. Доля газообразных УВ в 2—2.5 раза уступает доле жидких УВ. Генетический потенциал обеспечивает формирование в данном катагенетическом разрезе только нефтяных систем.

Нефтяные системы имеют преимущественное распространение в пределах Ижма-Печорской синеклизы. На Тимане наблюдается ассоциация сухих метановых газов, конденсатных газов, тяжелых, легких и средних нефтей. Онтогенез



Карта катагенеза органического вещества пород по подошве верхнего девона.
1 — границы тектонических элементов; 2 — нумерация тектонических элементов: 1 — Ухта-Ижемский вал, 2 — Омра-Сойвинская ступень, 3 — Джебольская моноклиналь, 4 — Тэбукская ступень, 5 — Мичаю-Пашнинский вал, 6 — Лемьюская ступень, 7 — Нерицкая ступень; 3 — скважина, в скобках значение R_o

выявленных УВ систем проходил в различных термобарических условиях и отразился на их фазовом состоянии и составе [1, 2]. На Ухта-Ижемском валу ассоциируют тяжелые нефти ароматико-нафтенового основания и сухие метановые газы с легким изотопом углерода метана ($\delta^{13}C_{CH4}$ –50...–51 ‰). Войвожское месторождение характеризуется неоднородным составом по разрезу. В нижнем III пласте (D_3ef) тяжелые нефти и сухие изотопно-легкие метановые газы, а в верхних пластах средние метанового основания нефти ассоциируют с этано-метановыми газами изотопно более тяжелыми ($\delta^{13}C$ –44...–45 ‰). На Омра-Сойвинской ступени ассоциируют легкие метановые малосернистые нефти с пропано-этано-метановым газом и более тяжелым изотопным составом метана ($\delta^{13}C$ –44...–45 ‰). В Ижма-Печорской синеклизе ассоциация флюидов характеризуется нефтяным характером с единственной залежью газоконденсата в III пласте на Пашнинской площади, где метан изотопно-тяжелого состава ($\delta^{13}C$ –42 ‰).

Соответствие УВ флюидов материнским породам по степени катагенетической зрелости наблюдается четко в Ижма-Печорской синеклизе. На Войвоже и Омра-Сойвинской ступени в «малозрелых» породах содержатся высокозрелые УВ. В пределах Ухтинской и Изкосьгоринской площади сухой метановый газ протокатагенеза-начала мезокатагенеза ассоциирует с нефтяными флюидами стадий $МК_1$—$МК_2$. Генетическая классификация флюидов, проведенная по бензиновым изотопным показателям и характеру распределения н-алканов и полициклических УВ, позволяет установить проявление двух основных генотипов нефтей девонских материнских толщ (доманиковых и пашийских) и, возможно, силурийских в виде остаточного нефтенасыщения III пласта (D_3ef) и изотопно очень тяжелых газов (Ниж. Омра).

Таким образом, изотопно-геохимические данные и палеогеологические реконструкции свидетельствуют, что основными генерирующими толщами служили девонские и, в меньшей степени, силурийские нефтематеринские породы. Генерация УВ проходила неравномерно по площади в разное время (D_3—P). Это определило смешанный тип УВ систем с различной катагенетической зрелостью УВ флюидов в залежах.

Литература

1. *Головко А. К., Горбунова Л. В., Камьянов В. Ф.* Групповой углеводородный состав и типизация девонских нефтей Республики Коми по масс-спектрометрическим данным // Природные битумы и тяжелые нефти. СПб.: Недра, 2006. С. 64—78.

2. *Анищенко Л. А., Кузьбожева З. М., Карасик Т. Г.* Геохимические преобразования газов, микронафтидов и нефтей, наблюдаемые в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазоносность Северо-Востока европейской части СССР и севера Урала: Труды VIII Геологической конференции Коми АССР. Сыктывкар, 1977. С. 102—107.

Генетический углеводородный потенциал пород доманикового горизонта и формирование залежей в толщах верхнего девона Тимано-Печорского бассейна

Л. А. Анищенко, О. С. Процько, И. М. Мочалова, О. Ф. Разманова
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Доманиковые отложения являются основными нефтегазоматеринскими толщами Тимано-Печорского бассейна. Богатые нефтематеринские породы (НМП) имеют широкое распространение и занимают значительную территорию (рис. 1). Выделены все классы НМП от очень бедных и бедных до богатых и аномально богатых (водородный индекс – HI 600–800 кг УВ / т $С_{орг}$). Свойства НМП зависят от литолого-фациальных условий накопления органического вещества (ОВ), его количества, состава и степени катагенетической преобразованности. С запада на восток в сторону Предуральского краевого прогиба растет катагенез ОВ и, следовательно, за счет реализации углеводородного (УВ) потенциала, величина его снижается. Поиски залежей нефти считаются перспективными на территориях распространения современного УВ потенциала в пределах от 900 до 300 кг УВ / т $С_{орг}$. В зонах жесткого катагенеза значения современного остаточного потенциала в пределах 400–300 кг УВ / т $С_{орг}$ считаются перспективными на поиски газоконденсатов и нефтеконденсатов.

Латеральное распределение по площади Тимано-Печорского бассейна доманиковых толщ с различным генетическим потенциалом показано на рис. 1. На западе, в прибрежно-морских приливно-отливных условиях мелководья, выделена зона бедных и очень бедных НМП ($С_{орг} < 0.5$ %, HI < 150 кг УВ / т $С_{орг}$). При этом ОВ

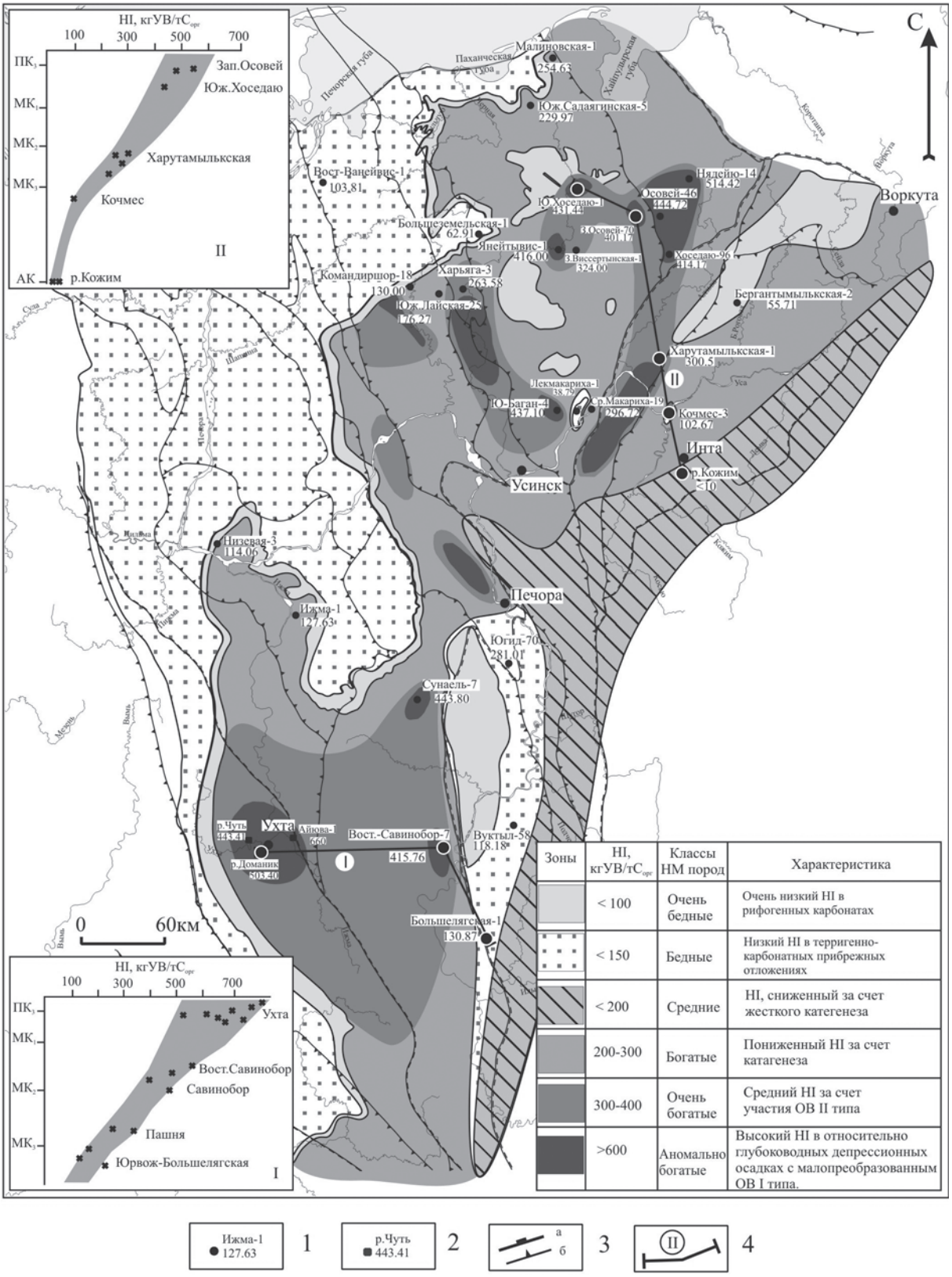


Рис. 1. Карта современного углеводородного потенциала (HI) отложений доманикового горизонта.
1 — скважина и значение HI; 2 — обнажение и значение HI; 3 — границы тектонических элементов: а — надпорядковых, б — I порядка; 4 — профиль изменения HI при катагенезе

большей частью окисленное (оксисорбомикстинит > 60 %). Поиски залежей автохтонных УВ в данном районе не перспективны. Бедными НМП являются рифогенные известняки ($C_{орг}$ < 0.5 %, HI << 100 кг УВ / т $C_{орг}$), склоновые карбонатные и песчано-алевритовые породы. Поскольку зоны данных осадочных образований окаймляют или располагаются внутри богатых нефтематеринских депрессионных пород, они являются перспективными на поиски залежей параавтохтонных УВ.

Богатые и аномально богатые НМП (HI >> 150 кг УВ / т $C_{орг}$) распространяются в областях депрессионного осадконакопления в зарифовых условиях умеренно-глубоководного шельфа (рис. 1). В условиях более мелководного и открытого шельфа глинисто-карбонатные породы (Хорейверская впадина) имеют субдоманиковую концентрацию ($C_{орг}$ < 6 %, HI < 600 кг УВ / т $C_{орг}$) и часто отличаются появлением существенной минеральной примеси (кварц, циркон, амфиболы) в северо-западных районах, а в юго-восточных – засолонением (скв. 1–Южно-Усинская, гл. 3148 м., в кремнисто-глинистом сланце отмечаются гнезда галита). На юго-востоке Хорейверской впадины формирование депрессионной доманиковой впадины началось в саргаевское время, когда глинисто-карбонатное осадконакопление сменилось депрессионным кремнисто-глинистым. В раннем и среднем фране дважды происходило накопление маломощных доманикоидных кремнисто-глинисто-карбонатных толщ: в конце саргаевского и в доманиковое время. Углеводородный потенциал доманикита саргаевского возраста выше, чем в доманиковых породах (D_3sr – $C_{орг}$ 4–9 %, HI 400–600 кг УВ / т $C_{орг}$; D_3dm – $C_{орг}$ 2–4 %, HI 300–400 кг УВ / т $C_{орг}$).

Аномально богатые ($C_{орг}$ > 6 %, HI >> 450 кг УВ / т $C_{орг}$) НМП и горючие сланцы ($C_{орг}$ > 20 %, HI 800–900 кг УВ / т $C_{орг}$) приурочены к доманиковым впадинам в пределах Ухта-Ижемского вала и Ижма-Печорской синеклизы, Печоро-Кожвинского авлакогена и южной части гряды Чернышева. Отличительной чертой этих аномальных территорий является повышенная гамма-активность пород. В породах доманика гамма-активность достигает величин 8–15 мкр/час, а в нижележащих породах 5–9 мкр/час на фоне 2–4 мкр/час. Исследования удельной активности (БК/кг) радиоактивных элементов U, Cs, Ra, Th, K показало их неравномерное распределение по площади. Выявлена K, Th – радиоактивность в породах западных прибрежно-морских зон, умеренная радиоактивность в пределах Хорейверской впадины и повышенная U, Ra, Cs – радиоактивность на площадях распространения аномально богатых НМП. При этом радиоактивность повышается с увеличением содержания $C_{орг}$ (рис. 2) ($C_{орг}$–20 %, U–200 БК/кг, Ra–200 БК/кг, Th–58 БК/кг). По разрезу доманика всех аномальных зон наблюдаются значительные колебания вели-

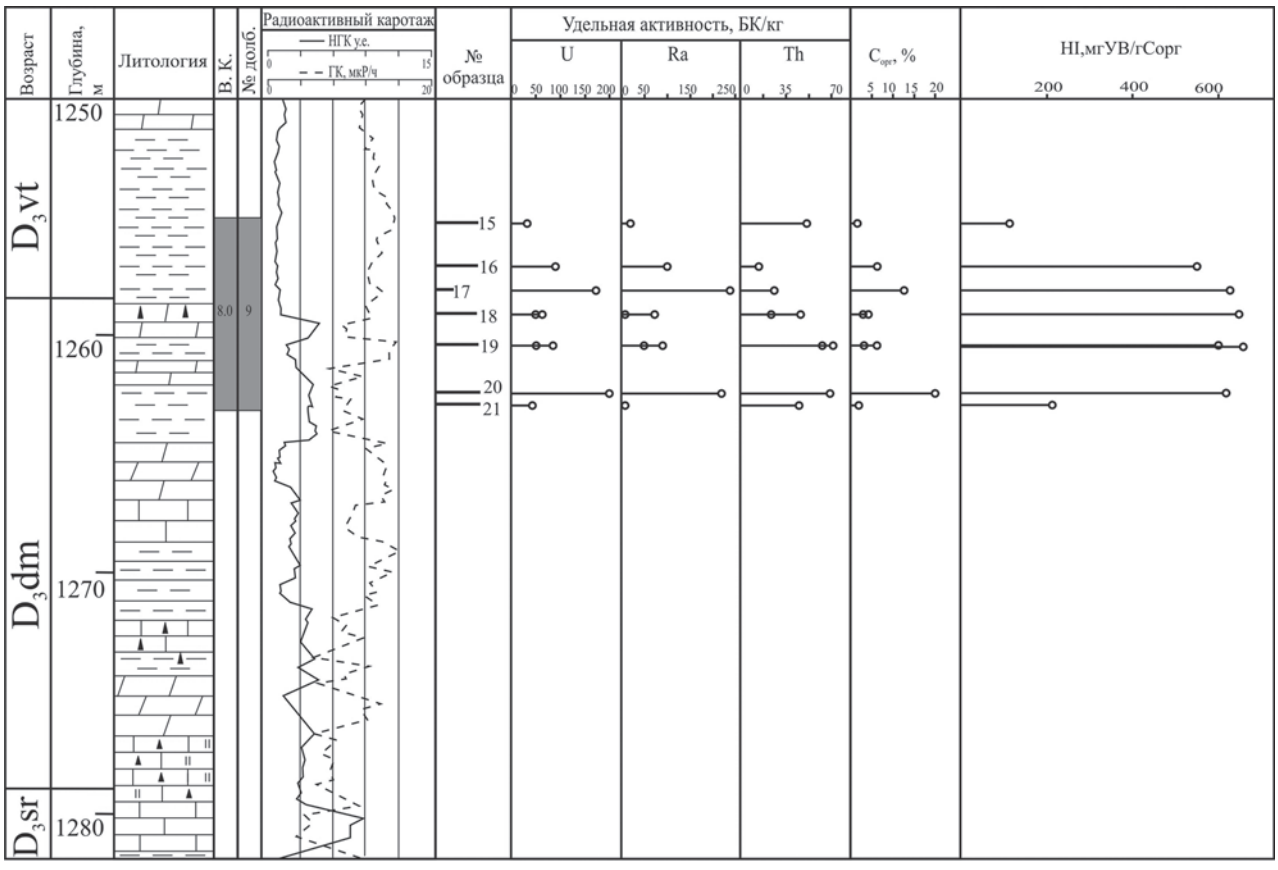


Рис. 2. Литолого-геохимический разрез франских отложений по скв. 1-Айюва

чин $C_{орг}$, HI и радиоактивности пород. В разрезах Ухтинского района (скв. Айювинская-1, обнажение на р.Чуть) встречаются 2–3 слоя карбонатно-глинисто-кремнистых сланцев с повышенной U–Ra радиоактивностью и содержанием $C_{орг}$ (рис. 2). Циклические изменения радиоактивности пород и насыщенности ОВ связаны с трансгрессивно - регрессивными условиями осадконакопления и, вероятно, поступлением радиоактивных гидротермальных вод. Смена радиоактивности вод контролировала развитие и цветение простейших водорослей – тасманитов, акритархов и зоопланктона. Повышенная радиоактивность угнетала зоопланктон и способствовала цветению простейших водорослей, которые создают аномально богатые НМП. В зонах с повышенной радиоактивностью в породах встречается обилие водорослевой органики (I тип ОВ), а при пониженной (большая часть Хорейверской впадины) в компонентном составе ОВ выделяется – детрит, споры, зоопланктон, микроводоросли (II тип ОВ, HI–450–500 кг УВ / т $C_{орг}$). Развитие различных биофациальных толщ обеспечивало неодинаковую характеристику маркерных УВ битумоидов и нефтей, генерируемых доманиковыми материнскими толщами.

Согласно модельным реконструкциям толщи доманика входили в зону генерации нефти в разное время [1]. Неравномерная катагенетическая зрелость ОВ доманиковых толщ обеспечивала различную фазовую зональность УВ систем (УВС). Ранняя генерация нефти в каменноугольную эпоху началась в Предуральском прогибе и южной части Печоро-Кожвинского авлакогена. Толщи доманика Ижма-Печорской впадины вошли в палеозону нефтегенерации в пермское время. Позднее, в триасе, началась генерация нефти в Хорейверской впадине. Платформенные области характеризуются палеопрогревом толщ начальных этапов мезокатагенеза (рис. 1, профиль I). В этих зонах происходит активная генерация и эмиграция нефтяных УВ. За счет их происходит формирование автохтонных и параавтохтонных залежей в доманиковых толщах и аллохтонных залежей в фаменских и пермских толщах. Доманиковые толщи в Предуральском прогибе и центральной части Денисовской впадины испытали прогрев более жестких стадий мезокатагенеза ($МК_3$–$МК_4$). В этих условиях формируются залежи газоконденсата (Мишваньская, Юрвожская, Большелягская площади) и нефтеконденсата типа летучих нефтей (Андермаельская площадь).

Повышенная урановость обеспечивала образование аномально богатых и горючих сланцев с высоким генетическим углеводородным потенциалом. Изменение урановости среды осадконакопления по латерали доманиковых толщ способствовала формированию пород с различным углеводородным потенциалом и генерации УВ с неодинаковым содержанием твердых парафинов, S, V, изопреноидов, гопанов и стеранов. Катагенетическая зрелость ОВ доманиковых толщ обеспечивала генерацию различных по фазовому составу УВС в Тимано-Печорском бассейне.

Работа выполнена при поддержке программ фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 12-У-5-1018 и проект № 12-П-5-1027).

Литература

1. *Клименко С. С., Анищенко Л. А.* Особенности состава, реализации потенциала органического вещества и нефтегазоносность Тимано-Печорского бассейна // Геология и геохимия горючих ископаемых европейского севера России. Сыктывкар. 2011. С. 6–25. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 128).

Нефтегазоперспективность триасовых и юрских отложений континентального шельфа Баренцева моря

Т. В. Антоновская
Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

Поиски и разведка месторождений нефти и газа в шельфовой области европейской части России является важной государственной задачей. Существующие месторождения нефти и газа в акватории Баренцева, и его юго-восточной части – Печорского морей подтверждают высокую перспективность триасовых и юрских отложений в пределах континентального шельфа и его склонов. Проанализированы месторождения шельфа Баренцева (норвежский и российский секторы), Печорского, Карского морей и северной части Западно-Сибирской провинции, в том числе п-ова Ямал, для подтверждения перспективности триасовых и юрских отложений (рис. 1).

На месторождениях Снёвит, Гулиат и Турнероза норвежского сектора Баренцева моря находятся залежи нефти в более древних триасовых отложениях, расположенных ближе к береговой линии, а в более молодых юрских породах, залегающих на больших глубинах и в большем отдалении от бере-

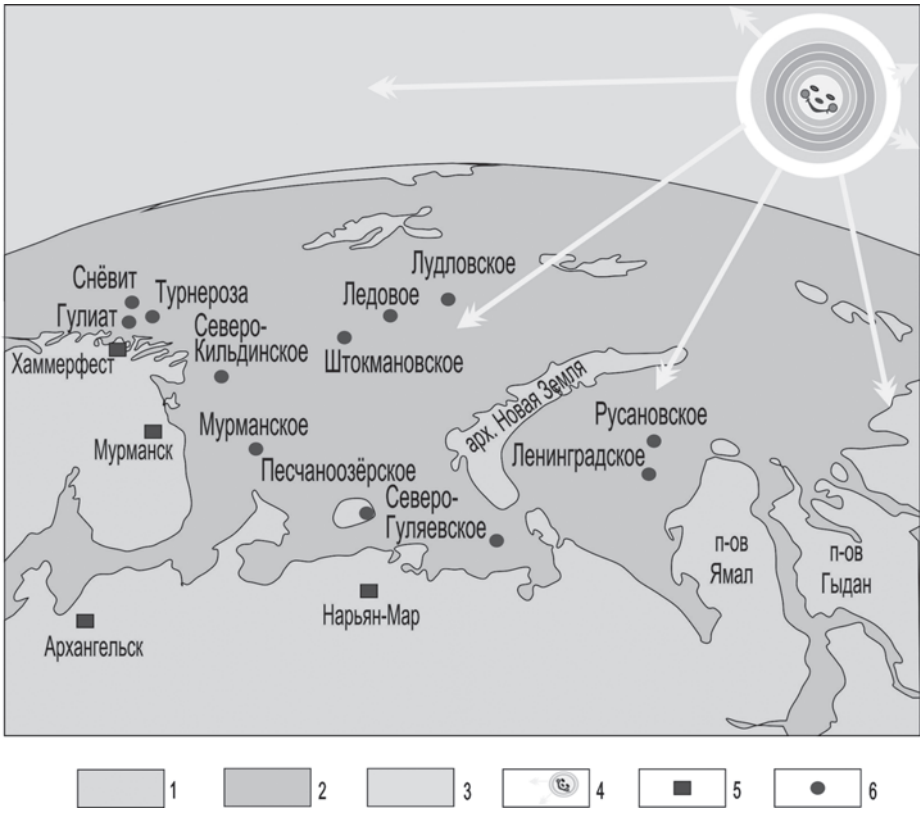


Рис. 1. Обзорная схема региона исследований. *Условные обозначения*: суша (1), акватория (2), горизонт (3), направление работ (4), населённые пункты (5), месторождения углеводородов на шельфе (6)

га – залежи конденсатного газа. Ближе всего к береговой линии находится месторождение Гулиат, где среднетриасовые песчаники формации Куббе содержат залежи нефти с незначительной газовой шапкой на глубине 1100–1800 м (рис. 2).

Дальше в сторону моря находится месторождение Турнероза, где промышленно продуктивны песчаники формации Снэд позднетриасового возраста, содержащие конденсатный газ. Глубина положения залежей около 2000 м. В наибольшем отдалении от берега находится Снёвит, где в песчаниках формаций Нурьмела и Стё ранне- и среднеюрского возраста, соответственно, находятся залежи конденсатного газа на глубине в среднем 2300 м [1]. В природном газе норвежского сектора Баренцева моря – повышенное содержание углекислого газа (5–8 %) [2].

В российском секторе Баренцева моря открыто пять месторождений с промышленно-продуктивными запасами углеводородов в триасовых и юрских отложениях: Северо-Кильдинское и Мурманское газовые в нижне-среднетриасовых песчаниках в пределах Западно-Кольской седловины и Мурманской моноклинали, соответственно [3]. Месторождения Штокмановское, Ледовое газоконденсатные и Лудловское газовое приурочены к среднеюрским отложениям по юго-восточном борту Штокмановско-Лунинского порога. Штокмановское месторождение почти примыкает к Южно-Баренцевоморской синеклизе, расположено в акватории Баренцева моря, примерно в 500 км от Мурманска, северо-восточнее норвежских месторождений (см. рис. 1). Залежи конденсатного газа находятся на глубине 1800-

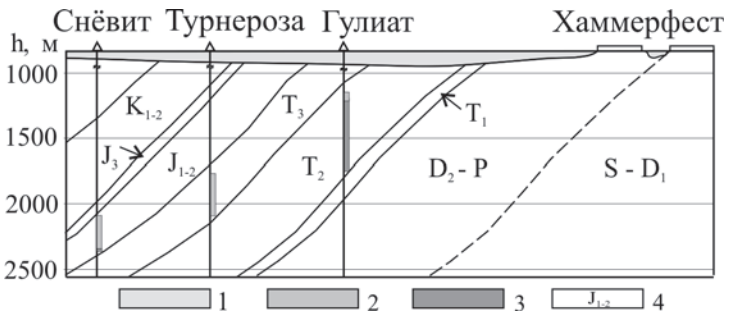


Рис. 2. Схема расположения залежей углеводородов в норвежском секторе Баренцева моря. *Условные обозначения:* акватория (1), природный газ (2), нефть (3), стратиграфические индексы (4)

2500 м в песчаных пластах $Ю_0$-$Ю_3$ среднеюрского возраста, коррелируемых с песчаниками формации Стё месторождения Снёвит (рис. 3). Анализы пластовых флюидов Штокмановского месторождения подтверждают повышенное содержание углекислого газа (0.3–1 %).

На норвежских месторождения углекислый газ отделяется от углеводородной смеси и по трубам направляется обратно в пласт для поддержания пластового давления [1]. Данная операция дорогостоящая, но необходимая, во избежание загрязнения окружающей среды как на суше, так и в море. Подобные меры можно принять по утилизации углекислого газа при разработке Штокмановского месторождения.

В Печорском море с прилегающей к нему континентальной сушей нефть и газ содежится в нижнетриасовых отложениях. На суше промышленно-продуктивны залежи углеводородов в интервале глубин 850–1800 м в пятнадцати месторождениях, расположенных в северной части Тимано-Печорской провинции. На шельфе – два нефтегазоконденсатных месторождения, Песчаноозёрское и Северо-Гуляевское, с промышленно-продуктивными залежами в песчаниках раннетриасового возраста, причём одно из них находится на острове Колгуев (см. рис. 1). Продуктивность юрских отложений в Печорском море пока не доказана, хотя имеются песчаные пласты-коллекторы и перекрывающие их плохопроницаемые отложения, которые могли бы играть роль покрышек для углеводородов. Причина, видимо, в недозрелости материнских пород в районе неглубокозалегающих пластов юрского возраста. Перспективы юрских отложений можно связать с северным окончанием Печорского моря, где они находятся на глубинах, более 1500–1800 м.

К востоку от Баренцева моря, за архипелагом островов Новая Земля, расположена Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция. Промышленная продуктивность триасовых и юрских отложений доказана бурением. Так же, как и в



Рис. 3. Схема расположения залежей углеводородов в регионе исследований. *Условные обозначения:* залежи газоконденсатные (1), газоконденсатные с нефтяной оторочкой (2), нефтяные с незначительной газовой шапкой (3); предполагаемые: газоконденсатные (4), газовые (5)

Баренцевоморской части, основные песчаные углеводородсодержащие объекты находятся в нижне-среднеюрских отложениях (пласты $Ю_2$-$Ю_{12}$). Верхнеюрские породы (песчаные пласты $Ю_0$ и $Ю_1$) промышленно продуктивны только в континентальной области Западной Сибири, южнее арктических широт, благодаря палеогеографическим условиям в юрское время в данном регионе.

Пласт $Ю_0$ среднеюрского возраста Баренцевоморского шельфа коррелируется с пластом $Ю_2$ того же возраста Западно-Сибирского региона (см. рис. 3). Этот факт необходимо учитывать во время детальной корреляции юрского разреза при построении глобальной модели арктического шельфа России, которая в скором времени будет выполнена, как надеется автор работы. Пласт $Ю_0$ позднеюрского возраста в Западно-Сибирской провинции приурочен к баженовской свите. Данная свита является нефтегазоматеринской толщей ввиду высокого содержания рассеянного органического вещества смешанного сапропелево-гумусового типа (С орг. меняется от 11.12 до 20.46 %, [4]). Тёмные, почти чёрные глинистые отложения позднеюрского возраста в шельфе Баренцева моря, одновозрастные с баженоской свитой Западной Сибири, являющиеся региональной покрышки для нижележащих залежей углеводородов, возможно, также являются нефтегазоматеринской толщей. Необходимы дополнительные исследования.

Горизонт чёрных глинистых отложений, завершающий юрскую систему, является глобально важным для поисков нефти и газа в арктическом шельфе, в том числе Баренцевоморском. Если его протрассировать по площади шельфа сейсморазведкой, то можно чётко оконтурить распространение покрышки для нижележащих залежей. Глубина залегания данной покрышки будет потенциальным индикатором для обнаружения залежей нефти (глубины 1000–2500 м) и газа (глубины 2000–3000 и более м) в терригенных пластах-коллекторах, находящихся под данной покрышкой. Тектонические нарушения, также хорошо трассируемые по сейсморазведочным данным, могут быть как экранами, так и проводящими «лифтовыми» зонами. Чтобы уточнить, какую роль играет то или иное нарушение, следует использовать метод аналогии и проанализировать поведение флюидов с подобными нарушениями на разбуренных площадях не только шельфа, но и суши.

Учитывая тектоническую обстановку и палеогеографические особенности осадконакопления в триасовое и юрское время в регионе исследований и прилегающих к нему областях, на шельфе Баренцева моря следует направить усилия на поиски неантиклинальных ловушек, насыщенных углеводородами, образованных в разных фациальных обстановках. Ловушки могут быть: 1) в долинах палеорек – литологически ограниченные со всех сторон и пластовые (линзовидные и шнурковые); 2) в затопленных дельтах и конусах выноса: литологически ограниченные со всех сторон (линзы и бары), литологически экранированные (линозвидно-пластовые) сложной конфигурации, расположены локально в местах впадения рек в море; 3) в пограничной области мелководной и глубоководной части моря, образованные боковыми вдольбереговыми течениями, склоновые, литологически ограниченные со всех сторон (линзы, бары) и литологически экранированные (пласты), расположенные субпараллельно береговой линии палеоморя. Относительно глубоководная область в триасовое и юрское время находилась в центральной части современного Северного Ледовитого океана, борта которого ступенчато погружены в направлении рифтовой зоны. Реки были направлены к северу в сторону моря.

Таким образом, автор полагает, что проанализировав существующие месторождения углеводородов шельфа Баренцева моря и прилегающих к нему территорий по геолого-геофизическим и геохимическим критериям, изучив материалы сейсморазведки по трассированию отражающих горизонтов и тектонических нарушений, по обоснованию аномалий записи, связанных с литологическими особенностями разреза и флюидонасыщением слоёв, восстановив (виртуально) палеоусловия осадконакопления в триасовое и юрское время, можно выявить ещё не менее десятка средних и крупных месторождений нефти и газа в триасовых и юрских отложениях на российском шельфе Баренцева моря. После разбуривания первой скважины на новой потенциально-перспективной площади и проведения в ней всего комплекса исследований, в том числе термогазовой хроматографии непосредственно на скважине для уточнения границ продуктивных интервалов и характера находящихся в них флюидов, для рекомендации интервалов перфорации, а также проведения лабораторных петрофизических, макро- и микролитологических, микротектонических исследований керна для уточнения площади распространения и фильтрационно-емкостных свойств пород, можно расширить горизонты поиска углеводородов и оценить их количество в недрах с дальнейшей оценкой экономической эффективности разработки и эксплуатации залежей нефти и газа. Для выявления новых залежей углеводородов в шельфовой области Баренцева моря рекомендуется использовать методику комплексного анализа геолого-геофизических, геохимических и технологических данных, разработанную и апробированную автором на ряде

месторождений Тимано-Печорской и Западно-Сибирской провинций [5].

Литература

1. Facts 2012. The Norwegian Petroleum Sector / Editors: Jon Шdegerd Hansen, Ministry of Petroleum and Energy; Bjшrn Rasen, Norwegian Petroleum Directorate Oslo, Stavanger, 2012. 148 p.

2. *Wood D., Mokhatab S.* Barents Sea Gas Liquefaction Approaches Reality at Snшhvit – Innovation at a Price. http://www.dwasolution.com/images/Barents Sea LNGDWJan07.pdf ROGTEC P. 19–22.

3. *Тимонин Н. И.* Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 240 с.

4. *Эдер В. Г.* и др. Особенности формирования баженовской свиты на границе юры и мела в центральной части Западной Сибири / В. Г. Эдер, А. Г. Замирайлова, Ю. Н. Занин, П. А. Ян, Е. М. Хабаров // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории / Материалы VII Всероссийского литологического совещания. Новосибирск, 28–31 октября, 2013 г. 3 т., Т. 3. Новосибирск, 2013. С. 309–313.

5. *Антоновская Т. В.* Неантиклинальные ловушки среднедевонско-турнейских отложений юго-востока Тимано-Печорской провинции (условия формирования и нефтегазоносность)/ Т. В. Антоновская. СПб. : ФГУП «ВНИГРИ», 2013. 228 с.

Проблемы изучения и перспективы нефтегазоносности Лемвинского барьерного рифа

Б. П. Богданов[1], П. И. Приймак[2], Л. П. Недилюк[3], С. Э. Терентьев[4]

[1]ФГУП ВНИГРИ, Санкт-Петербург

[2]ООО «Тимано-Печорская газовая компания», Москва

[3]ОАО «Севергеофизика», Ухта

[4]ООО «Газпром Георесурс» ПФ «Вуктылгазгеофизика», Ухта

С опозданием на несколько лет приходит осознание того, что скважиной 1-Юньяхинская в Косью-Роговской впадине Предуральского прогиба упущены возможности по открытию крупной зоны нефтегазонакопления, связанной с Лемвинским барьерным рифом.

Лемвинский барьерный риф был спрогнозирован 28 лет назад, когда в тематической работе (Богданов Б. П., ПГО «Печорагеофизика», 1985 г.) были систематизированы материалы по обнажениям рифов рифея-нижней перми Новой Земли, Пай-Хоя, Полярного и Приполярного Урала, описанным в работах В. С. Енокяна, А. И. Елисеева, М. Е. Раабен, В. Н. Пучкова, А. И. Антошкиной и др. [5]. В последовавшей за отчетом публикации [3] приведено краткое обоснование выделения данного рифа и его фрагментов.

Указанные обнажения рифогенных образований располагаются на границе двух структурно-фациальных зон. Одна из зон с преимущественным развитием карбонатного комплекса осадков, занимает в современном плане территорию Косью-Роговской впадины, ряды Чернышева, западного склона Приполярного, Полярного Урала, и названа Елецкой. К этому типу разрезов относится также и Печорская структурно-фациальная зона, выделенная В.С. Енокяном по обнажениям юго-западного склона Пай-Хоя и островов Печорского моря. Вторая зона Лемвинская, сложенная глинистыми и кремнистыми сланцами, занимает водораздельную часть Приполярного и Полярного Урала. К этой зоне может быть причислена и Карская зона, выделяемая по разрезам северо-восточного склона Пай-Хоя и Карской впадины. Обе зоны (Елецкая и Лемвинская) протягиваются на юг, кверховьям р. Печоры.

По границе Елецкой и Лемвинской структурно-формационных зон проходила граница платформы и геосинклинали в палеозое, причем некоторые исследователи считали, что сочленение происходило по разломному «шву». Анализ материалов позволил Б. П. Богданову выдвинуть иной вариант сочленения платформы и геосинклинали. Известно, что вдоль внешних краев современных континентальных шельфов образуются барьеры, выполненные коралловыми известняками, представляющие собой протяженные рифовые сооружения. Совмещение в плане зон развития рифогенных образований рифей-вендского, силур-среднедевонского, франско-раннеартинского возраста показывает, что все эти элементы протягиваются в виде узкой полосы от Кожимского поднятия Урала до острова Вайгач на границе карбонатной и сланцевой зон.

Таким образом, по всем перечисленным признакам на Кожимском поднятии, Пай-Хое и островах Новая Земля, Вайгач формировался барьерный риф.

Отсутствуют обнажения пород елецкого комплекса лишь от Кожимского поднятия до под-

нятия Енганэ-Пэ, так как комплекс перекрыт надвиговыми чешуями лемвинского комплекса и орогенными образованиями.

К северу от Кожимского поднятия Урала была закартированасистема электроразведочных аномалий, которая вытянута на 90 км в субмеридиональном направлении. Аномалии электроразведчикамиинтерпретировались как горстовидные поднятия карбонатных пород, которые оказались вполне приемлемыми для интерпретации в качестве барьерного рифа. Закартированные здесь электроразведкой МТЗ и ТТ Рогоза-Мусюрская, Южно-Рогоза-Мусюрская, Средне-Грубеюская, Тар-Ягинская, Усть-Кокпельская, Средне-Пагинская аномалии были приняты за отдельные массивы барьерного рифа, перекрытыеорогенными образованиями и чешуями надвигов пород лемвинского комплекса общей толщиной 1–2 км. Дальнейшее продолжение барьерного рифа предполагалось к северу, где территория протяженностью более 100 км до поднятия Енганэ-Пэ оставалась не охваченной электроразведочными работами. К северу от Енгане-Пэ Лемвинский барьерный риф картировалсяпо обнажениям Пай-Хоя, Новой Земли. К югу от Кажимского поднятия по обнажениям барьерный риф трассировался до верховьев рек Печоры, Уньи (рис. 1).

В 2010 г. появилась публикация В. В. Иванова, В. А. Торопова, О. Л. Уткиной, А. Г. Гудельман[6]о результатах геологоразведочных работ ООО «Газпром Переработка», было показанно, чтов скважине 1-Юньяхинская были вскрыты рифовые породы верхнего девона. Под пластинами Лемвинского аллохтона скважиной в интервале 2290–4500 м установлен карбонатный разрез Елецкой структурно-формационной зоны в стратиграфическом диапазоне нижний карбон – верхний девон.При этом визейско-серпуховские отложения сартьюской свиты соответствуют фации внутреннего шельфа карбонатной платформы со свободным водообменном, а верхнедевонско-турнейские образования матяшорской и большенадотинской толщ формируют мощное биогенное сооружение на внешнем краю карбонатной платформы типа карбонатной банки.

По мнению данных авторов, опирающихся на исследования М. А. Шишкина (2003), материалы бурения и собственный сейсмофациальный анализ, основой для которого явились временные разрезы с выразительными рифовыми аномалиями, внешний край мелководного шельфа на большем протяжении палеозойской истории маркировался зонами барьерных рифов и отмельных банок, сменяющихся в сторону бассейна склоновыми шлейфами и глубоководными шельфовыми плато и далее – континентальным склоном.

Здесь надо отметить, что совмещение местоположения скважины 1-Юньяхинская с зоной Лемвинского барьерного рифа на карте ПГО «Печоргеофизика», 1985 г. показывает, что скважина пробурена в зоне рифа, намеченной по данным электроразведки, гравики, сейсморазведки РНП.

На завершающем этапе строительства скважины 1-Юньяхинскаябыло известно, что скважина вскрыла фрагмент девонского рифа высотой свыше 1000 метров, и, тем не менее, этот риф оказался не испытанным надлежащим образом. При бурении испытателем пластов опробован интервал 2304.55–2337.87 м, где за 80 минут открытого периода из кровли каменноугольных отложений притока не получено, и второй интервал 4483–4500 м, из которого за 113 минут открытого периода притока не получено. Такое формальное опробование просто неэффективно.

Считается, что рифовая часть разреза скважиной вскрыта на глубине 2757 м и она совпадает с кровлей фаменских отложений. С нашей точки зрения, по литологической характеристике (органогенные известняки), по кривым ГИС рифовый разрез начинается с кровли каменноугольных отложений на глубине 2290 м, срезанных взбросо-надвигом, выше плоскости которого залегают лемвинские фации верхнего девона.

Таким образом, с нашей точки зрения, скважиной 1-Юньяхинская в интервале 2290–4500 м (забой) вскрыт верхний фрагмент Лемвинскогобаръерного рифа (2210 м разреза), который, судя по волновой картине вниз продолжается на 500 мсек, что может составить 1500 м при интервальной скорости 6.0 км/сек. При такой интерпретации в точке скважины 1-Юньяхинская уже набирается рифовый разрез высотой 3710 м.

На временном разрезе профиля 3-07-12 в интервале времен 2.8–3.5 сек в автохтоне видна великолепная аномалия рифового типа в отложениях нижнего девона – ордовика, высота рифа на которой может достигнуть 2.0 км. Таким образом, на Юньяхинской площади высота палеозойской части Лемвинского барьерного рифа может составить свыше 5.0 км при ширине барьера до 15 км.

Скважина 1-Юньяхинская не получила положительного результата на нефть и газ будто бы в связи с отсутствием коллекторов, наличие которых определялось по данным ГИС, при лабораторных исследования керна.

В связи со вскрытием уникального рифового разреза в скважине 1-Юньягинская, подтверждением природы рифовых аномалий на временных разрезах во всей палеозойской толще, т. е. подтверждением Лемвинского барьерного рифа, хотелось бы напомнить об особенностях развития коллекторов в рифах. Ярким примером определённой закономерности в развитии коллекторов в рифах могут служить обнажения на дневной поверхности сирачойского барьерного рифа на

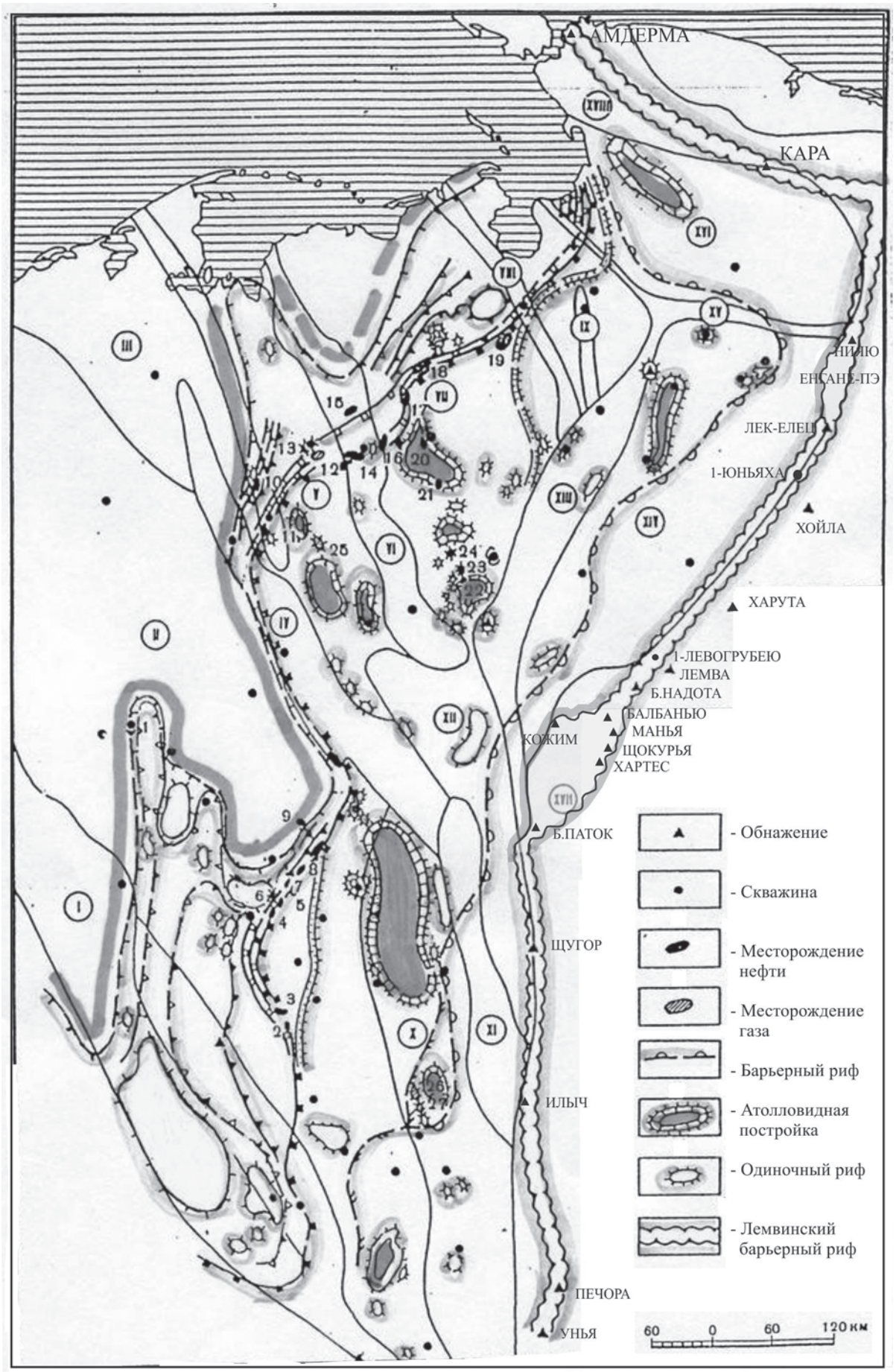


Рис. 1. Доманиково-турнейские рифы Тимано-Печорской провинции и их нефтегазоносность (Богданов Б. П., 2014 г.)

реке Седью на восточном склоне Ухтинской антиклинали Тиманского кряжа. Здесь в 25 км от Ухты по асфальтированной дороге известны два обнажения с контрастными фильтрационно-ёмкостными свойствами: обнажения скалолазов и обнажение рифового гребня. В обнажении скалолазов рифовые породы внутренней зоны рифа плотные и звенят под молотком, а в гребне рифа (500 м от скал скалолазов) стенка обнажения высотой 10–12 м представлена сплошным коллектором в виде пустот с доломитовой мукой, каверн разных размеров, пор, трещин. Надо отметить, что закономерное распределение коллекторов наблюдается во всех типах рифовых построек и их облеканиях, что видно на примере месторождений провинции.

Эти закономерности приводят нас к однозначному выводу: необходимо продолжать целенаправленные ГРР в пределах Юньяхинского участка Лемвинскогобаръерного рифа с целью определения в нем коллекторов для последующего вскрытия их скважинами.

Исследования разреза скважины 1-Юньяхинская проводились ООО ТП НИЦ (Н.И. Никонов, 2013 г.), ТП НИЦ нефти и газа (Т.И. Куранова, 2013), которые показали, что скважиной вскрыт франско-фаменскийстроматолитовый биогерм, на котором трансгрессивно залегает мощная фаменскаябольшенадотинская оолитовая банка. Большенадотинская оолитовая толща, в свою очередь, перекрывается органогенно-обломочной толщей визейско-серпуховского возраста. Коллекторы (рифогенные) сложены светлыми строматопорово-водорослевыми, строматолитовыми, оолитовыми и мелкообломочными известняками. Общая вскрытая мощность краевого рифа в скв. 1-Юньяхинская составляет 2110 м.

В 2013 г. появилось сообщение П. И. Приймака, Н. И. Никонова, Т. И. Курановой, что поисково-оценочной скважиной 1-Левогрубеюская, пробуренной ООО «Тимано-Печорская газовая компания» на одноименной структуре, подготовленной ОАО «Севергеофизика» на северном склоне Кожимского поднятия Приполярного Урала, вскрыты верхне-среднедевонские рифогенные отложения. Под аллохтонной пластиной из пермско-каменноугольных отложений верхнедевонские отложения по каротажной характеристике сопоставимы с верхнефранскими отложениями аллохтонной части разреза.Карбонатная пачка (автохтон) по керну представлена известняками серыми, светло-серыми, кремовато-серыми, от скрыто-до крупнозернистых (за счет перекристаллизации), с нечеткой сферово-сгустковой, сгустковой и шламово-детритовой структурами, доломитизированными и доломитами серыми и темно-серыми со слабым коричневатым оттенком, с нечеткой сгустковой структурой. По условиям седиментации мелководно-шельфовые верхнедевонские отложения по записи каротажа (по ГК и ННКТб — чистые карбоаты) и по описанию керна отнесены к рифогенным.По результатам ГИС в карбонатной пачке в инт. 2921.0–2927.5 м, 2929.0–2931.0 м, 2958.5–2963.0 м, выделены поровые газонасыщенные коллекторы с пористостью по 2ННК-Т 10–13.2 %. С глубиной 2927 м верхнедевонские коллекторы водонасыщены по ГИС. В результате испытания IV объекта в инт. 2910–3039 м получен кратковременный (первые минуты двух открытых периодов), но интенсивный приток. В составе флюида газ и жидкость (фильтрат бурового раствора) в объеме 2.1 м^3 газированного бурового раствора с плотностью 0.78 г/см^3. Причиной прекращения притока на открытых периодах предположительно признан процесс газогидратообразования при эффекте дросселирования газа через впускное отверстие испытательного оборудования в существующих термобарических условиях.

Проведенное нами сопоставление местоположения скважины 1-Левогрубеюская с полосой развития Лемвинскогобрьерного рифа, намеченной 28 лет назад, опять показало, что скважина оказалась пробуренной в его зоне.

Оперативный анализ геолого-геофизических материалов, проведенный авторами совместно с геологической службой ООО ТПГК, показал следующее. На пикетах 35-110 временного разреза сейсмического профиля 50490-04 (рис.2) к западу от аллохтонной пластины со скважиной 1-Левогрубеюская в интервале времен 1.3–2.2 сек выделяется яркая волновая картина, соответствующая, по нашему мнению, рифовым постройкам. Здесь видны тела 3–4 рифовых массивов с яркими гребнями, разделенными иногда обломочными шлейфами и депрессионными фациями, утыкающимися в тела массивов. Восточный из массивов, вероятно, размещается в автохтоне ниже забоя (3460 м) скважины 1-Левогрубеюская.Интервал «рифовой» сейсмической записи составляет 0.900 сек, что при скорости 6.0–6.5 км/сек может составить 2900–3000 м. Такую высоту могут иметь рифовые сооружения большого стратиграфического диапазона, как мы предполагаем, от нижней перми до нижнего силура (рис. 3). В диапазоне времен 2.5–3.0 сек на пикетах 135–175 этого профиля имеется характерная запись, которую можно отождествить с рифами верхнего ордовика и верхнего протерозоя. Наличие рифа ордовикского возраста установлено в устье реки Балбанью (обнажение Каменная Баба) [1, 2, 5, 7], рифы щокурьинской и маньинской свит протерозоя закартированы К. А. Львовым, Л. Т. Беляковой при геологических съемках на Кожимском поднятии Приполярного Урала в 100–170 км к югу

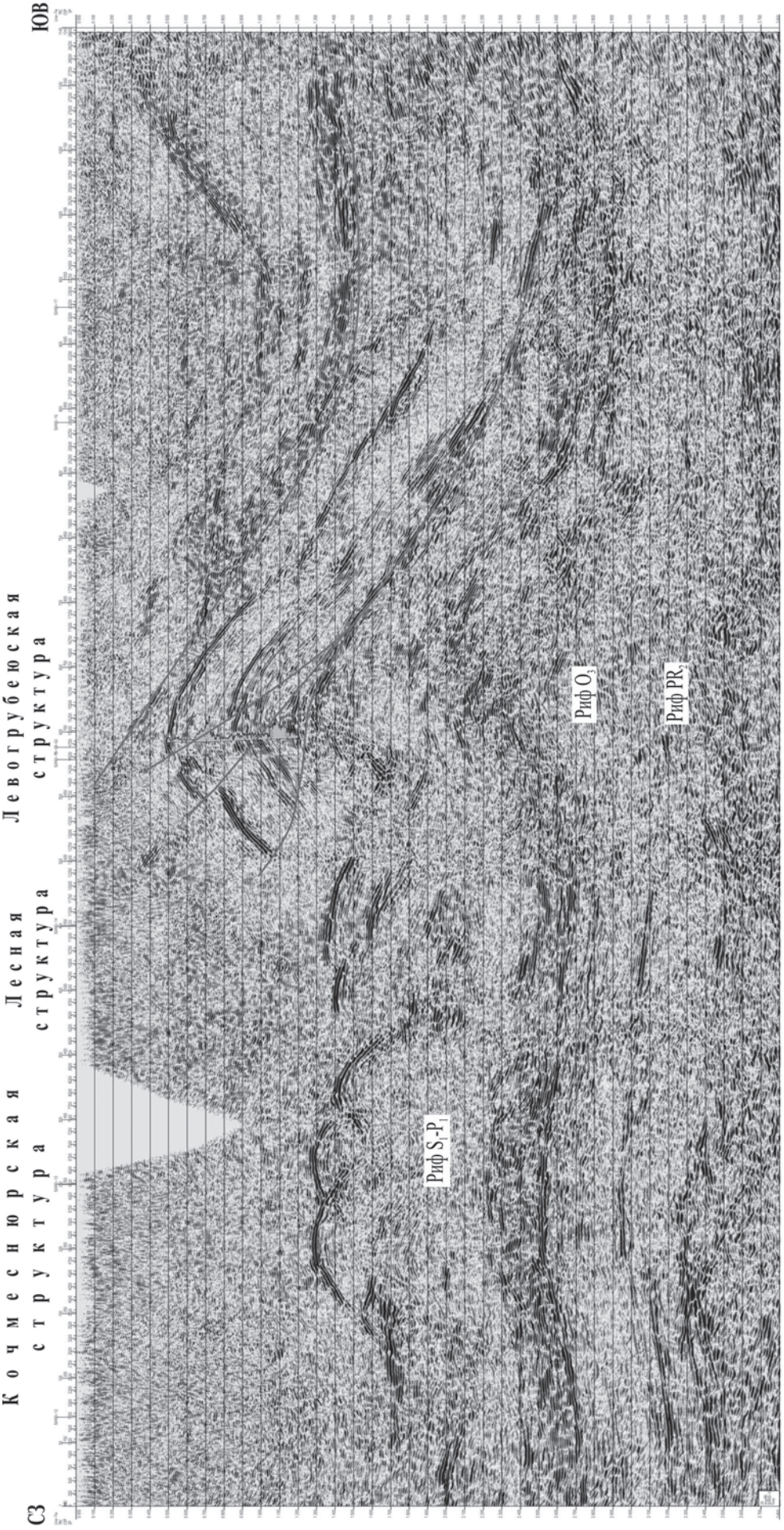


Рис. 2. Лемвинский барьерный риф на временном разрезе профиля 50490-04 (миграция)

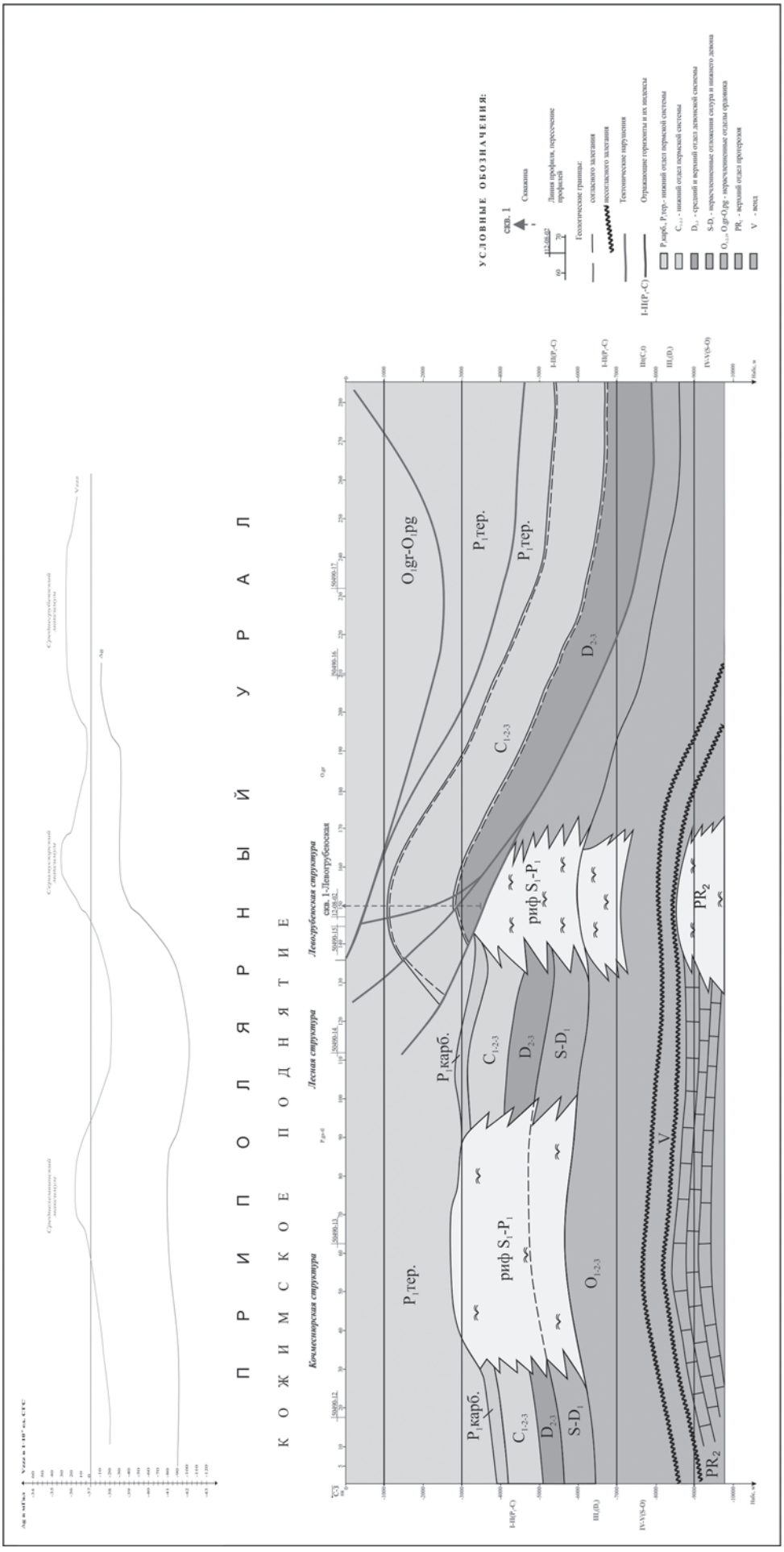


Рис. 3. Схематический геолого-геофизический разрез по профилю 50490-04 через Левогрубеюскую структуру (составили Б. П. Богданов, П. И. Приймак с использованием материалов ОАО Севергеофизика)

от скважины 1-Левогрубеюская.Щокурьинская свита состоит из светло-серых и серых с зеленоватым, желтоватым и розоватым оттенками крупнокристаллических слюдистых мраморов, часто пиритизированных и известковистых, кварцево-хлорито-слюдистых, а также кварцево-кальцито-хлорито-эпидотовых сланцев, составляющих обычно верхнюю часть свиты. В некоторых разрезах, например, на р. Нярτей-ю (приток р. Маньи), на р. Хартес и его притоках — р. р. Керсингя и Хартес-вож, в верхней части карбонатной толщи присутствуют темно-серые и черные, иногда битуминозные, мраморизованные водорослевые известняки, местами сильно пиритизированные; среди них встречаются кавернозные разности, с выделениями блестящего асфальтообразного вещества в кавернах.

Толщина щокурьинской свиты определяется в пределах 250–400 метров.

По мнению К. А. Львова, известняки (мраморы)щокурьинской свиты иногда имеют явно выраженный рифовый характер (р. Хартес).

Маньинская свита залегает на щокурьинской и сложена чередованием вулканогенных пород с рифовыми доломитами и известняками толщиной 800–2000 м.

На северном склоне Кожимского поднятия на р. Надоте в 28 км к югу от скважины А. И. Елисеевым закартированБольшенадотинскийриф фаменско-турнейского возраста, а на западном склоне на р. Кожим известен риф позднекаменноугольного-раннепермского возраста высотой 60–70 м.Этот риф размещается на обломочном шлейфе (скала Монах)нижне-среднекаменноугольного рифа. Эти рифы можно видеть на фрагментах временных разрезов сейсмических профилей, отработанных на западном склоне Кожимского поднятия.

Геологическая карта Кожимского поднятия в совокупности с литолого-фациальной характеристикой рифейско-нижнепермских отложений, сейсмо-грави-магнитные материалы позволяют рассматривать Кожимское поднятие Приполярного Урала как гигантскую карбонатную платформу рифей-раннепермского возраста размерами 300×120 км при амплитуде по кровле рифейских рифовых пород свыше 3 км, которые залегают на гранитах нижнего протерозоя-архея, и может представлять собой крупную область нефтегазонакопления, окруженную очагами генерации УВ.

Оперативный анализ геолого-геофизических материалов показал, что вскрытые скважинами 1-Юньяхинская и 1-Левогрубеюская фрагменты Лемвинского барьерного рифа соединяются в единуювалообразнуюзону, ограниченную с востока системой пластин фронтального взбросо-надвига, подобной левогрубеюскому.

Анализ материалов ГИС и ГТИ по скважинам 1-Юньяхинская, 1-Левогрубеюская показывает, что перспективы нефтегазоносности одноименных структур остались нераскрытыми в связи с тем, что по заключениям ГИС в скважинах не выделялось коллекторов для опробований. На самом деле в скважине 1-Юньяхинская коллектора имеются, что подтверждается результатами проводки скважины, в которой в аллохтоне лемвинских фаций в интервалах 1332.07–1338.17, 1389.8–1402 м наблюдались поглощения глинистого раствора различной интенсивности от 0,33 до 4.6 м^3/сут. Пусть это может быть трещинная емкость, но она есть и её надо было опробовать. Таким образом, в скважине остался неопробованным 70-метровый интервал зоны поглощений.-Кроме того, при интерпретации материалов в системе GeoOfficeSolver выделяются низкопоровые пласты коллектора в интервалах 1541–1630, 1975–2058, 2996–3017, 3186–3201, 3522–3530 м.

В скважине 1-Левогрубеюская также не выделялось коллекторов для опробований по заключениям ГИС при её проводке, хотя они при интерпретации в GeoOfficeSolverв интервалах 2692–2726, 2788–2803, 2820–2856, 2922–2932, 2960–3042 м могут быть, не говоря о зонах поглощения промывочной жидкости, которых в скважине множество. На это указывают и вышеприведенные данные опробований с получением газогидратов.

В связи со вскрытием уникальных рифовых разрезов в скважинах 1-Юньяхинская, 1-Левогрубеюская, т. е. подтверждением Лемвинского барьерного рифа, необходимо продолжать целенаправленные ГРР в пределах 200-километрового фрагмента Лемвинского барьерного рифа с целью определения в нем коллекторов для последующего вскрытия их скважинами для открытия значимого для экономики Республики Коми месторождения углеводородов. При этом самым простым выходом был бы возврат на скважины 1-Юньяхинская, 1-Левогрубеюская после дополнительной интерпретации геолого-геофизических материалов скважин и сейсморазведки, грави-магниторазведки.

Возможно, открытия месторождений на Левогрубеюском и Юньяхинском участках явятся также обоснованием для изучения перспектив нефтегазоносности пермско-рифейских карбонатов и докембрийских гранитов Кажимского поднятия ПриполярногоУрала.

Литература

1. *Антошкина А. И., Елисеев А. И.* Рифообразование в палеозое севера Урала и сопредельных областей // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейского Северо-Востока СССР: Тезисы Всесоюзной геологической конференции. Т. 2. Сыктывкар. 1988. С. 7–8

2. *Антошкина А. И.* Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. ISBN 5-7691-1243-3.

3. *Богданов Б. П., Островский М. И, Ростовщиков В. Б.* и др. Новый перспективный нефтегазоносный район Лемвинского барьерного рифа // Серия: геология, бурение и разработка газовых и газоконденсатных месторождений. М. 1987. Вып. 3. С. 04–07.

4. *Грачевский М. М., Берлин Ю. М., Дубовской И. Т.* и др. Корреляция разнофациальных толщ при поисках нефти и газа. Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Недра, 1976. 296 с.

5. *Елисеев А. И.* Формации зон ограничения северо-востока Европейской платформы (поздний девон и карбон). Д., Наука, 1978. 192 с.

6. *Иванов В. В., Торопов В. А., Уткина О. Л., Гудельман А. А.* Геологическое строение Лемвинского поперечного опускания по результатам геолого-разведочных работ ООО «Газпром переработка» //Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. Научно-технический сборник, 2010. № 3.

7. *Юхтанов П. П.* (составитель). Геологическое наследие Республики Коми (Россия). Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. 350 с.

Литолого–петрофизическая характеристика разнофациальных отложений верхнего карбона – нижней перми Возейского месторождения

М. Г. Бояршинова, А. З. Трубникова, Е. Е. Винокурова
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть», Пермь

В пределах Печоро-Колвинской нефтегазоносной области расположены одни из крупнейших нефтяных и нефтегазовых месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (Усинское, Возейское, Харьягинское и др.), обеспечивающие превалирующую долю добычи нефти и газа в провинции. Большая часть таких месторождений находится на поздней стадии разработки и характеризуется падающей добычей. Открытие новых месторождений в районе не является единственно верным решением для восполнения промышленных запасов нефти и газа. Детальное изучение особенностей строения продуктивных толщ также может способствовать повышению уровня добычи нефти и газа и проведению доразведки месторождений.

Литологические, петрографические и петрофизические исследования кернового материала, несомненно, являются базовыми в проведении геологоразведочных работ на любых стадиях разработки месторождений.

Целью данной работы являлся анализ результатов исследований керна каменноугольно-нижнепермских отложений Возейского месторождения для выявления особенностей строения продуктивной толщи и влияния условий образования пород на формирование коллекторов. Выбор объекта исследований был обусловлен наибольшим нефтегазоносным потенциалом этой части разреза, присутствием здесь крупных залежей, а также наличием представительного кернового материала.

Для проведения фациальной типизации пород были использованы послойные литологические описания кернового материала и петрографические исследования шлифов (199 шл.). В результате проведенных исследований было установлено, что верхнекаменноугольно-нижнепермские отложения изучаемого месторождения формировались преимущественно в двух крупных фациальных зонах: открытый мелководный шельф ниже базиса нормальных волн (средний шельф), открытый мелководный шельф выше базиса нормальных волн (верхний шельф). В отдельную группу были выделены водорослевые известняки биогермного облика, слагающие биостромные тела и представляющие особый интерес с точки зрения нефтегазоносности.

Установленные разнофациальные отложения закономерно замещают друг друга как по вертикали, так и по латерали, отражая трансгрессивно-регрессивные фазы осадконакопления и фациальную зональность развития бассейна, соответственно.

Фации среднего шельфа представлены преимущественно известняками шламово-детритовыми, неравномерно глинистыми. Породы сложены разнообразными органическими остатками, часть из которых представлена не диагностируемыми обломками шламовой размерности (до 0.10 мм). Среди более крупных обломков встречается детрит мшанок, брахиопод, криноидей, остракод. Роль цемента выполняет микро-тонкозернистый кальцит. Тип цемента базально-поровый, порово-базальный (20–30 %). Часто отмечается глинистая примесь хлорит-гидрослюдистого состава, занимающая до 20 % поверхности шлифа. Терригенные включения представлены угловатыми и редко полуокатанными зернами кварца и полевого шпата удлиненной и изометричной формы алевритовой размерности, чешуй-

ками слюд размером до 0.12 мм и акцессорными зернами циркона и лейкоксена. Среди аутигенных образований встречаются пирит (1–2 %) и кремнистый материал (ед.–3 %). Пирит развит по органическим обломкам в виде пятен изометричной формы размером до 0,10 мм, по зернам кварца и чешуйкам слюд и отмечается в межформенном пространстве в виде рассеянных пылеватых частиц. Кремнистый материал представлен агрегатным кварцем, развитым по биодетриту.

Данные отложения накапливались в относительно спокойной гидродинамической обстановке, ниже базиса волновой эрозии, что позволяло выпадать в осадок и литифицироваться органогенным остаткам шламовой размерности и тонкой глинистой взвеси. В то же время часто встречающиеся разнообразные остатки ископаемых организмов свидетельствуют о мелководности и компенсированности седиментации.

Фации верхнего шельфа сложены известняками органогенно-детритовыми, биоморфно-детритовыми. Органические остатки различной степени сохранности представлены обломками мшанок, члеников криноидей, спикул губок, раковин брахиопод, остракод, фораминифер, отдельными обрывками водорослей, редко обломками трилобитов. Форменные элементы сцементированы кальцитом различной размерности. Тип цемента поровый, базально-поровый, регенерационный (связанный с члениками криноидей). Отмечается незначительная примесь (1–2 %) терригенного кварца алевритовой размерности и акцессорный минерал – циркон. Аутигенные зерна пирита (ед.–1 %) кубической формы развиваются по цементу, органическим обломкам и отмечаются в полостях биокластов. Кремнистый материал (в отдельных случаях достигает 30 %), представленный кварцем, развивается по органическим остаткам, а также по межформенному пространству.

Отложения данного типа формировались в пределах мелководного шельфа с активной гидродинамикой среды, что способствовало постоянному перемыванию биокластового материала и выносу глинистых частиц и мелких разностей детрита в более глубоководную часть бассейна седиментации.

Фации биостромов сложены преимущественно зелеными водорослями (двинелла, сифонниковые, мутовчатые, кодиевые). Водорослевые трубки в различной степени перекристаллизованы. Иногда наблюдаются микросгустки изометричной формы расплывчатых очертаний размером 0.04–0.16 мм. В подчиненном количестве присутствуют раковины одно- и многокамерных фораминифер, брахиопод, остракод, гастропод, обломки мшанок, членики криноидей, остатки багряных водорослей и трудноопределимые фрагменты. Форменные компоненты сцементированы новообразованным микритовым и тонкозернистым кальцитом, крустифицирующим органические остатки, и более крупными (мелкозернистыми) кристаллами кальцита, выполняющими поры между ними. Тип цемента поровый, крустификационный, регенерационный (связанный с члениками криноидей). Локально фиксируются единичные зерна терригенного кварца алевритовой размерности. По остаткам иглокожих редко развито окремнение (<1 %). Пирит (ед.) рассеян по породе в виде глобуль и их скоплений, развит по цементу, биокластам и на участках, выполненных яснокристаллическим кальцитом.

Условия образования аналогичны фациям верхнего шельфа.

В целом можно отметить, что окремнение развивается преимущественно по органогенно-детритовым известнякам, в меньшей степени по шламово-детритовым, практически отсутствует в породах водорослевого типа. Стилолитизация, образование открытых и минеральных трещин присуще всем выделенным типам пород.

Для выявления зависимости коллекторских свойств пород от их фациальной природы из всего множества значений коэффициента пористости и коэффициента газопроницаемости (682 образца) были отобраны образцы, по которым были изготовлены и изучены шлифы. Полная выборка составила 182 образца. Из них 77 образцов приходится на фации среднего шельфа, 81 – верхнего шельфа, 24 – биостромов.

Отложения **среднего шельфа** являются преимущественно плотными (51.3 % всех изученных образцов) и слабопористыми (19.7 %), плохо проницаемыми (61.7 %) и слабопроницаемыми (25.0 %). Встречаемые в породах данного типа поры приурочены в основном к органическим остаткам.

В породах **верхнего шельфа** распределение частоты встречаемости коллекторов различных классов по емкостному параметру смещено в сторону высокопористых. Фильтрационные характеристики в отложениях данного типа изменяются в широких пределах. Пустотное пространство представлено сообщающимися порами (размером 0.10–1.80 мм) и кавернами выщелачивания. Пустоты развиты по внутри- и межформенному пространству и имеют извилистые очертания, удлиненную, изометричную, чаще неправильную и лапчатую форму.

Фильтрационно-емкостные характеристики пород **биостромов** изменяются в широких пределах. Это породы от плотных до высокопористых, от плохо проницаемых до хорошо проницаемых. Изолированные и сообщающиеся поры и кавер-

ны выщелачивания неправильной и изометричной формы размером от 0.06 мм приурочены к межформенным участкам породы, а также в ряде случаев развиты по биокластам. Иногда по краям пустоты инкрустированы новообразованным тонкозернистым и мелко-тонкозернистым кальцитом.

Анализ распределения фильтрационно-емкостных свойств показал, что наилучшими характеристиками обладают фации верхнего шельфа и фации биостромов.

Таким образом, по результатам проделанной работы были выявлены зависимости распределения фильтрационно-емкостных свойств пород от их генезиса. Дальнейшее построение схем распространения различных фаций по площади месторождения позволит выявить участки с лучшими коллекторскими свойствами, что можно использовать для оптимизации разработки месторождения и заложения новых эксплуатационных скважин.

Литература

1. *Белонин М. Д., Прищепа О. М., Теплов Е. Л.* и др. Тимано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения. Спб.: Недра, 2004. 396 с.

2. *Громека В. И., Буровой А. М., Куренков Н. Т., Меннер В. В.* Закономерности размещения и перспективы поисков месторождений нефти и газа в Тимано-Печорской провинции // Геология нефти и газа. 1994. № 6.

3. *Уилсон Дж. Л.* Карбонатные фации в геологической истории. Пер. с англ., М.: Недра, 1980. 463 с.

О перспективах поисков залежей нефти в серпуховских природных резервуарах Тимано–Печорской нефтегазоносной провинции

Д. И. Валиева, М. Н. Попова
Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

Поиски залежей нефти и газа, приуроченных к доломитам и известнякам серпуховского яруса могут стать одним из весьма эффективных направлений геологоразведки в Тимано-Печорской провинции в ближайшие несколько лет. Хотя первые залежи нефти в карбонатах под ангидритами и между ангидритами серпуховского возраста в провинции открыты еще в 70-е годы прошлого века, до сих пор должного внимания эти залежи не получили. Не уделялось пристального внимания и проблеме покрышек этих залежей. Как возможная региональная покрышка рассматривалась сульфатно-карбонатная толща переслаивающихся ангидритов, доломитов и тонких пластов аргиллитов, как возможные локальные покрышки иногда рассматриваются отдельные пачки переслаивающихся сульфатно-карбонатных пород и аргиллитов.

Нами на основании интерпретации данных каротажа и тщательной попластовой корреляции карбонатных коллекторов и ангидритов показано, что покрышками для залежей являются только чистые ангидриты без примесей, при этом их толщина может не превышать единиц метров. Наилучшими коллекторскими свойствами среди пластов серпуховского возраста обладает пачка карбонатов толщиной до 50 м, залегающая непосредственно под первым снизу пластом ангидрита. При этом пористость и проницаемость пластов в пачке нарастают снизу вверх, и непосредственно под нижним ангидритом пористость карбонатов достигает 25–30 %, проницаемость до 100 мД и боолее. Тонкий нижний ангидрит и является в большинстве случаев покрышкой. Такое сочетание свойств пластов, образующих природный резервуар, является следствием регрессии моря, и выходом кровли карбонатов к водной поверхности перед началом образования сульфатных осадков. Такая последовательность пластов наиболее благоприятна с точки зрения плотности запасов и эффективности разработки залежей, так как покрышка лежит сразу на коллекторах с наилучшими в разрезе фильтрационно-емкостными свойствами. Благоприятно такое строение природного резервуара и с точки зрения поисков залежей – нужно получить надежную карту распространения нижнего ангидрита и определить площади и амплитуды структур по подошве нижнего ангидрита по данным новой сейсморазведки. На старых площадях и месторождениях эта задача часто может быть решена путем переобработки и новой интерпретации имеющихся материалов сейсморазведки и каротажа, и построения структурных карт по дополнительному отражающего горизонту, связанного именно с нижним ангидритом. Полезны оказываются карты некоторых атрибутов.

Результаты переинтерпретации материалов ГИС старого фонда скважин некоторых впадин Предуральского прогиба показали, что сульфатно-карбонатная толща серпуховского возраста имеет более широкое распространение, чем считалось ранее, отмечены новые участки распространения ангидритов в Верхнепечорской и Косью-

Роговской впадинах. Например, разрез серпуховских отложений скв. 1-Новая хорошо коррелируется с разрезом уже открытых на севере провинции месторождений, по данным каротажа в этой скважине уверенно выделяются водонасыщенные коллекторы, а в кровле пачки коллекторов под нижним ангидритом отмечаются нефтенасыщенные маломощные пропластки. Скважина в 1989 году пробурена вблизи креста двух профилей на неподготовленной к бурению структуре, фактически она была параметрической скважиной.

Следовательно, вблизи скважины № 1 – Новая есть перспективный объект, который можно оконтурить и подготовить к бурению за счет постановки новой сейсморазведки, при этом риски бурения будут минимизированы за счет четкого понимания цели – это антиклиналь по кровле карбонатов под нижним ангидритом.

Таким образом, пласты карбонатов, выделяемых непосредственно под сульфатной толщей, являются отличными коллекторами, тонкие пласты ангидритов - надежным экраном для залежей углеводородов в серпуховских отложениях. Это направление поисков может дать открытия нескольких десятков залежей с извлекаемыми запасами от единиц до 10–15 млн тонн как на известных месторождениях, так и на новых площадях Тимано-Печорской провинции.

Совершенствование аналитических методов исследования пластовых систем

А. Н. Волков, А. А. Латышев, В. В. Васильев
Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

Аналитические методы исследований играют важную роль при изучении недр для решения не только фундаментальных геологических задач, но и прикладных, связанных с поиском, разведкой и разработкой месторождений углеводородного сырья. От качества и достоверности получаемой информации о характеристиках пластовых флюидальных систем напрямую зависит качество решения перечисленных задач. Не смотря на формирование во второй половине прошлого столетия основных аналитических методов, направленных на сопровождение поисково-разведочных работ и разработки месторождений, в настоящее время по ряду объективных причин остро стоит проблема дальнейшего их совершенствования путем внедрения новых более информативных, зачастую экспрессных, методов исследования состава и свойств горных пород и пластовых флюидов.

С одной стороны, развитие аналитических методов определяется необходимостью углубленных исследований пластовых флюидов сложного состава глубокозалегающих залежей углеводородов. С другой стороны, все более возрастающими требованиями к созданию геолого-технологических моделей, моделированию технологии схем добычи и переработки УВ сырья и расчету его материально-компонентных балансов. Наконец, введение федеральных законов («О единстве измерений», «О техническом регулировании» и др.), национальных и межгосударственных стандартов накладывает определенные требования в плане соответствия аналитических методов (методик) современным метрологическим требованиям, а также обеспечения необходимого качества (достоверности) получаемых результатов измерений.

Перечисленные выше факторы определяют актуальность дальнейшего развития и совершенствования аналитических методов, чему благоприятно способствуют прогресс в области приборной и компьютерной техники, а также обработки и интерпретации данных. На смену рутинным методам приходят современные аналитические комплексы, основанные на последних научных достижениях, которые позволяют не только внедрят новые методики, но и на новой методической основе использовать ранее применявшиеся, существенно расширяя их возможности. Естественно, что этот процесс требует постановки и проведения специальных экспериментальных и метрологических исследований, на основании которых могут быть созданы и аттестованы методики выполнения измерений (МВИ) или отраслевые стандарты и стандарты организаций.

В филиале ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта разработаны современные методики аналитических исследований, применяемые при изучении состава и свойств горных, пластовых углеводородных флюидов и попутных (пластовых) вод, которые входят в различные комплексы лабораторных и экспериментальных исследований, используемых на различных этапах освоения месторождений.

В линейку аналитических методов изучения керна и шлама поисково-разведочных скважин входят как традиционные (люминесцентно-битуминологический, химико-битуминологический, элементный эмиссионный анализ) методы, так и новые, включающие: метод пиролитической масс-спектрометрии (ПМС) [1], метод термогазовой хроматографии (ТГХ) [2], инфракрас-

ной Фурье-спектрометрии (ИКС) [3], позволяющих получать обширную информацию о составе насыщающих горную породу углеводородных флюидах. Так при исследовании керна и шлама методом ПМС измеряются параметры [1], подобные получаемым в ходе анализа Rock-Eval, а также дополнительные: фракционный состав сорбированных углеводородов (УВ), содержание сернистых соединений и т. д. Развитие метода ТГХ и создание аттестованной МВИ позволило не только проводить качественный анализ перспективности исследуемых отложений на нефть и газ, но и количественную оценку содержания глубокосорбированных в керне и шламе газов. На основе ИКС метода создана и запатентована простая экспрессная методика оценки содержания и состава УВ, сорбированных в керне и шламе.

За последние годы аналитические методы изучения состава и свойств пластовых флюидов обогатилась большим количеством современных методик выполнения измерений, как на национальном, так и отраслевом уровнях. Так в 2010 г. введена в действие серия стандартов ГОСТ Р 31371, гармонизированная с международными стандартами и регламентирующая МВИ хроматографического анализа природных газов в соответствии с современными метрологическими требованиями. В этом направлении характерно, прежде всего, развитии традиционных аналитических методов в плане их совершенствования на основе новой приборной базы и методик обработки результатов измерений. В этом отношении показательно появление целого ряда методик хроматографического анализа, ИК спектрометрии, причем последняя, благодаря появлению Фурье-спектрометров, получила новый импульс в своем применении для решения задач нефтегазовой отрасли. Важно, что методы ИКС могут применяться впрямую без проведения какой-либо пробоподготовки как для анализа состава углеводородных флюидов, так и пластовых (попутных) вод. Опыт применения ИКС показывает, что метод позволяет объективно и оперативно, даже на качественном уровне, контролировать изменение состава добываемых УВ флюидов (молекулярного состава, наличия примеси нефти, обводненности и т.д.) в процессе разработки месторождений и применения методов повышения углеводородотдачи. С успехом метод может быть применен для количественного анализа состава газообразных, жидких УВ флюидов и попутных (пластовых) вод.

Наряду с совершенствованием традиционных методов анализа для исследования пластовых флюидов стали применяться совершенно новые, появившиеся в результате фундаментальных исследований, или комбинированные, сочетающие в себе достоинства традиционных методов: хроматографии и инфракрасной спектрометрии, хроматографии и масс-спектрометрии и т. д. Например, появление простого и надежного в эксплуатации осмометра позволило с успехом применить метод криоскопической осмометрии для определения молярной массы газовых конденсатов, что существенно ускорило и повысило точность проведения измерений этого показателя [4]. Для анализа попутных вод с успехом был применен метод капиллярного электрофореза, реализованный в приборах серии «Капель» и по сути заменивший рутинный анализ методами «мокрой» химии [5].

Новые возможности исследования состава и свойств пластовых флюидов открываются благодаря применению для этих целей мощных аналитических комплексов, в частности, на основе хромато-масс-спектрометрического метода. Так использование этого метода позволило, провести детальное изучение состава пластового газа [6], идентифицировав в его составе практически все компоненты за счет библиотеки масс-спектров, включающей более 200 000 соединений.

Благодаря переходу на исследование микронавесок конденсата, были существенно расширены возможности экспериментального моделирования фазового поведения газоконденсатных систем на установках фазовых равновесий, повышена достоверность прогнозирования изменения характеристик пластового газа и добываемого конденсата при снижении пластового давления. Разработанные отраслевые стандарты в области экспериментальных исследований, апробированные на различных газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождениях, востребованы при изучении глубокозалегающих залежей с высоким содержанием конденсата в составе пластового газа.

В заключение отметим, что поиски новых скоплений углеводородов и их освоение сопряжены с необходимостью решения все более сложных аналитических задач, успешное решение которых, как показывает опыт филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, возможно на основе применения современных достижений в области фундаментальных наук и развития аналитической техники.

Литература

1. Латышев А. А., Васильев В. В., Пасевич Н. Н. Изучение геохимических показателей керна методом пиролитической масс-спектрометрии // Сб. науч. тр. Ухта: Филиал ООО «ВНИИГАЗ»-«Севернипигаз», Ч. 1. 2006. С. 256–260. (Мат. конф., посвящ. 45-летию Севернипигаза).

2. *Латышев А. А., Васильев В. В., Карначев Д. В.* Методические вопросы термогазовой хрома-

тографии при изучении состава сорбированных газов горных пород // Сб. науч. тр. Ухта: УГТУ, Ч. 1. 2009. С. 350–354. (Мат. науч.-техн. конф.).

3. *Латышев А. А., Васильев В. В., Карначев Д. В.* Способ определения содержания углеводородов в керне/ Патент РФ № 2377564. Опубл. 27.12.2009. Бюлл. № 36.

4. МВИ 12897202.05-02 Конденсат, нефть, нефтепродукты. Методика выполнения измерения молекулярной массы методом криоскопической осмометрии. Ухта: Филиал ООО «ВНИИГАЗ»-«Севернипигаз», 2002. 25 с.

5. СТО Газпром 2-3.1-100-2007 Методика определения катионов и анионов для высокоминерализованных попутных вод месторождений на приборе «Капель». М.: ИРЦ Газпром, 2007. 34 с.

6. *Латышев А. А., Васильев В. В., Огданец Л. В.* и др. Детальное изучение состава жидких углеводородов методом хромато-масс-спектрометрии // Газовая промышленность. 2010. № 8. С. 25–27.

Литолого–петрографическая характеристика нефтепродуктивного пласта $БВ_8^{1а}$ Курраганского месторождения

Р.Ф. Вафин, Е.Т. Куклина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Курраганское нефтяное месторождение территориально находится в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.

В тектоническом отношении месторождение расположено на сочленении двух структур первого порядка – северном погружении Нижневартовского свода и южной части Северо-Вартовской моноклинали.

Геологический разрез представлен отложениями юрской, меловой, палеогеновой систем, перекрытых четвертичными отложениями.

Курраганское нефтяное месторождение можно охарактеризовать как многопластовое, многозалежное, сложного геологического строения. Одним из основных объектов разработки месторождения является продуктивный пласт $БВ_8^{1а}$, залегающий в верхней части мегионской свиты и сложенный частым переслаиванием мелкозернистых полимиктовых песчаников и песчанистых крупнозернистых алевритов с глинистыми разно- и мелкозернистыми алевролитами, представлен довольно типичными отложениями прибрежно-мелководных фаций трансгрессивного цикла. Верхняя часть пласта сложена преимущественно переслаиванием песчаных и алевритовых прослоев, нижняя часть представлена более глинистыми и алевритистыми разностями, изредка перемежающимися прослоями маломощных песчаников.

Общая толщина пласта изменяется от 6.4 до 26.5 м, эффективная – от 3.2 до 18.6 м.

Карта песчанистости пласта $БВ_8^{1а}$, показывает, что на породы-коллекторы пласта имеют повсеместное распространение по площади месторождения. Значение коэффициента песчанистости изменяется от 0.15 до 0.64. Зона наилучшего развития коллекторов с коэффициентом песчанистости более 0,5 отмечается в западной части месторождения. На остальной территории значение коэффициента составляет 0.2–0.4.

Отложения пласта $БВ_8^{1а}$ соответствует покровному характеру седиментации в условиях прибрежно-морской обстановки с повышенной динамикой водной среды. Увеличение эффективных толщин пласта в северо-восточном направлении указывает на шельфовые условия осадконакопления.

По макроописанию кернового материала скважин разрез пласта представлен песчаниками с подчиненными прослоями алевролитов и аргиллитов.

Песчаники средне- и мелкозернистые, кварцевые, слюдистые, крепко- и среднесцементированные карбонатно-глинистым цементом с редкими прослойками алевролитов и аргиллитов, с остатками растительного детрита. Для песчаников характерна линзовидно-волнистая слоистость. Алевролиты средне- и мелкозернистые, глинистые, с тонкими редкими линзами песчаника мелкозернистого. Аргиллиты плотные, массивные, с тонкими редкими прослоями песчаника толщиной от 0.5 до 2.5 см.

По данным гранулометрического анализа в среднем чуть больше 8 % зерен по своим размерам относятся к пелитовой фракции – пелитовый материал в породах-коллекторах является рассеянным. В песчаниках обломочный материал составляет 75–85 %, средней степенью отсортированности (SoH≈3), преобладают полукруглые обломки, плохо и средне окатанные. Основной размер зерен песчаников составляет 0.05–0.25 мм (69 %), алевролитов – 0.05–0.01 мм (23 %).

В целом гранулометрический состав пород пласта $БВ_8^{1а}$ близок между собой, разница между средними характеристиками отдельных пластов существенно меньше, чем разница между отдельными образцами в пределах одного пласта. Кумуля-

тивные кривые гранулометрического состава рассматриваемого пласта, отражающие по В. В. Веберу условия формирования соответствующих отложений, характеризуются преобладанием наклонных часто пересекающихся симметричных форм и свидетельствуют о накоплении песчано-алевритового материала в условиях активной волновой деятельности мелководного морского бассейна.

По описанию шлифов песчаники можно охарактеризовать как мелкозернистые, алевритовые, аркозовые, слюдистые с кварцево-хлоритовым цементом. Структура песчаников алевропсаммитовая, текстура слоистая, ориентированная. Содержание обломочного материала 75–85 %, размер обломков колеблется от 0.01 до 0.04 мм, среднее значение – 0.013 мм. Степень отсортировки обломочного материала средняя, форма полуокатанная и окатанная.

В состав породообразующих минералов входят: кварц 35–40 %, полевой шпат 40–55 %, обломки пород 7–11 %, слюда до 1.5–2.5 %.

Зерна кварца прозрачные, пелитовой размерности. Полевые шпаты представлены калиевыми разностями и плагиоклазами. Обломки пород эффузивные, осадочные. Слюда – биотит.

Акцессорные минералы представлены эпидотом, цирконом, апатитом, гранатом, лейкоксеном, пиритом, аутигенные – кальцитом.

Содержание цемента в среднем 7 %, тип цемента порово-пленочный, конформно-регенерационный, состав кварцево-хлоритовый. Из глинистых минералов преобладает хлорит – 63.3 %, далее гидрослюда – 27 %, каолинит – 5 %, смешаннослойные образования – 4,7 %.

Из постседиментационных процессов отмечается гидротизация, сидеритизация и хлоритизация биотита.

Выводы:

–пласт $БВ_8^{1a}$ представлен отложениями прибрежно-мелководных фаций трансгрессивного цикла, верхняя часть пласта сложена переслаиванием песчаников и алевролитов; нижняя – более глинистыми и алевритистыми разностями;

–песчаники на 75–85 % сложены обломочным материалом средней отсортированности, основной размер зерен составляет 0.05–0.25 мм (69 %);

–цемент по типу можно охарактеризовать как порово-пленочный, конформно-регенерационный, по составу – кварцево-хлоритовый. Преобладающими глинистым минералами являются хлорит (63.3 %) и гидрослюда (27 %);

–породы-коллекторы, слагающие продуктивный пласт $БВ_8^{1a}$ подвержены следующим постседиментационным процессам: гидротизация, сидеритизация и хлоритизация биотита;

–породы-коллекторы имеют повсеместное распространение по площади месторождения, причем в западной части отмечается наилучшее развитие коллекторов.

Оценка перспектив поиска залежей нефти и газа на территории Вычегодского прогиба

М. Г. Вахнин
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

В условиях, когда большинство известных нефтегазоносных регионов имеют высокую степень изученности и вероятность открытия крупных месторождений уменьшается, повышенный интерес вызывают перспективные нефтегазоносные области и районы, такие как Мезенская синеклиза и входящий в нее Вычегодский прогиб.

Занимающая большую площадь Мезенская синеклиза (более 250 тыс. км^2) является одной из наименее изученной на территории Европейского Севера. Имеющиеся геологические данные и проведенные ранее исследования (И. Н. Капустин, 1987; Л. З. Аминов и др., 1991; В. Г. Гецен, 1991; Б. А. Пименов, 1994; Н. А. Малышев, 2002 и др.) на данной территории указывают на её возможную перспективность на углеводородное сырье.

Мезенская синеклиза ограничена с востока Тиманским кряжем, а с запада Балтийским щитом. На юге граничит с Московской синеклизой и Волжско-Камской антеклизой. Расположена на севере Русской плиты, хорошо выражена по поверхности фундамента и ограничена разломами. Поверхность фундамента погружается в восточном направлении от первых сотен метров до порядка десяти километров.

В осадочном чехле Мезенской синеклизы можно выделить два крупных цикла седиментации, соответствующих структурно-тектоническим этажам. Первый цикл приходится на развитие преимущественно рифтогенных седиментационных бассейнов, а второй соответствует пострифтовому синеклизному этапу развития бассейна [1]. Фанерозойский цикл содержит силурдевонский, каменноугольно-раннепермский, позднепермский и мезокайнозойский этапы, которые отвечают синеклизной стадии развития

Мезенского бассейна [2]. В состав осадочного чехла входят верхнепротерозойские, палеозойские и мезозойско-кайнозойские отложения.

В виде структур первого порядка выделяются Вычегодский, Пинежский и Сафоновский прогибы, разделенные Мезенско-Вашкинской зоной поднятий.

Вычегодский прогиб расположен между Тиманской грядой и Волго-Уральской антеклизой и представляет собой крупную структуру северо-западного простирания. Размеры структуры — порядка 450х80 км. Поверхность фундамента погружается на северо-восток, где достигает глубины 10 км. Прогиб разделен Сторожевским поперечным поднятием на Сереговскую и Северо-Кельтминскую впадину. В западной части Сереговской впадины находится соляной купол, а на северо-востоке структура ограничена Западно-Тиманским взбросо-надвигом.

Рифейские отложения распространены по всей территории Вычегодского прогиба. Мощность рифейских отложений в пределах Сереговской впадины превышает четыре километра, и в качестве покрышки может служить региональная глинистая покрышка усть-пинежской свиты верхнего венда. В западной части Сереговской впадины расположен соляной купол мощностью более 2.5 км, что свидетельствует о развитии в данном районе мощной соляной толщи. Данная толща, возможно, приурочена к отложениям няфтинской свиты рифея [3] и может служить надежной покрышкой для залежей углеводородов в нижележащих отложениях протерозоя. В отложениях верхнего рифея выделены скв. Сторожевск-1 дорогорская, няфтинская и уфтюгская свиты. В разрезе скв. Серегово-1 существуют кроме уфтюгской свиты и более древние отложения.

Вендский потенциально нефтегазоносный комплекс располагается по всей территории прогиба и сложен преимущественно терригенными породами. В нем имеется достаточное количество пористых песчанистых пластов, ограниченных глинистыми прослоями, которые могут служить локальными покрышками для ловушек углеводородов. Нижняя часть вендских отложений сложена преимущественно глинистыми отложениями и перекрыта базальтовыми пачками песчаников. Верхняя часть представляет собой переслаивание песчаников, алевролитов и глин [3]. В данных отложениях присутствуют коллекторские толщи во всех свитах, а наиболее выдержанной экранирующей толщей является покрышка усть-пинежской свиты.

Палеозойские отложения присутствуют практически на всей территории Вычегодского прогиба. Мощность комплекса составляет меньше 1.5 км, однако в нем имеются хорошие коллектора и экранирующие толщи. По подошве комплекс ограничен размытой поверхностью венда. По кровле распространена региональная покрышка кунгурского возраста. Мощность комплекса максимальна на востоке Вычегодского прогиба. Стратиграфическая полнота разреза различается для разных частей прогиба. Кровля комплекса располагается на глубине от 0.4 до 1.5 км. В районе Елмачпарминской структуры Кельтминского вала отложения выходят на поверхность. В палеозойской толще выделяются зональные коллектора. Основной региональной покрышкой может служить нижнепермская кунгурская, сложенная карбонатно-сульфатными породами. Возможно также наличие глинистых зональных покрышек, например, франская в верхнем девоне или визейская в нижнем карбоне и др. [3].

Верхнедевонские отложения достигают мощности 280—300 метров в восточной части, где представлен наиболее полный стратиграфический разрез. Хорошие коллектора отмечены в верхнедевонских отложениях Вычегодского прогиба, в средне- и верхнекаменноугольных и нижнепермских отложениях. Выделяются также экранирующие толщи в каменноугольных и верхнепермских отложениях. Породы, обладающие хорошими коллекторскими свойствами, приурочены к терригенным отложениям среднего и верхнего девона [4]. Наиболее развитые коллекторские толщи расположены в зоне сочленения Вычегодского (скв. Сторожевск-1) и Кировско-Кажимского прогибов.

На Аныбской площади в районе восточной части Вычегодского прогиба развиты карбонатные отложения верхнего девона, представляющие собой кавернозные и трещиноватые известняки и доломиты. В средне-, верхнекаменноугольных и нижнепермских отложениях существует большое количество пластов с хорошими коллекторскими свойствами. Флюидоупорами могут служить глинистые отложения франского яруса нижнего девона и теригенно-карбонатно-сульфатные породы нижней перми. В скважине Сторожевская-1 были получены нефтепроявления в породах московского яруса среднего карбона и песчаниках уфтюгской свиты верхнего рифея. В мелких скважинах Кельтминского вала в отложениях перми и карбона выделены слои, насыщенные тяжелой высоковязкой нефтью.

Нижнепермские и среднекаменноугольные отложения развиты на территории прогиба локально. Верхнепермские отложения представлены терригенными отложениями уфимско-татарского возраста.

Верхнепермско-мезозойский потенциальный нефтегазоносный комплекс распространен на территории прогиба. Стратиграфическая пол-

нота сильно отличается, наиболее полно представлены верхнепермские отложения. Нефтенасыщенные пласты в верхнепермских отложениях были выделены на Мулукской и на Елмачпарминской площади. Это свидетельствует о возможности наличия небольших залежей в литологически ограниченных ловушках в данном комплексе, а также о возможности размещения месторождений углеводородов в нижележащих потенциальных нефтегазоносных комплексах.

На территории прогиба присутствуют разнообразные тектонические элементы, такие как валы, поднятия, тектонические нарушения, которые могут применяться в качестве ловушек углеводородов. Наличие зон выклинивания может служить ловушками стратиграфическими, также возможно существование различных литологических ловушек, например ловушки, под отложениями соленосных толщ.

К потенциально нефтегазоносным комплексам можно отнести: рифейский карбонатно-терригенный, вендский терригенный, палеозойский карбонатно-терригенный и верхнеперско-мезозойский.

Территория Вычегодского прогиба характеризуется достаточно сложным геологическим развитием. В разрезе отмечается несколько периодов, перерывов в осадконакоплении, во время которых могло произойти разрушение залежей углеводородов. Несмотря на это, территорию Вычегодского прогиба можно считать перспективной на поиски месторождений нефти и газа. Это обусловлено наличием осадочного чехла с большой мощностью с нефтематеринскими породами, наличием ловушек с коллекторами и экранирующими толщами. Наиболее перспективными могут быть подсолеиосные толщи протерозойских пород, которые являются хорошими флюидоупорами, и участки с максимальной мощностью палеозойского чехла.

Литература

1. *Волхонина Т. В., Лобусев А. В., Силантьев Ю. Б.* Модель тектонического и термодинамического развития и перспективы нефтегазоносности Мезенской синеклизы / Геология нефти и газа, 1993. № 8.

2. *Каретников Л. Г., Сверчков Г. П.* Геолого-экономическая оценка перспективных ресурсов нефти и газа Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Проблемы экономики минерального сырья Северо-Востока европейской части СССР. Сыктывкар, 1991. С. 28–34. (Труды Коми научного центра УрО АН СССР, Вып. 124).

3. Прогноз нефтегазоносности Мезенского седиментационного бассейна / В. А. Дедеев, Б. А. Пименов, Л. 3. Аминов и др. Сыктывкар: КФ АН СССР, 1989. 60 с.

4. *Пименов Б. А.* Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Мезенской синеклизы: автореф. дис. ... к. г.-м. н. Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 1994. 18 с.

Тонкослоистые коллекторы нефти и газа. Основные проблемы и пути решения

Н. П. Вишератина, Т. Н. Куницына
Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

В настоящее время в общем балансе запасов углеводородов во всем мире существенно возрастает доля промышленных залежей нефти и газа, приуроченных к сложнопостроенным терригенным и карбонатным тонкослоистым коллекторам. К ним относятся коллекторы и баженовской свиты Западной Сибири, и кумской свиты Предкавказья, и доманиковые отложения Волго-Уральской зоны и Башкортостана, и неогеновые отложения Сахалинского и Вьетнамского шельфа и многих других районов. Встречаются такие коллекторы и в пределах Тимано-Печорской провинции, в частности, в отложениях нижнепермского сульфатно-галогенно-терригенного нефтегазоносного комплекса Курьино-Патраковского НГР.

В тектоническом отношении Курьино-Патраковский НГР расположен в пределах Курьинской антиклинальной зоны в южной части Верхнепечорской впадины (ВПВ) Предуральского краевого прогиба. Промышленно газоносными являются верхневизейско-нижнепермский карбонатный и нижнепермский сульфатно-галогенно-терригенный комплексы. На Госбалансе числится четыре неразрабатываемых месторождения газа в нижнепермских терригенных и верхнекаменноугольно-нижнепермских карбонатных отложениях: Курьинское, Рассохинское, Патраковское, Анельское. Средние дебиты газа по залежам варьируют в пределах 20–200 тыс.м^3. Максимальный приток газа дебитом 1620 тыс. м^3/сут. получен в скв. 57-Рассохинская при испытании инт. 1620.0–1885.0 м.

Наиболее сложно построенным с точки зрения ФЕС является комплекс верхнего струк-

турного этажа: нижнепермский сульфатно-галогенно-терригенный.

Нижнепермский сульфатно-галогенно-терригенный НГК включает преимущественно терригенные верхнеартинские отложения и сульфатно-галогенно-терригенные образования кунгурского яруса нижней перми. Комплекс вскрыт всеми скважинами, пробуренными на исследуемой территории: на Анельском, Патраковском, Курьинском и Рассохинском месторождениях, Пачгинской и других площадях Курьинско-Патраковского НГР. Комплексный анализ геолого-геофизических данных показал, что в строении залежей кунгурского и верхнеартинского возраста много общего: близкие условия осадконакопления, большое количество углефицированных растительных остатков, высокая карбонатность пород и их литификация, состав породообразующих минералов, тип и состав цемента и др.

Нижнепермский терригенный НГК представлен довольно равномерным ритмичным чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов с редкими прослоями карбонатных (в кунгурских отложениях сульфатных) пород, сформировавшихся в области морского шельфа в различных фациальных обстановках. Характерно тонкое переслаивание (от миллиметров до первых метров) литологических разностей с постепенными переходами. В разрезе кунгурского яруса, в сульфатно-терригенной толще, было выделено восемь, довольно хорошо прослеживаемых на территории юга Верхнепечорской впадины, пачек. Газоносный верхнеартинский подъярус разделен на семь пачек.

Все литологические разности, слагающие песчаные пачки, характеризуются близким составом. Песчаники и алевролиты, полимиктовые, нерав-номерно-зернистые, глинистые и известковистые (средняя карбонатность составляет 20–26 % от общего веса породы), большей частью плотные, часто тонко-горизонтально слоистые, за счет неравномерного распределения обломочного материала и растительного шлама, с включениями и тонкими прослоями гипса, ангидрита. Песчаники и алевролиты состоят из обломков пород (кремнистых, глинисто-кремнистых, хлорито-слюдистых, эффузивными, кальцитовых), кварца, полевого шпата, слюды и хлорита.

Аргиллиты и глины неравномерно песчанистые и алевритистые, разноизвестковистые (от неизвестковистых до 30 % при среднем — 21.8 %), тонко горизонтально слоистые за счет распределения многочисленного растительного шлама и то-чечный выделений белого ангидрита, трещиноватые. В шлифах аргиллиты состоят из глинисто-кальцито-кремнистых образований с обломками кремней, кварцитов, зерен кварца, полевых шпатов, пластинок мусковита и хлорита.

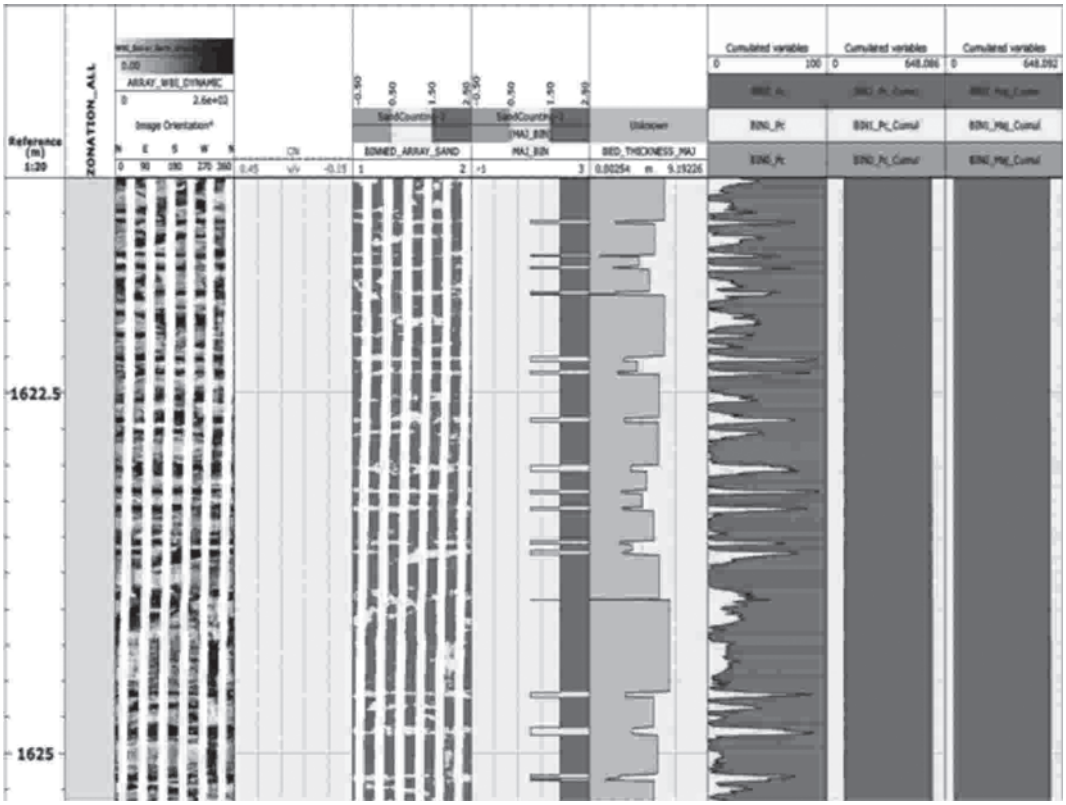
Все разности пород разбиты трещинами. Трещины большей частью выполнены гипсом и кальцитом, но отмечаются и открытые. Встречаются полые пустоты и мелкие каверны, образованные за счет выщелачивания пород. По данным ВНИИГРИ трещинная пористость по шлифам изменяется от 0.03 до 0.1 %, трещинная проницаемость – $(2.7–7.7)\cdot10^{-15}$м^2, объемная плотность трещин 60–127 на 1 м. Средняя ширина раскрытых трещин составило 0.017 мм.

Среднее значение открытой пористости по пачкам колеблются в пределах 1.9–11.9 %. Коэффициент газопроницаемости во всех пачках низкий, большая часть образцов относится к непроницаемым (менее $0.01\cdot10^{-15}$м^2), максимальное значение по единичным проницаемым образцам достигает чуть более $10\cdot10^{-15}$м^2. Все вышеперечисленные разности имеют мелкозернистый состав (фракция размером 0.1–0.01 мм составляет в среднем 8.6–25 %) и характеризуются повышенным содержанием пелитовой фракции (<0.01 мм) от 31.1 до 71.3 %. В связи с этим, они характеризуются высоким коэффициентом остаточной водонасыщенности ($K_{ов}$). В отложениях P_1ar_2 на Курьинском месторождении $K_{ов}$, например, изменяются от 46.3 до 96 %. Среднее значение составляет 75.8 %.

Таким образом, на основании лабораторных исследований коллекторы кунгурской и верхнеартинской залежи относятся: по литологии – к песчано-глинистым образованиям (песчаники,

Комплекс ГИС для тонкослоистого разреза

Методы ГИС	Приборы Baker Hughes
Электрический микроимиджер	(STAR)
Акустический микроимиджер	(CBIL)
Мультилатеральный каротажный градиент -зонд	(MULL)
Мультизондовый прибор бокового каротажа	(3DeX)
Стандартный каротаж (ГК, ГГКп, ННКт)	(GR-ZDL-CNC)
Ядерно-магнитный каротаж	(MReX)
Прибор для литологического исследования пласта	(FLeX)
Опробователь пластов на кабеле	(RCI)
Прибор мультиполюсного акустического каротажа	(XMAC)



Пример обработки тонкослоистого разреза по данным электрического имиджа

алеаролиты и, возможно, аргиллиты), по емкости – к низкоемким, по фильтрационным свойствам — к низкопроницаемым, по структуре пустотного пространства – к трещинным и трещинно-поровым. Наиболее развиты такие коллекторы в местах благоприятных для развития вторичной пористости, которая образуется за счет растворения карбонатного цемента и разложения растительных остатков в зонах повышенной трещиноватости (в приразломных зонах).

По данным ГИС подсчетные параметры (эффективная толщина, пористость, насыщенность) в таких коллекторах не устанавливались из-за низкой эффективности комплекса. В условиях тонкослоистого разреза стандартный комплекс ГИС не обеспечивает надежного выделения и оценку геофизических параметров тонких прослоев коллекторов из-за достаточно грубых вертикальных характеристик применяемой аппаратуры.

Все пласты-коллекторы (полимиктовые песчаники и алевролиты и трещиноватые глинистые разности) характеризуются повышенными показаниями на кривых гамма-каротажа и мало чем отличаются от непроницаемых аргиллитов. Из всех стандартных исследований ГИС, выполненных в разные годы в рассматриваемых скважинах, наиболее информативным является газовый каротаж. Следует отметить, что при бурении на больших репрессиях (на утяжеленных промывочных жидкостях), газовые аномалии могут не проявляться.

Для таких коллекторов необходимо использовать специально разработанные для тонкослоистых коллекторов технологические и методические приемы интерпретации геолого-геофизической информации (данные керна, расширенного комплекса ГИС, результатов испытания). Необходимо использовать методику комплексной интерпретации микрометодов с высокой разрешающей способностью и методов ГИС, обладающих достаточной глубинностью исследования для оценки геофизических характеристик пород. Для таких коллекторов должен использоваться комплекс специальных исследований, например такой, как предлагает Baker Hughes (таблица 1) и специальные обрабатывающие программы, например SHARP и TLAN PLUS (фирмы «Шлюмберже»).

Такой комплекс апробирован на многих тонкослоистых разрезах (месторождения Сахалина [1], шельф Вьетнама и др.) и показал хорошие результаты.

Пример обработки тонкослоистого разреза по данным электрического имиджа показан на рисунке.

Литература

1. *Свихнушин Н. М.* Исследование тонкослоистых коллекторов нефти и газа. Новые технологии ГИС // Нефтегазовое обозрение. 2002. Т. 7, № 2. С. 46—51.

Проблемы освоения глубокозалегающих залежей углеводородов

А. Н. Волков, Л. В. Огданец
Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

Дальнейшее развитие нефтяной и газовой промышленности связано с освоением месторождений УВ-сырья в глубокопогруженных горизонтах, в которых все чаще обнаруживаются залежи переходного типа, которые большинством исследователей отождествляются с околокритическими системами. Фазовая принадлежность этих систем может быть противоположной – легкие высокогазонасыщенные нефти или газоконденсатные системы с высоким количеством жидкой фазы.

На сегодняшний день такие уникальные природные объекты выявлены в различных нефтегазоносных районах России и стран СНГ, в том числе и в Тимано-Печорской провинции. Притоки УВ-флюидов, отвечающих по своим свойствам системам переходного состояния, установлены в отложениях ордовикского возраста Хорейверской впадины (Северо-Мастеръельская площадь) на глубинах 5152–5160 м; в силурийских (Западно-Командиршорское – II ГКМ) и фаменских отложениях (Верхнеамдермаельская площадь) Денисовской впадины на глубинах 4366 – 4599 м; в карбонатных коллекторах верхнего девона Большесынинской впадины (Восточно-Пыжъельская площадь) на глубинах 4209–4215 м.

Наиболее изученным месторождением в Тимано-Печорской провинции с залежами углеводородов переходного состояния является Югыд-Соплесское, опыт исследования которого позволяет отразить проблемы, возникающие при освоении глубокозалегающих залежей, и существенно расширить представления о подобных природных объектах.

Многпластовое Югыд-Соплесское месторождение расположено в северо-западной части Среднепечорского поперечного поднятия и приурочено к одноименной структуре, представляющей собой протяженную приразломную складку северо-западного простирания. Залежи пластовые, сводовые, тектонически экранированные. Верхняя залежь связана с песчаниками «основной» толщи старооскольского надгоризонта (скв. 4, 7, 10). В продуктивных песчаниках эйфельского горизонта выделяют верхнюю (скв. 6, 7) и нижнюю (скв. 6) залежи, последняя имеет ограниченное распространение.

Первые исследования проведены по скв.10 (инт. 4225–4298 м). Так как ожидалось газовое флюидонасыщение продуктивных отложений, исследования планировалось проводить на режимах, соответствующих газоконденсатной технологии. Однако уже на стадии освоения и отработки скважины возникли трудности в идентификации типа поступающего флюида. При пуске скважины через сепаратор был получен низкий дебит газа, величина газового фактора составила 450 $м^3/м^3$. Жидкая продукция скважины представляла собой темно-желтую жидкость, в которой при комнатной температуре выпадали парафины.

Несмотря на организованный мониторинг параметров на устье и забое скважины, получаемые в ходе промысловых исследований данные, не позволяли уверенно диагностировать тип флюида. Тип притока первоначально идентифицировали как газонефтяной.

Промышленные притоки углеводородных флюидов, кроме скв. 10, были получены в скв. 6 (инт. 4248–4372 м) и 7 (инт. 4286–4322, 4026–4064 м). Пластовые давления и температуры изменялись в пределах 42.81–45.08 МПа и 84–91 °С.

Промысловые исследования на вновь пробуренных скважинах были продолжены уже с учетом методических подходов, используемых для флюидов различных классов. Это относится как к установлению режимов исследований, так и к видам и объемам отбираемых проб. Исследования проведены в широком диапазоне изменения параметров работы скважин при депрессии на пласт от 1.5 до порядка 50 % от величины пластового давления. В зависимости от скважины и режима дебит газа сепарации изменялся от 6 до 100 тыс. $м^3$/сут, газовый фактор – в пределах 450 – 700 $м^3/м^3$.

По всем скважинам на основе первичных промысловых данных однозначно не была определена фазовая принадлежность углеводородных флюидов.

Далее, в лабораторных условиях были исследованы сепараторные пробы газа и УВ-жидкости, на основе полученных результатов с учетом их количественного соотношения в продукции был рассчитан состав пластового флюида. Пластовый флюид характеризуется мольным содержанием метана до 61 %, его гомологов около 38 %, неуглеводородных компонентов (азот и углекислый газ) не выше 1.6 %. Массовое содержание УВ C_{5+} в пластовом флюиде составляет 1130–1330 $г/м^3$. Полученные данные соответствовали существующему диапазону неопределенности.

Жидкие углеводороды в зависимости от объектов и режима исследований имеют плотность в пределах 0.772–0.790 $г/см^3$. Массовое содержание асфальтосмолистых веществ составило менее 1 %, парафинов до 3.8 %. По групповому составу бензиновой фракции (н. к. — 130 °С) жид-

кие флюиды относятся к алкановому типу. Гомологический ряд н-алканов имеет протяженность до C_{36} с максимумом в низкомолекулярной области C_{10}—C_{12}.

Полученный большой объем информации был использован для решения задачи диагностирования типа залежи геохимическими способами, основанными на сведениях о составе и свойствах газовой и жидкой фаз, термобарических характеристиках пласта и других показателях.

Диагностические признаки были предложены А. С. Великовским, А. И. Гриценко, Ю. П. Коротаевым, С. Д. Критской, А. Х. Мирзаджанзаде, Т. Д. Островской, А. С. Панченко, М. С. Разамат, Я. Д. Саввиной, В. П. Савченко, В. И. Старосельским, Г. С. Степановой, В. И. Тихомировым, В. А. Чахмахчевым и др.

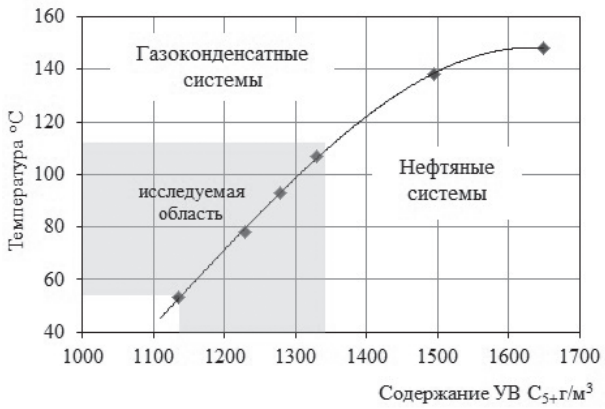


Рис. 1. Зависимость критической температуры от содержания УВ C_{5+}

Были рассчитаны порядка десятка известных геохимических коэффициентов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что по разным геохимическим признакам пластовый флюид может попадать в зону равновероятного существования как нефтяных, так и газоконденсатных систем [1, 2, 3]. По составу нормальных и изопреноидных алкановых УВ и бензиновой фракции жидких углеводородов получена корреляция с аналогичными данными конденсатов и нефтей Югыдского и Западно-Соплесского месторождений, расположенных рядом.

Экспериментальные исследования глубинных проб пластовых флюидов обнаружили низкую их представительность, что выражалось в различной идентификации фазового состояния параллельных проб.

Сложившаяся ситуация потребовала дополнительного проведения экспериментальных исследований, позволяющих определять граничные условия существования флюидов различных классов [4]. Реализация используемого метода предусматривает определение критических параметров в зависимости от состава УВ системы.

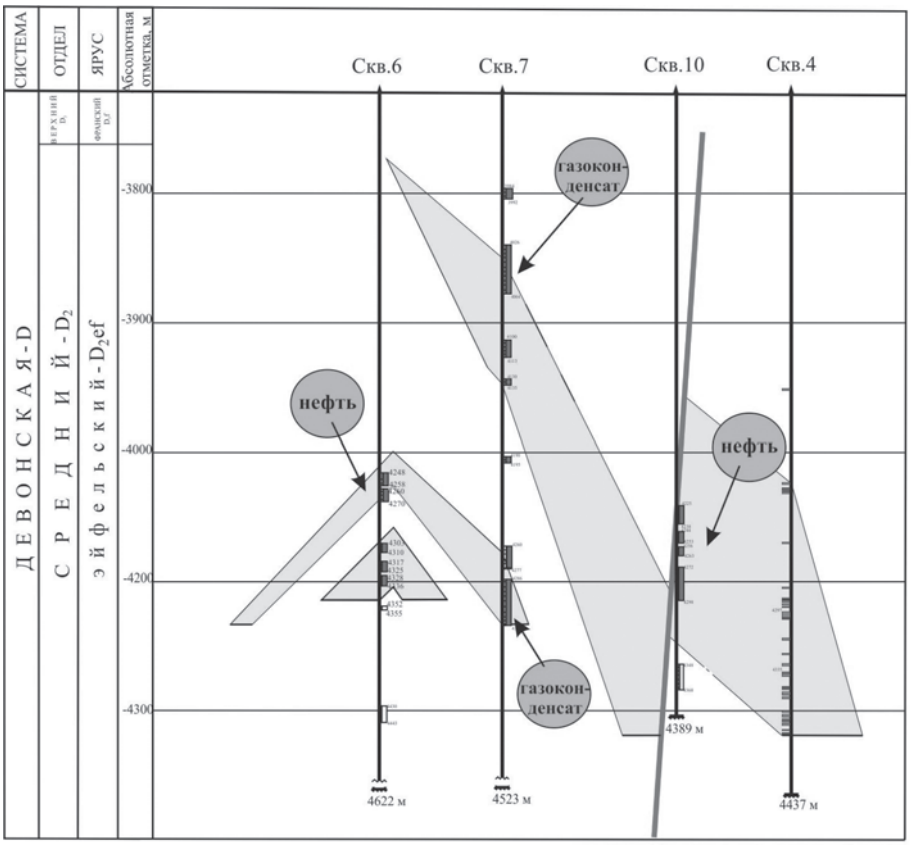


Рис. 2. Модель флюидонасыщенности отложений Югыд-Соплесского месторождения по экспериментальным данным

Результаты широкомасштабных экспериментальных исследований (рис. 1) позволили обоснованно подойти к идентификации фазового состояния пластовых флюидов различных объектов: по скв. 10 и скв. 6 определен нефтяной тип пластового флюида, для двух объектов скв. 7 – газоконденсатный тип.

Полученная на основе экспериментальных данных оценочная модель флюидонасыщенности получилась неадекватной (рис. 2), так как построения противоречили общепринятому характеру распределения УВ-флюидов по разрезу месторождения. При оперативном подсчете запасов было принято однозначное решение об отнесении типа пластового флюида по всем объектам исследованных скважин к нефтяному («летучая» нефть).

Таким образом, приобретенный опыт показывает важность получения первичной информации непосредственно на скважине и необходимость разработки новых методических подходов к изучению данных систем.

Ключевые слова: залежи переходного типа, промысловые исследования, околокритическая область, газоконденсатные технологии, нефтяной флюид, экспериментальные исследования, фазовое состояние.

Литература

1. *Коротаев Ю. П.* Избранные труды. В 3-х т. / Под ред. Р. И. Вяхирева. М.: Недра, 1999. Т. 2. 476 с.

2. *Чахмахчев В. А.* Геолого-геохимические методы оценки нефтегазоносности локальных объектов / В. А. Чахмахчев, А. А. Аксенов, Е. А. Барс. М.: ИГиРГИ, 1993. 206 с.

3. *Чахмахчев В. А.* Качественный прогноз нефтегазоносности по составу легких углеводородов / В.А. Чахмахчев, Т.Л. Виноградова // Геология нефти и газа. 1979. № 10. С. 18–26.

4. *Волков А.Н., Долгушин Н.В., Смирнов В.В.* К вопросу экспериментального исследования околокритических углеводородных систем // Сб.науч.тр. ВНИИГАЗ. М.: ВИИГАЗ, 2000. С. 162–170.

Перспективы нефтегазоносности вендских отложений Нижнечутинского месторождения

С. А. Горобец[1], А. Я. Голдобин[1], Т. А. Овчарова[2]

[1]ООО Нефтегазпромтех, Ухта

[2] Ухтинский государственный технический университет, Ухта

Нефтегазопроявления в породах фундамента при бурении скважин в районе Ухты были известны еще в дореволюционный период. Так, интенсивные газопроявления отмечались при вскрытии метаморфических сланцев верхнего протерозоя в процессе бурения одной из первых нефтяных скважин в России, пробуренной в 1868 году известным общественным деятелем, купцом первой гильдии М. К. Сидоровым.

Проявления УВ газов и твердых битумов также были отмечены при бурении скважин экспедицией Горного департамента в 1911–1913 гг., которую возглавлял инженер В. И. Стукачев. Интенсивные нефтегазопроявления в метаморфических сланцах и кварцито-песчаниках фундамента так же были установлены« Русским товариществом Нефть» и другими частными компаниями, проводившими буровые разведочные работы на нефть в близи Ухты.

Так на Водном промысле притоки газа в отдельных скважинах, пробуренных на радиоактивную воду, достигали 23 тыс. м^3/сут. Наиболее высокодебитные скважины длительное время использовались для отопления поселковой котельной, вплоть до момента подведения к населенному пункту отвода от магистрального газопровода и даже для заправки автомобилей[1]. Выделение газа из некоторых скважин, пробуренных на породы фундамента в районе поселка Водный, продолжаются вот уже более 70 лет (рис. 1).

Венд-рифейские метаморфизованныеобразования фундамента Тимано – Печорской провинции рассматривается в качестве потенциально перспективного нефтегазоносного комплекса. Положительная оценка перспектив нефтегазоностивендских отложений основываются на широком распространении нефтегазопроявлений (вплоть до промышленных притоков газа) в многочисленных скважинах на территории Ухта-Ижемского вала Южного Тимана, вскрывших на различную глубину (до 400–500 м) верхнюю, прикровельную часть метаморфических сланцев. Промышленные фонтаны газа при совместном опробовании метаморфических пород с пластами перекрывающих их девонских песчаников получены, к примеру, в скважинах 21, 26, 28 и 29 – Изкосьгора и 82 – Леккем, а также на других площадях. На высокие перспективы верхней части вендских метаморфизованных отложений указывает и отмеченные отдельными исследователями



Рис. 1.

предельная газонасыщенность сланцевых вод, высокая минерализация пластовых вод на весьма малых глубинах, высокая гелиеносность газов и радиоактивность. Многочисленные нефтегазопроявления в изученной верхней части разреза вендского фундамента Ухтинского района определяется не только наличием проявлений нефти и газа, но и рядом особенностей его строения и состава [2].

Породы венд-рифейскогокомплекса Тимано-Печорской нефтегазовой провинции, в особенности ее западных районов (Тимана и др.), резко отличаются от кристаллических образований архейско-нижнепротерозойского фундамента Русской и других древних платформ. Они представлены осадочными образованиями, испытавшим воздействием лишь начальной стадии метаморфизма (начальные субфации зеленых сланцев), обладают идеальной расслоенностью и характеризуются комплексу, продуктивностью которого доказана уже во многих регионах мира.

Перспективность глубоких горизонтов венд-рифея показали результаты изучения данных бурения параметрической скважины 700 – Ярега (1988–1989гг.) Вследствие аварии скважина была остановлена бурением при глубине 4779м. и поэтому не вскрыла предположительно нефтеносный проектный горизонт. Кроме того в керне рифейских отложений отмечено присутствие нефтяных битумойдов, растворимых в спиртобензольной смеси, с содержанием до 10% от объема пор, а на возможную продуктивность указывает характерное свечение керна из последних долблений под люминоскопом. Битуминозность и повышенные газопоказания отмечались до глубины 1661 м.В отличие от осадочного чехла, коллекторы в изначально терригенных метаморфизованных толщах представлены в основном трещинным типом с чрезвычайно низкой открытой пористостью (1–8 %) [3]. Специфический запах бензина и битуминозность отмечались в обнажениях доломитов быстринской свиты верхнего рифея наЦильменском и Четласком Камнях, Вымско-Вольской гряде, Очь-и Джемим-Парме, Полюдовском поднятии.

В пределах Нижнечутинского месторождения скважинами различного назначения были вскрыты прикровельная часть вендских отложений, отмечается наличие метаморфизованных кварцевых песчаников. В 1905 г. в пойме р. Ярега была пробурена скважина глубиной 117 м предпринимателем Вороновым, из интервала 68.3–114.1 м, которой было поднято 45.8 м пропитанных нефтью, слабо метаморфизованных песчаников фундамента. В 1935 г. примерно в 250 м к юго-западу от нее Водным промыслом пробурена скважина № 59 глубиной 308.7 м, в которой метаморфизованные песчаники фундамента вскрыты в интервалах 117.2–288.2 м и с глубиной 300.7 и до забоя. При этом в интервале 117.2–152.2 м песчаники насыщены нефтью. Таким образом, только вскрытая скв. № 59 толщина песчаников фундамента составляет 179 м, она может оказаться значительно больше, поскольку забой скважины не вышел из них. Но песчаники перекрыты в кровле фундамента слоем сланцев толщиной 43.7м.

В 2004 г. примерно в 750 м к западу от скв. Воронова пробурена скв. 15-Нижнечутинская, а в 850 м к юго -скв. 16-Нижнечутинская. В скважине 15 НЧ фундамент вскрыт в интервале 118-189 м и представлен трещиноватыми сланцами с тонкими прослойками песчаника со слабыми признаками нефтенасыщения (рис. 2). В скважине 16 НЧ фундамент вскрыт в интервале 119.6–170 м, в том числе 6 пропитанных нефтью прослоев песчаников толщиной от 0.6 до 2.4 м (суммарная толщина 9 м), с пористостью от 6.8–26.94 % . По данным ГИС также выделяются 6



Рис. 2.

продуктивных прослоев. Данные исследования керна и ГИС практически совпали, что говорит о надежности приведенных данных. По этим и другим имеющимся данным полосанефтенасыщенных слабометаморфизованных песчаников шириной около 500м и более протягиваются через скважины № 16 НЧ, Воронова и № 59 в сторону скважин № 3, 9,7 Нижнечутинские, в которых в фундаменте встречены тонкие прослои песчаника с нефтепроявлениями. Вскрытая толщина фундамента в этих скважинах колеблется от 19 до 53.7 м. Вторая полоса подобных песчаников субмеридионально-северо-западного простирания, предполагаемой шириной до 2 км выявлено в ранее пробуренных скважинах № 2053 и 7-Картировочная и трассируется западнее Нижнечутинского месторождения. В пределах этих зон возможно нахождение насыщенных нефтью песчаников толщин до многих десятков метров а возможно и первых сотен. Таким образом, в строении рифей-вендского комплекса фундамента в северной части Ухтинской складки встречаются субмеридиональные полосы перспективных на нефть слабометаморфизованных песчаников предполагаемой шириной от несколько сот метров до 2 км.

Газопроявления в фундаменте не менее многочисленны, чем нефтепроявления. Свободные скопления газа здесь приурочены к небольшим «карманам», видимо, тектонического происхождения. Одним из таких карманов вскрыла скважина 11 Нижнечутинская. При испытании II пласта тиманского горизонта и части сланцев был получен приток сильно газированного ФБР с пленкой нефти. По результатам испытания появилось предположение, что скважина вскрыла газовую залежь. Скорей всего залежь экранируется субмеридиональным тектоническим нарушением, расположенным к западу от скважины, продолжение залежи к югу вскрыла скважина 4-Мишаковская, при испытании которой во IIпласте тиманского горизонта и прикровельной части фундамента был получен приток газа дебитом до 2000 м^3/сут. Следует отметить, что в 1999 году в 14 км севернее от скважины было открыто Крохальское месторождение. Не исключается версия о принадлежности этих газовых скоплений к единой залежи. При этом газовые скопления могут пополняться за счет подтока из глубоких горизонтов фундамента.

Для решения общетеоретических вопросов геологии нефти, имеющих важное прикладное значение (выяснения источников поступления углеводородов в породы фундамента и маломощную осадочную толщу района, изучения условий формирований месторождений района) указывают на необходимость изучения перспектив венд-рифейского комплекса. Перспективы поисков нефти и газа в отложениях комплекса,кромеУхтинской антиклинали, следует связать с другими площадями Ухта-Ижемского вала, а также выходами на дневную поверхность фундамента Четласского Камня, Цильменского Камня, Кислоручейской, Вымьской гряды.

Литература

1. *Петухов А. В.* Теория и методология изучения структурно-пространственной зональности трещинных коллекторов нефти и газа. 2002г.

2. *Вокуев Л. А., Алексеев В. И., Овчинников Э. Н.* и др. Геологическое строение северо-восточного склона Южного Тимана и предпосылки к проведению дальнейших поисково-разведочных работ на нефть и газ. Отчет по теме 16/74, Печорнипинефть, Ухта, 1979.

3. *Овчинников Э. Н.* Обобщение материала геолого-геофизических исследований параметрической скважины 700- Ярега. Отчет по теме 138/89, Печорнипинефть, Ухта, 1991.

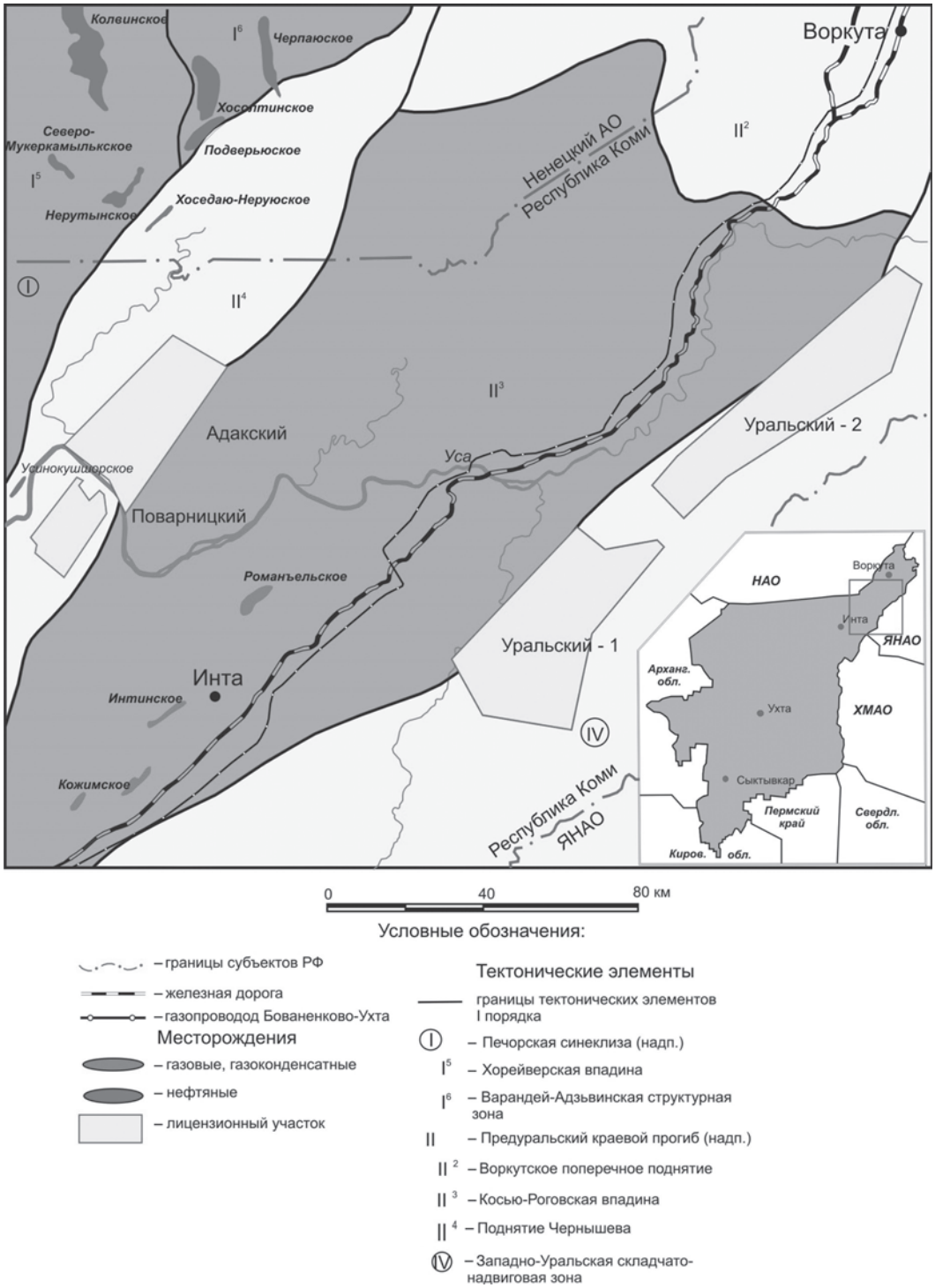
Опыт изучения сложно построенных структурно–формационных зон Тимано–Печорского нефтегазоносного бассейна

В. Н. Данилов

Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

В течение 2004–2012 гг. ОАО «Газпром» проводило геологоразведочные работы в пределах северо-востока Тимано-Печорского НГБ на лицензионных участках Адакский и Поварницкий (гряда Чернышева), Уральский-1 и Уральский-2 на западном склоне Полярного Урала (см. рисунок).

Сложность геологического строения территории исследований обусловлена наличием обширных надвиговых дислокаций и, как следствие, мощных аллохтонных и паравтохтонных толщ, расслоенных многочисленными нарушениями различной амплитуды и направленности, формирующих многочисленные тектонические пластины и пачки пластин. Наличие многочисленных срезов, размывов, повторений разрезов крайне затрудняют интерпретацию геолого-геофизических материалов.



Обзорная карта района исследований

Гряда Чернышева. Изучению геологического строения гряды посвящены многочисленные работы, из которых необходимо выделить труды Н. И. Тимонина, В. В. Юдина и К. О. Соборнова [1–3], каждый из которых предлагал свое видение ее строения. Следует отметить, что только в работе К.О. Соборнова были использованы последние на то время данные сейсморазведки, впервые иллюстрирующие поперечное строение гряды.

Бурение первой скважины, местоположение которой было выбрано на основе новых данных на Воргамусюрской площади, привело к аварийному фонтанированию нефти и подтверждению перспектив нефтегазоносности. Следующим шагом было лицензирование большей части гряды Чернышева компаниями ОАО «Роснефть», ОАО «Газпром», ОАО «ЛУКОЙЛ», ООО «Енисей» и др.

В результате проведенных сейсморазведочных работ и глубокого бурения (скв. 2 Воргамусюр, 1-Пихтовая, 2-Адакская, 1-Харутамылькская) были установлены признаки нефтегазоносности, но коммерческих открытий не получено.

Скв. 1-Адакская и 1-Шаръюская не были добурены до проектной глубины по техническим причинам.

Западный склон Урала. Территория Западного склона Урала до начала проведения геологоразведочных работ на лицензионных участках Уральский-1 и Уральский-2 представляла, по сути, Terra incognita. К этому времени имелись только материалы дистанционных методов исследований в комплексе с результатами геолого-съемочных работ. И только юго-западная часть участка Уральский-1 была покрыта редкой сетью сейсморазведки МОГТ-2D. Идеология работ заключалась в поисках залежей углеводородов в отложениях лемвинских фаций автохтона, перекрытых мощными толщами аллохтона, представленных елецкими фациями [4,5].

На лицензионных участках были проведены сейсморазведочные работы и пробурено три поисковые скважины: Восточно-Лемвинская-1 и Северо-Пагинская-1 на участке Уральский-1 и Юньяхинская-1 на участке Уральский-2. Перспективы нефтегазоносности по данным бурения остались невыясненными.

До начала проведения глубокого поискового бурения на лицензионных участках гряды Чернышева и Западного склона Урала кроме сейсморазведочных исследований был проведен комплекс работ, включавший аэро- и космосъемку, геохимические исследования, анализ магнито- и гравиразведочных работ, анализ тематических работ [6].

Данные аэро- и космосъемки показали свою состоятельность в картировании неотектоники и разломов древнего заложения, которые, как правило, «невидимы» сейсморазведкой. Анализ тепловых полей, к сожалению, не дал ожидаемых результатов. Не исключено, что причиной стали эталонные поля выбранных месторождений Косью-Роговской впадины, которые не в полной мере являются эталонами для складчатой зоны исследуемой территории.

Геохимические исследования проводились попутно с сейсморазведкой. Полученные данные по составу газа, битумоидов и геохимическим коэффициентам позволили однозначно утверждать о наличии глубинной миграции. Эти процессы хорошо трассируют выходы основных надвиговых нарушений на земную поверхность. Однако анализ площадного распространения аномалий не позволяет картировать или даже рекомендовать поисковые объекты.

Данные аэромагнитных и гравиразведочных исследований, проведенных ранее на исследуемой территории, использовались при интерпретации аэро- и космосъемки, сейсморазведочных исследований. Кроме этого, на основе анализа и вычисления корреляционных связей между гравианомалиями и структурными картами, построенными по сейсморазведке, были оценены ресурсы углеводородов на участках Уральский-1 и Уральский-2 [7].

Анализ проведенных работ проводился силами сотрудников филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта (геологов, геофизиков, геохимиков, литологов) с привлечением специалистов института Геологии КНЦ УрО РАН (Анищенко Л. А., Клименко С. С. и др.), компании «Мирэко» (Лютиков Н. В. и др.), ГУП ТП НИЦ, ВНИГРИ (Журавлев А. В., Макарова И. Р. и др.). В результате был сделан следующий вывод, что основной причиной отрицательного результата явилось заложение скважин по результатам сейсморазведки МОГТ-2D. Практически все скважины оказались в не оптимальных условиях со структурной точки зрения. Кроме этого, корректировка трассы в процессе бурения также вызывала большие проблемы.

Выполненный комплекс работ, по всей видимости, необходимо дополнить, к примеру, магнитотеллурической съемкой. Как положительный опыт использования такой эсъемки при проведении поисковых работ можно привести работы на лицензионных участках Ипати и Акио в бассейне Субандино в предгорьях Анд (Республика Боливия). Здесь компанией «Тоталь Е. П. Боливия» в 2004 г. было открыто крупное по запасам месторождение Инкауаси с газоконденсатной залежью в песчаниках нижнего девона на глубине 4905-5150 м, при глубине второго ствола – 5600 м. Ловушка структурно-тектоническая, сложного строения, связанная с надвиговыми дислокациями палеозоя [8].

Необходимо отметить, что почти все результаты анализа проведенных работ опубликованы в открытой печати и будут востребованы в процессе дальнейшего изучения этих сложных геологических объектов Тимано-Печорского НГБ.

Литература

1. *Тимонин Н. И.* Тектоника гряды Чернышева. Л.: Наука. 1974. 130 с.

2. *Юдин В. В.* Варисциды Северного Урала. Л.: Наука. 1983. 174 с.

3. *Соборнов К. О., Пильник Л. Ф.* Гряда Чернышева – фронт вдвиговой пластины// ДАН СССР. 1991. Т. 317. № 2. С. 430–434.

4. *Войновский-Кригер К. Г.* Два комплекса палеозоя на западном склоне Полярного Урала // Советская геология. 1945. № 6. С. 27–44.

5. *Войновский-Кригер К. Г.* Очерки тектоники Лемвинской фациально-структурной зоны (западный склон Полярного Урала) // Бюл. МОИП. Отдел. геол. 1966. Т. 41. Вып. 4. С. 5–29.

6. *Шишкин М. А.* Геология зоны сочленения елецких и лемвинских фаций на западном склоне Полярного Урала: Автореф. дис. ... к. г.-м. н. Сыктывкар. 2003. 20 с.

7. *Данилов В. Н., Гурленов Е. М., Иванов В. В.* Север Предуральского краевого прогиба: строение, нефтегазоносность и проблемы освоения неоткрытых ресурсов углеводородов // Матер. науч.-практ. конф.: Перспективы нефтегазоносности Предуральского прогиба. Екатеринбург. 2004. С. 41–49.

8. *Жерар К., Тимонин А. Н.* Программа геолого-разведочных работ на лицензионном участке Эль-Ассель в Алжире и на перспективных блоках в Боливии и Венесуэле // Материалы XIV Корд. геол. совещ. М., 2009. С. 193–210.

Углеводородный потенциал Хорейверской впадины, дальнейшие направления развития и реализация неиспользованных резервов

М. С. Желудова
ООО «ТП НИЦ», Ухта

Хорейверская впадина входит в состав Хорейверско-Печороморской синеклизы, которая является одним из самых крупных тектоническим элементом в Тимано-Печорской провинции. В составе Хорейверской впадины (рассматривается только суша) выделены несколько надпорядковых элементов – это Чернореченская депрессия, Западно-Нямюрхитская мульда, Садаягинская ступень, Центрально-Хорейверский уступ, Колвависовская ступень, Сандивейское поднятие, Сынянырдская депрессия, Макариха-Салюкинская антиклинальная зона, Цильегорская депрессия.

В административном отношении Хорейверская впадина большей частью занимает территорию Ненецкого автономного округа, меньшей – территорию Республики Коми. В нефтегазогеологическом отношении впадина относится к одноименной нефтегазоносной области (НГО), в составе которой выделены два нефтегазоносных района (НГР) Чернореченский и Колвависовский.

Территория Хорейверской впадины в настоящее время характеризуется самой высокой геолого-геофизической изученностью в Тимано-Печорской провинции: как сейсморазведкой (плотность сейсмопрофилей 2D составляет 2.3 пог. км/км^2), так и бурением (разбуренность территории составляет 55.9 м/км^2).

В Хорейверской впадине на настоящий момент уже открыто 64 нефтяных месторождения, на которых работают крупные российские нефтяные компании.

Структура начальных суммарных ресурсов (НСР) нефти в Хорейверской НГО по состоянию на 01.01.2013 года распределяется следующим образом (рис. 1): запасы нефти категории ABC_1 и C_2 составляют 475.6 млн т (39 % от всех НСР), добыча на ранее открытых месторождениях составляет 75.8 млн т (6 %), структуры с ресурсами категории C_3 – 90,6 млн т (8 %), структуры с локализованными ресурсами категории $D_{1+}D_2$ – 121,0 млн т (10%) и с нелокализованными ресурсами категории D_1+D_2 – 443.2 млн т (37 %). На рисунке 1 видно, нелокализованные ресурсы нефти категории D_1+D_2 имеют еще достаточно большой потенциал для продолжения дальнейших поисков углеводородного сырья в Хорейверской НГО даже с учетом геологических рисков.

По нефтегазоносным комплексам распределение НСР нефти в пределах Хорейверской впадины представлено на рисунке 2. Перспективными нефтегазоносными комплексами в Хорейверской впадине являются среднеордовикско-нижнедевонский карбонатный, доманиково-тур-

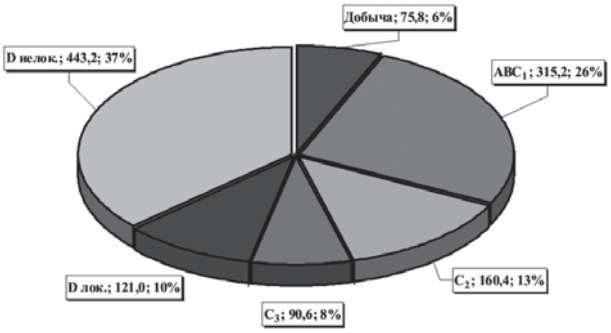


Рис. 1. Распределение извлекаемых НСР нефти (млн т) в Хорейверской НГО по категориям

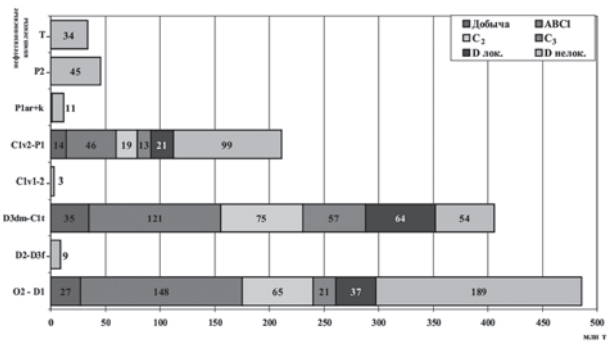


Рис. 2. Распределение извлекаемых НСР нефти (млн т) в Хорейверской НГО по НГК

нейский карбонатный, верхневизейско-нижнепермский карбонатный и нижнепермский (артинско-кунгурский) терригенный, с которыми, вероятно, и в дальнейшем будут связаны новые открытия.

Анализ геолого-геофизической информации и структуры НСР показывает, что в настоящее время есть несколько источников для наращивания минерально-сырьевой базы Хорейверской впадины и реализации ее нефтегазового потенциала:

1. Введение в бурение новых объектов, которые находятся в локальном фонде (подготовленные к бурению структуры с ресурсами нефти категории C_3, общая величина которых в настоящее время составляет 90.6 млн т).

2. Прирост ресурсов (и даже запасов) за счет учета, постановки на Госбаланс и последующего вовлечения в поисковый процесс структур, на которых при проведении поисково-оценочных работ в 1980–1990-х гг. были пропущены залежи нефти. Анализ геолого-геофизической информации показывает, что на ряде площадей при опоисковании были пропущены залежи – в скважинах получены незначительные притоки нефти или остались не опробованными перспективные интервалы разреза, но, несмотря на это, структуры были выведены из бурения с отрицательными результатами или в настоящий момент находятся вне фонда (Северо-Салюкинская, Южно-Хаяхинская, Лызаюская структуры и ряд других). Данные объекты требуют тщательного доизучения, и, если это будет необходимо, то и переобработки данных сейсморазведки с увязкой их с материалами глубокого бурения. Суммарные извлекаемые ресурсы нефти этих объектов, согласно экспертным оценкам, могут достигать нескольких десятков миллионов тонн, причем эти ресурсы зачастую имеют достоверность запасов.

3. Третьим важнейшим резервом традиционно можно назвать перевод ресурсов в категорию C_3 из категории $D_{лок}$ и нелокализованной составляющей НСР ($D_{нелок}$) в локализованную после выявления и подготовки новых перспективных объектов в результате проведения ГРР. Как уже говорилось выше, ресурсы нефти категории Dлок Хорейверской впадины составляют 121 млн т, а нелокализованные ресурсы – 443.2 млн т.

4. Еще одним важным резервом восполнения минерально-сырьевой базы УВС является выявление залежей в невскрытых горизонтах на ранее опоискованных площадях. Как известно, на ряде площадей Хорейверской впадины при поисковом бурении целевыми горизонтами служили отложения перми-карбона, а также верхнего девона. Нижележащие перспективные горизонты в нижнем силуре и карбонатном ордовике вскрыты не были. Между тем, по предварительным оценкам, извлекаемые ресурсы нефти невскрытых горизонтов на уже разбуренных структурах могут составлять также несколько десятков миллионов тонн.

5. Резерв, связанный с изученностью разреза Хорейверской впадины – горизонты, ранее считавшиеся малоперспективными, в настоящее время, после получения положительных результатов на смежных территориях, а также вследствие развития технологий бурения и освоения залежей, могут считаться более перспективными. К этой категории относятся отложения нижнеордовикского терригенного перспективного НГК.

В 2012 году в Тимано-Печорском Научно-исследовательском Центре в тесном сотрудничестве с ФГУП ВНИГРИ (г. Санкт-Петербург) была проведена оценка начальных суммарных ресурсов Республики Коми по состоянию изученности на 01.01.2009 [2, 3]. В этой работе нижнеордовикский терригенный нефтегазоносный комплекс был выделен как новый перспективный объект (пока только в пределах Ижма-Печорской НГО). Данный комплекс служит основанием нижнего структурного этажа и все-го осадочного чехла Тимано-Печорской провинции. Перспективный нижнеордовикский терригенный комплекс в восточной части ТПП на сегодняшний день почти практически не изучен и вскрыт лишь единичными скважинами. В пределах Хорейверской НГО этот перспективный комплекс вскрыт на 9 площадях 11 скважинами (1-Ладская, 1-Веякская, 12, 14, 22-Среднемакарихинская, 7-Северо-Мастеръельская и др.). Пласты-коллекторы в Хорейверской впадине нижнеордовикского терригенного комплекса имеют небольшие мощности (первые метры), невысокие фильтрационно-емкостные показатели (пористость менее 10 % при проницаемости менее 1 мД) и перекрываются переслаивающимися алевролитами и аргиллитами, что снижает перспективность комплекса, но требует его изучения. Количественная оценка НСР УВС данного НГК будет осуществлена в ТП НИЦ в ближайшем будущем после тщательного анализа всей имеющейся геолого-геофизической информации и рассмотрения всех теоретических и практических предпосылок возможности формирования и сохранения залежей в этой части разреза осадочного чехла.

Расчеты показывают, что суммарные неиспользованные резервы (приведенные запасы) нефти Хорейверской впадины в настоящее время составляют порядка 270 млн т. Этот прогноз в целом является среднеоптимистическим, его реализация потребует значительной концентрации финансовых средств и материальных резервов.

Литература

1. *Никонов Н. И., Богацкий В. И., Мартынов А. В., Ларионова З. В.* и др. Атлас геологических карт «Тимано-Печорский седиментационный бассейн». Ухта, ООО «Региональный дом печати», 2000.

2. *Куранов А. В., Кутлинский А. А., Желудова М. С.* и др. Результаты оценки начальных суммарных ресурсов углеводородного сырья Республики Коми // Горный журнал, №9/2013 г., С. 57–61.

3. *Прищепа О. М., Отмас Ал. А., Куранов А. В.* Состояние и перспективы ресурсной базы углеводородов в Тимано-Печорском регионе. «Геология нефти и газа» № 5/2012 г.

Перспективы и риск поисков залежей нефти в верхнедевонских рифовых объектах Тимано–Печорской провинции

И. В. Колоколова

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

Высокодебитные, а потому рентабельные залежи нефти установлены в рифовых верхнедевонских объектах Тимано-Печорской провинции. Залежи с высокой плотностью запасов на единицу площади открыты в домаников0м, сирачойском, задонском, усть-печорском горизонтах, а также в структурах облекания рифов. Обычно считается, что такие залежи контролируются глинисто-карбонатными толщами. Запасы залежей изменяются от первых десятков тысяч тонн (например.....) до десятков миллионов тонн (например .....). Минимальный размер рентабельных залежей в районах с развитой инфраструктурой оценивается всего в несколько десятков тысяч тонн из-за высоких , до сотен тонн в сутки, дебитов скважин.

Нами установлено, что залежи в рифах и структурах их облекания контролируются не только региональными, но и локальными глинистыми покрышками, залегающими внутри глинисто-карбонатных толщ или пачек над коллекторами. Эти глинистые покрышки приурочены к локальным максимумам трансгрессии моря. Это соображение позволяет выделять и прослеживать по площади не только целевые отражающие горизонты, но промежуточные, дополнительные отражающие горизонты, связанные с локальными покрышками над рифовыми коллекторами.

Внутри рифовых объектов может быть несколько покрышек, и ,соответственно, весьма часто рифовый объект может содержать несколько залежей, далеко не всегда совпадающих в плане. Поэтому первая поисковая скважина не всегда отвечает на вопрос о перспективах локального рифового объекта. Применение предложенного способа прогноза залежей в рифах и структурах облекания позволяет резко снизить риски бурения поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, опираясь на данные о положении покрышек над коллекторами рифовых объектов верхнего девона.

Особенности геологического строения и новые направления поисков залежей нефти в Цильегорской депрессии

И. В. Колоколова[1], В. Б. Ростовщиков[2]

[1]ИПНГ РАН, Москва

[2]УГТУ, Ухта

Цильегорская деперессия осложняет юго-восточную часть Хорейверской впадины. С северо-запада она граничит с Макариха-Салюкинской структурной зоной и Колвависовской ступенью, на востоке – с валом Сорокина и юго-западе с Хоседаю-Неруюсским валом гряды Чернышева.

В разрезе осадочного чехла выделяются четыре нефтегазоносных комплекса с доказанной промышленной нефтеносностью в Хорейверской впадине и Варандей–Адъзвинской структурной зоне.

Это ордовикско-нижнедевонский карбонатный, домаников0-турнейский карбонатный, средневизейско-нижнепермский преимущественно карбонатный и нижнепермско-триасовый терригенный.

Результаты геологоразведочных работ, проведенные за последние годы значительно повышают нефтегазоносный потенциал Цильегорской депрессии.

Ордовикско-нижнедевонский нефтегазоносный комплекс претерпел значительные изменения в период регионального предверхнедевон-

ского размыва. С востока на запад выделяются две зоны регионального выклинивания нижнедевонских и силурийских отложений. В пределах этих зон локализуются две крупные потенциально нефтеносные структурно-стратиграфические ловушки: нижнедевонская и нижнесилурийская.

Постседиментационные, вторичные, эрозионно-денудационные процессы, выщелачивание и доломитизация, сформировали в зонах размыва сложнопостроенные кавернозно – трещинные коллектора, в последующем перекрытые плотными глинисто-карбонатными отложениями верхнего девона. Тем самым, были созданы благоприятные геологические условия для формирования крупных структурно-стратиграфических ловушек в зонах выклинивания нижнедевонских и силурийских карбонатных отложений.

Промышленная продуктивность таких зон доказана на Колвинской площади, расположенной к северу от исследуемой площади (рис. 1).

Доманиково-турнейский нефтегазоносный комплекс характеризуется широким развитием рифогенных (биогермных) построек, которые однозначно выделяются на временных сейсмических разрезах (рис. 2), образуя ассоциации рифогенных ловушек фаменско-турнейского возраста.



Условные обозначения:

линии сейсмических профилей МОГТ-2D

2-Сев.Салюкинская
скважины и их названия

Подверьюское
месторождения и их названия

скважины, давшие приток нефти

линия выклинивания нижнесилурийских отложений

линии выклинивания нижнедевонских разновозрастных отложений

Контуры ловушек:

структурно- стратиграфических (S_1, D_1)

верхнедевонских рифогенных

нижнепермских биогермных

Рис.1 Схема размещения перспективных объектов Цильегорской дипрессии. (Хорейверская впадина.Тимано-Печорская НГП)

Морфологически – это карбонатные банки, с четко выраженными лагунными(шельфовыми), рифовыми и депрессионными фациями (рис. 3).

Мощность рифогенных построек составляет 200-300 м. Важным фактором является наличие визейской субрегиональной глинистой покрышки, что в совокупности с высокоемкими коллекторами органогенных построек значительно повышает их перспективы в открытии промышленных залежей нефти.

В настоящее время в скважинах из таких ловушек получены промышленные притоки нефти (Мукеркамылькская, Нерутынская).

Визейско-нижнепермский нефтегазоносный комплекс также характеризуется наличием биогермных образований, представляющих большой поисковый интерес. Размеры их и мощность небольшие, но в совокупности они могут значительно увеличить промышленное значение района.

Сейсмогеологическая и промыслово-геофизическая характеристика терригенных отложений нижней перми-триаса с учетом установленных промышленных залежей в Варандей-Адъзвинской структурной зоне показывает высокие потенциальные возможности этого комплекса в пределах не только Цильегорской депрессии, но и в целом Хорейверской впадины. Представлены они переслаиванием полимиктовых песчаников с глинами. Коллектора приурочены к литологически невыдержанным пластам песчаников с пористостью 10–15 %. Из-за высокого содержания связанной внутрипоровой воды (до 40 %) по промыслово-геофизическим исследованиям даже продуктивные пласты характеризуются низкими сопротивлениями, что затрудняет их однозначную интерпретацию.

Генезис их связан с широким развитием палеодельтовых, палеорусловых и баровых образований.

Таким образом, в настоящее время при определенном объеме геологоразведочных работ в Цильегорской депрессии можно ожидать открытие промышленных залежей нефти в карбонатных отложениях силура—нижнего девона, верх-

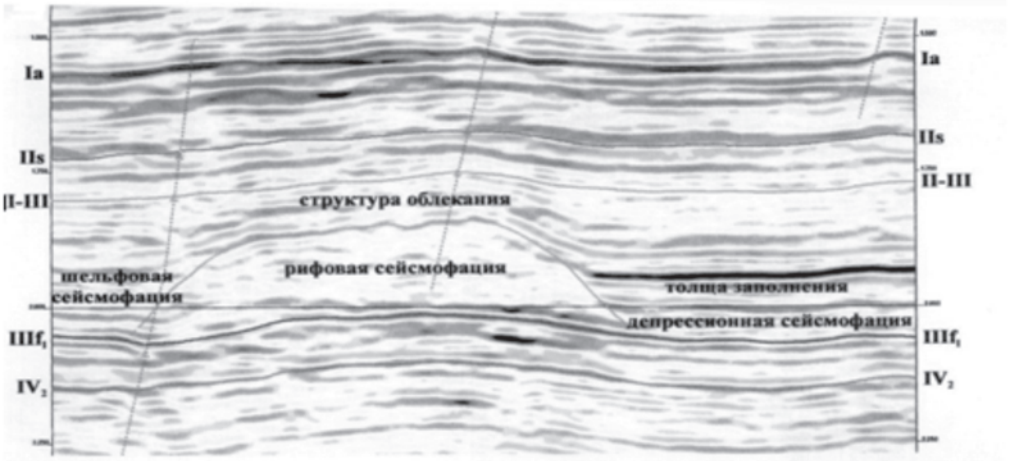


Рис. 2 Выделение сейсмофаций в разрезе верхнего девона

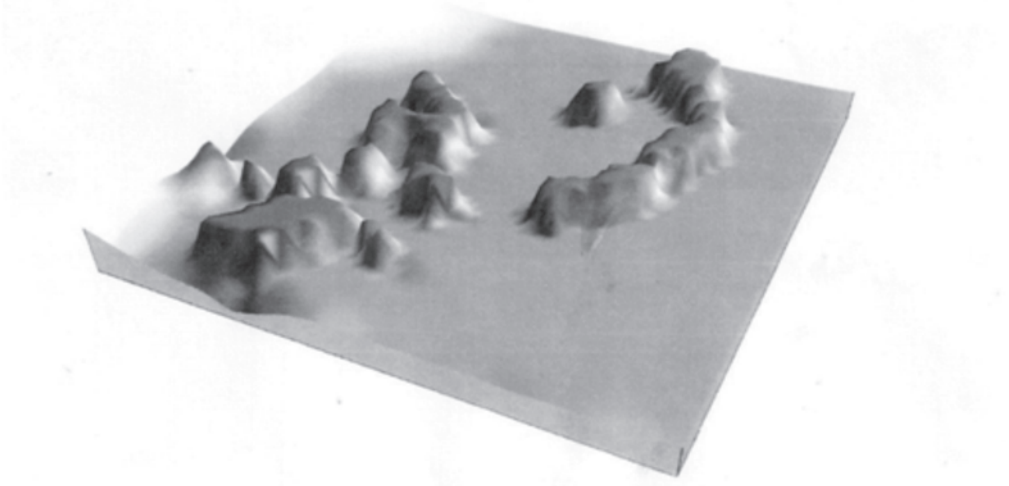


Рис. 3 Ассоциации верхнедевонских карбонатных построек (3D)

него девона, карбона–нижней перми и в терригенных отложениях нижней перми – триаса (рис. 1).

Литература

1. *Малышев Н. А.* Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов Европейского Севера России. Екатеринбург, УО РАН. 2002. 256 с.

2. *Теплов Е. Л., Костыгова П. К.* и др. Природные резервуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции. Спб.: ИПФ «Реноме», 2011. 285 с.

Структурный анализ материалов космических съемок с целью выявления ловушек углеводородов (юг Ухта–Ижемского вала)

И. С. Котик
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Ухта-Ижемский вал является структурой второго порядка Восточно-Тиманского мегавала Тиманской гряды. Это ассиметричная складка, сложенная преимущественно отложениями девона и карбона. Выявленные в южной части Ухта-Ижемского вала промышленные залежи нефти и газа располагаются в терригенных отложениях среднедевонско-нижнефранского нефтегазоносного комплекса. За время многолетней эксплуатации многие месторождения здесь являются уже выработанными. В связи с этим, с целью воспроизводства запасов углеводородов необходимо продолжение поисково-разведочных работ на прилегающих к ним площадях.

Использование методов структурного анализа материалов космических (дистанционных) съемок, в комплексе поисковых работ, направленно на выявление отраженных в ландшафте локальных структурных форм осадочного чехла и осложняющих их разрывных нарушений [1]. Предпосылкой для использования в пределах Ухта-Ижемского вала дистанционных методов служит установленное ранее проведенными исследованиями отражение антиклинальных структур на космических снимках и в морфологии современного рельефа [2, 3]. Дистанционные образы или проекция известных локальных структур осадочного чехла в ландшафте, а также их морфологические параметры, являются необходимой и важной априорной информацией, анализ которой позволит прогнозировать подобные объекты на прилегающих территориях.

В результате дешифрирования космических снимков на прилегающих к выявленным месторождениям территориях было спрогнозировано более 20 локальных структур. По морфологическим особенностям все выявленные локальные объекты были разделены на классы согласно используемой классификации локальных структур осадочного чехла Тимано-Печорской провинции [3, 4]. Среди основных показателей, отражающих морфологию структур, рассматривалась площадь, длина, ширина и удлинение (рис. 1). Проведенный анализ показал, что основная доля структур представлена небольшими по площади брахиантиклинальными и антиклинальными локальными объектами, вытянутыми в субмеридиональном и северо-северо-западном направлении, что согласуется с размерами и морфологией структур в осадочном чехле, установленных бурением и сейсморазведкой.

Оценка степени достоверности результатов дешифрирования осуществлялась на основании сопоставления с геолого-геофизическими данны-

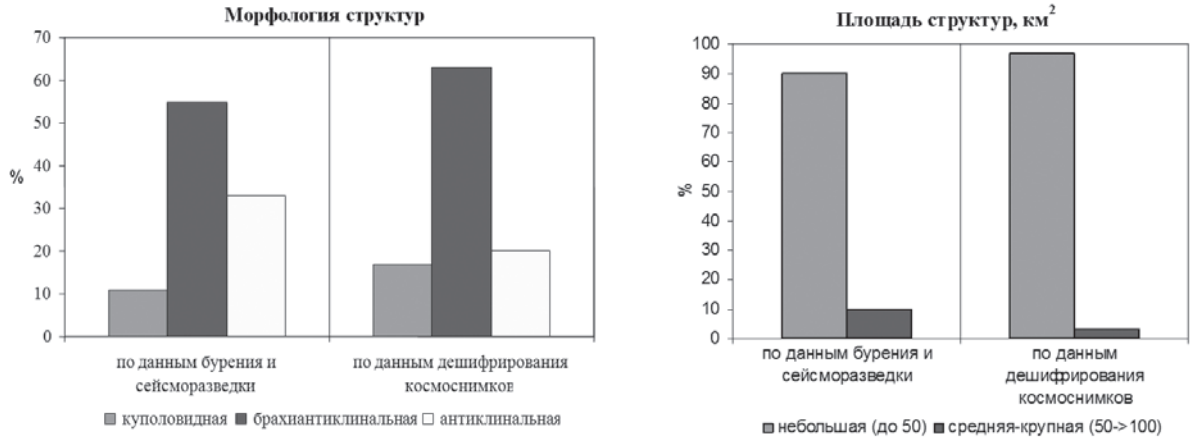


Рис. 1. Морфология и площадь локальных структур

ми. Следует отметить, что исследуемая территория характеризуется неравномерной изученностью. Основной объем буровых работ сосредоточен на восточном склоне вала, а сейсморазведкой покрыта только северная часть. Поэтому основными материалами для сопоставления служили трансформированные карты магнитного и гравитационного полей (рис. 2).

На карте локальных аномалий гравитационного поля (V_{zzz}), отражающего неоднородности в строении осадочного чехла, корреляция с результатами дешифрирования отмечается для 10 объектов. Магнитное поле характеризуется региональным минимумом, на фоне которого выделяются положительные локальные аномалии, связываемые с дайками и интрузиями. К магнитным аномалиям приурочены 3 прогнозируемые структуры. В результате сопоставления установлено, что 70 % прогнозируемых локальных структур коррелируются с геофизическими аномалиями и отражают на земной поверхности структурные и вещественные формы фундамента и осадочного чехла.

Учитывая отсутствие в южной части Ухта-Ижемского вала сейсморазведочных работ, прогнозируемые по данным дешифрирования локальные структуры могут служить в качестве перспективных объектов при планировании нефтегазопоисковых работ. В этом случае наиболее перспективными являются структуры, которые коррелируются с локальными геофизическими аномалиями.

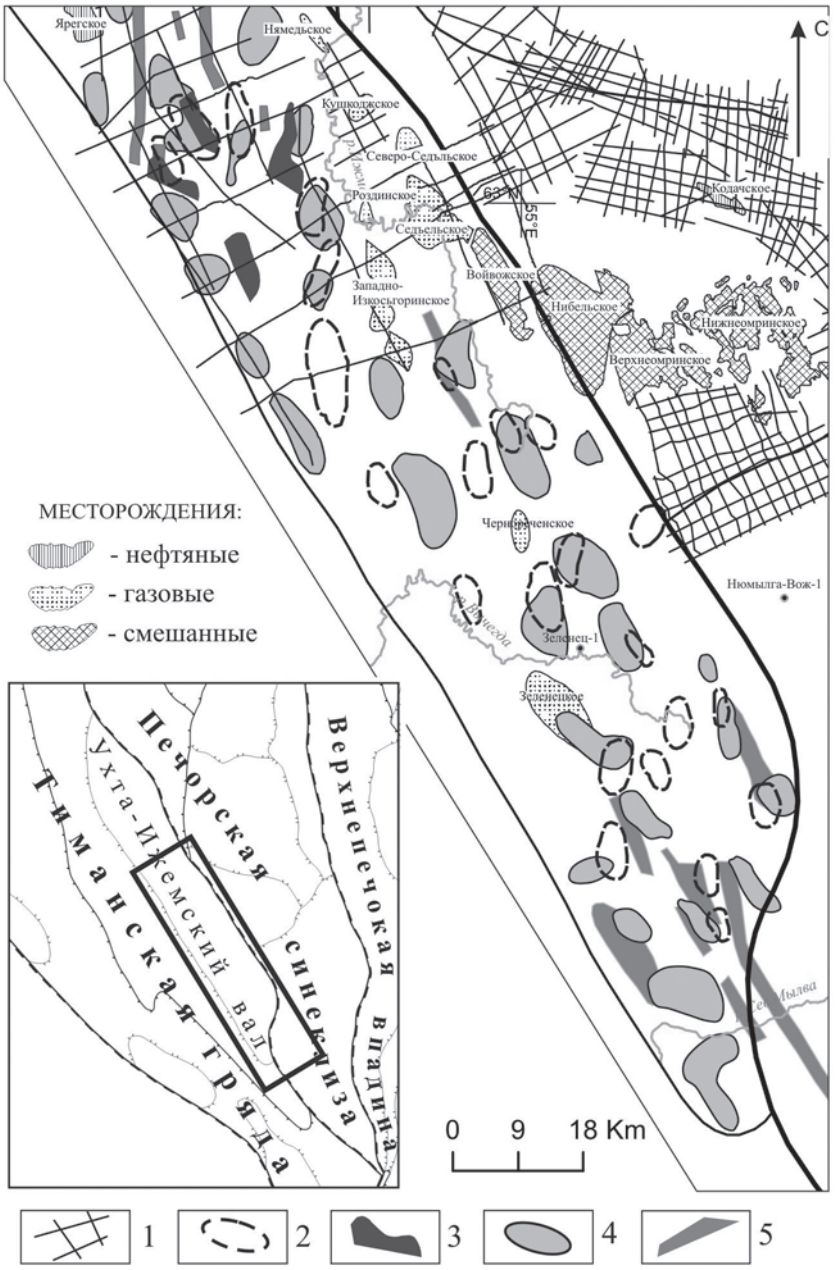


Рис. 2. Сопоставление результатов дешифрирования локальных структур с геофизическими данными.
1 — сейсморазведочные профили; 2–3 — локальные структуры по результатам дешифрирования космических снимков (2) и по сейсморазведочным данным (3); 4–5 локальные геофизические аномалии (по материалам ОАО «Севергеофизика»): 4 — гравитационного поля; 5 — магнитного поля

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 12-У-5-1018).

Литература

1. Методические рекомендации по оценке углеводородного потенциала участков недр с использованием дистанционного зондирования и технологий обработки получаемых данных. М.: ИПК «Лаватера», 2011. 44 с.

2. *Котик И. С.* Картирование локальных структур Южного Тимана по материалам дистанционных съемок из космоса // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. № 7. С. 14—17.

3. *Удот Г. Д.* Локальные структуры Печорской плиты в связи с нефтегазоносностью. Л.: Наука, 1979. 96 с.

4. *Вахнин М. Г.* Влияние блокового строения Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна на морфологические свойства локальных структур // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2010. № 5. С. 2—5.

Особенности строения среднедевонско–франского природного резервуара Югыд–Соплесской площади

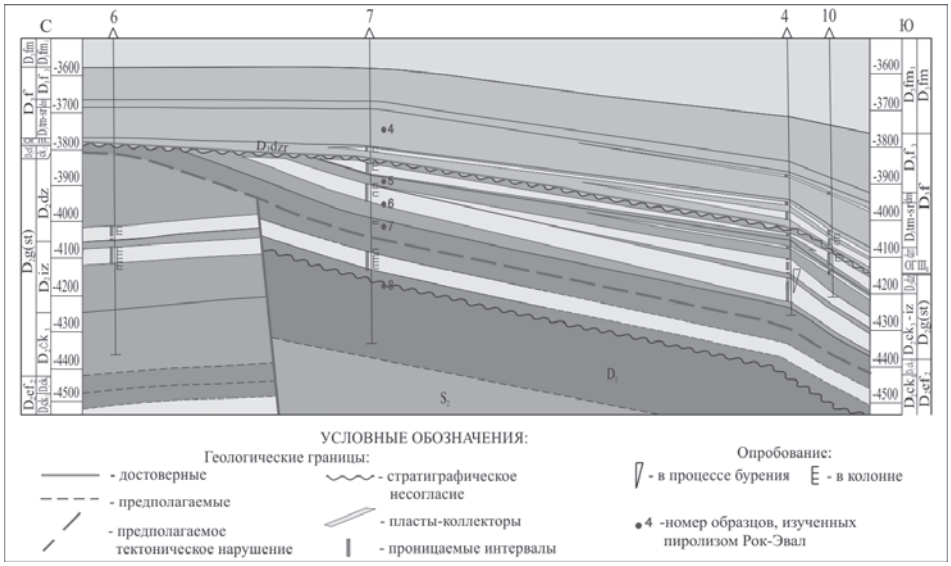
Ю.В. Кочкина

Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

Формирование модели природного резервуара, наиболее приближенной к реальному геологическому объекту, всегда является первостепенной задачей на стадии поиска и разведки залежей нефти и газа, особенно при их передаче в разработку. От выбора модели резервуара зависит качество освоения месторождения, экономическая эффективность от проделанных работ по добыче, транспортировке и реализации углеводородного сырья на рынке сбыта и, как результат, – успех предприятия.

Югыд-Соплесская площадь, расположенная в юго-восточной части Тимано-Печорской провинции на Среднепечорском поперечном поднятии, примыкая с востока к Припечорскому разлому, привлекает к себе внимание в связи со сложным геологическим строением поддомаников ой части разреза, трактуемой специалистами неоднозначно. Первоначально принятая модель представляет собой антиклинальную структуру, осложненную серией тектонических нарушений в склоновых частях и основании резервуара (А. А. Иванов, 2001, Г. А. Васькина, 2006). В ней выделены две ловушки для залежей углеводородов (УВ) – нижняя пластовая сводовая, объединяющая нижние коллекторы в скв. 6 и 7, и верхняя пластовая, литологически и тектонически экранированная, выделенная коллекторами в старооскольско-джьерских отложениях в скв. 7, 10 и 4. В дальнейшем выяснилось, что разрез в районе скв. 6 имеет иное строение, чем принято ранее, ввиду получения новых данных по палинологии специалистами ТП НИЦ (Н.И. Вербова, 2004), согласно которой под эйфельскими отложениями залегает мощная (более 550 м) толща пород живетского возраста. В ТП НИЦ был предложен новый вариант модели поддомаников ой части Югид-Соплесской площади, не принятый для подсчета запасов УВ ввиду недостаточной убедительности. Однако по результатам испытания установлено, что дебиты флюидов единой по первоначальной модели залежи в нижней ловушке в близкорасположенных скв. 6 и 7 на порядок отличаются друг от друга и коллекторы характеризуются неодинаковыми фильтрационными характеристиками, т. е. флюидодинамическая система между данными скважинами не единая. Кроме того, литологический состав формально единого пласта по данным макро- и микроисследований керна также неодинаков, что подтверждает разные первичные условия осадконакопления технически объединенных генетически различных толщ. В результате появилась принципиально иная модель среднедевонско-франского резервуара Югыд-Соплесской площади (рис. 1), в которой принято блоковое строение поддомаников ой части разреза, обосновано его образование и преобразование в ходе геологической истории развития региона (Т. В. Антоновская, 2005, 2009, 2013) [1].

На Югыд-Соплесской площади (скв. 100-Югыд-Соплесская, 7-Белая) были отобраны образцы керна, представленные глинистыми разностями, приуроченные к разным стратиграфическим подразделениям (НГК). Изученные специалистами ВНИГРИ (Т.К. Баженова, 2010) с помощью пиролитического метода Rock-Eval эти образцы по типу керогена разделяются на две группы: в каменноугольно-пермских отложениях – кероген III типа, характеризуется высокой величиной отношения кислорода к углероду (O/C), кислородный индекс $S_3/C_{орг}$=62 – 75 мг CO_2/г - $C_{орг}$. Это древесно-инертенитовое гумусовое органическое вещество (ОВ) с углистым материалом, характерное для терригенных отложений. Кероген этого типа образовался в основном из остатков наземной растительности [2]. ОВ этого типа незрелое, температура максимального выхода УВ



Схематический геологический разрез поддоманиковой части Югыд-Соплесского месторождения (по работе [1])

при пиролизе $t_{макс}$=397 – 419 °С, соответствует стадии протокатагенеза [3]. В нижележащих девонских отложениях органическое вещество представлено керогеном I и II типа, характеризуется низкими значениями кислородного индекса $S_3/C_{орг}$=1 – 19 мг CO_2/г $C_{орг}$. Это аморфно-травянисто-древесное органическое вещество с остатками водорослей, а также наземных растительных материалов. Кероген этого типа формируется в результате отложения и накопления морских организмов (фито- и зоопланктон, бактерии с участием принесенных в бассейн ОВ высших растений). ОВ этих отложений характеризуется повышенной $t_{макс}$=440 – 460 °С, что свидетельствует о его более высокой степени катагенетической преобразованности. При этом в центральной части скважины (обр. 4 – 7) зафиксирована наиболее высокая температура $t_{макс}$=450 – 461 °С, что связано со стадией катагенеза $МК_{3-4}$, а нижележащий образец (обр. 8) характеризуется более низкой $t_{макс}$=442 °С, соответствующей стадии $МК_1$.

Таким образом, новые сведения, полученные по геохимическим исследованиям керна (Т. К. Баженова, 2010), подтверждают наличие взброса в районе скв. 7. Результаты пиролиза, показывающие более высокую степень термической зрелости ОВ средне-верхнедевонских отложений в средней части скважины (инт. 3900–4200 м) по сравнению с нижележащими нижнедевонскими (глубина 4370 м) породами, свидетельствуют о том, что данные отложения подверглись более высоким стадиям катагенеза и располагались ранее в более опущенной части территории. Во время формирования Уральской горно-складчатой системы (позднепермско-раннетриасовое) эйфельские образования оказались надвинутыми на термически менее зрелые как одновозрастные, так и залегающие ниже раннедевонские отложения, оказавшиеся в нижней части разреза (см. рисунок). Согласно заключению по результатам палинологического изучения этих образцов пород (И. Р. Макарова, 2010) в среднедевонских отложениях в инт. 4144–4146.5 м найдены остатки спор темно-коричневого цвета, незначительное количество гумусовых микрокомпонентов и установлена наибольшая степень катагенетической преобразованности ОВ ($МК_4$). В нижележащих нижнедевонских отложениях на глубине 4369–4378 м обнаружены бактериопланктон, детрит светло-коричневый, споры и водоросли, которые позволяют полагать, что ОВ данной толщи катагенетически менее преобразовано ($МК_{2-3}$), чем в вышезалегающих породах; что можно объяснить существованием взбросов.

Выводы и рекомендации

Югыд-Соплесская площадь имеет сложное блоковое строение, где, помимо субширотного сброса, имеют место взбросы субмеридионального простирания, один из которых зафиксирован в скв. 7, что подтверждается данными пиролиза и палинологического анализа. Рекомендуется пересмотреть строение поддоманиковой части разреза данной площади с учетом сведений по литологии, палинологии, пиролизу, результатов испытания скважин, для уточнения модели среднедевонско-франского резервуара Югыд-Соплесского месторождения.

Литература

1. *Антоновская Т. В.* Неантиклинальные ловушки среднедевонско-турнейских отложений юго-востока Тимано-Печорской провинции (условия формирования и нефтегазоносность). СПб.: ФГУП «ВНИГРИ», 2013. 228 с.

2. *Тиссо Б. П., Вельте Д. Х.* Образование и распространение нефти / Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 501 с.

3. Геология и геохимия нефти и газа / О. К. Баженова, Ю. К. Бурлин, Б. А. Соколов, В. Е. Хаин. М.: Изд-во МГУ, 204. 416 с.

Оценка нефтегазоносности территорий при региональных геохимических работах

Л. А. Криночкин, А. А. Головин, В. И. Демидов, И. С. Баранов, А. А. Гелетко
ФГУП «ИМГРЭ»

В большинстве нефтегазодобывающих провинций и областей России наиболее рентабельная часть ресурсов нефти и газа в значительной степени отработана, а освоение новых регионов весьма дорого. С этих позиций представляют большой интерес исследования, направленные на оценку перспектив «старых» нефтегазоносных регионов. Такие исследования проведены в Южно-Уральском (лист N-40, Уфа) и Северо-Донбасском (лист М-37, Воронеж) регионах и в Республике Коми (лист Р-39, Сыктывкар) на основе технологии многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000 в рамках создания геохимических основ Госгеолкарты-1000/ 3 м-ба 1:1 000 000 [3].

Для достижения цели проводилось изучение газового и литохимического полей в пробах почв, отобранных из горизонта В (с глубины 60-80 см) по сети 1 проба на 100 кв.км. В почвах определялись содержания адсорбированных форм углеводородных (C_1–C_5) и неуглеводородных (CO_2, H_2, O_2, N_2) газов хроматографическим методом, показателей Eh и pH методом свежих сколов и подвижных форм микроэлементов методом ICP MS.

Изучение адсорбированных почвами углеводородных (УВГадс) и неуглеводородных газов проводилось по методике разработанной Л.С. Кондратовым и др. [1], позволяющей получать сопоставимые данные для крупных регионов и выявлять нефтегазоносные объекты, локализованные в сложных геологических условиях (в подсолевых толщах, под тектоническими экранами, на шельфе морей и т. д.).

Исследование известных месторождений показало, что для них характерно образование специфических по составу кольцевых и сводово-кольцевых аномалий $УВГ_{адс}$, $CO_2^{адс}$, $H_2^{адс}$, $N_2^{адс}$, pH. На основе установленных закономерностей разработаны критерии локального прогноза нефтегазоносных месторождений [1].

Применительно к региональным геохимическим работам наиболее эффективным критерием выявления и оценки нефтегазоносных площадей оказалось значение тангенса угла наклона тренда нафтидности (УТН). Его величина отражает изменения структуры спектра $УГВ_{адс}$ в ряду C_1 – C_5 и позволяет судить о генезисе газа. Установлено, что если тренд нафтидности компонентов $УВГ_{адс}$ имеет тенденцию нарастания от легких компонентов к тяжелым (УТН положительный), то газ относиться к нафтидному типу. И, наоборот. Если контрастность легких компонентов выше контрастности тяжелых (УТН отрицательный), то газ может характеризовать фланговые зоны нефтегазоносных площадей или зоны разгрузки вод с повышенным содержанием газов. Для фона характерно отсутствие тенденции нарастания или убывания контрастностей компонентов.

При региональных работах экспериментально установлено, что известные высокоресурсные нефтегазоносные площади надежно оконтуриваются изолинией тангенса УТН, равной 0,03. Этот критерий является универсальным для любых условий, тогда, как проявленность аномальных полей адсорбированных газов, показателей Eh и pH и наложенных литохимических ореолов зависит от условий локализации объектов [2].

С учетом критериев регионального геохимического прогнозирования в Южно-Уральском регионе (лист N-40), в платформенной области выделены Бирская (I), Саннинская (II), Южно-Татарско-Благовещенская (III) и Астраханская (IV) геохимические нефтегазоносные зоны. В них прогнозируются новые высокоресурсные нефтегазоносные площади, перспективные на выявление крупных месторождений в традиционных для этой части региона геолого-структурных ловушках (пластовые сводовые, пластовые литологически и тектонически экранированные и др.). На высокую достоверность прогноза указывает геохимическая и геологическая аналогия прогнозируемых площадей с известными нефтегазоносными районами региона.

Полученные данные позволили выделить новую Уральскую нефтегазоносную провинцию. На изученной территории она представлена Ишимбаевско-Юрюзаньской (V), Магнитогорской (VI) и Шиханской (VII) зонами. Ишимбаевско-Юрюзаньская (V) нефтегазоносная зона приурочена к Западно-Уральскому складчато-над-

виговому поясу. Шиханская (VI) и Магнитогорская (VII) потенциальные нефтегазоносные зоны локализованы в пределах собственно Уральской складчатой области.

Прогнозируемые в пределах Уральской провинции нефтегазовые скопления следует ожидать под надвигом складчатых образований Урала и в межнадвиговых пластинах. В аналогичных условиях Аракаевской скважиной в 100 км северо-западнее города Екатеринбурга выявлены скрытые ловушки нефти и газа в поднадвиговых зонах. Подобные залежи известны также на территориях Пермской области и Удмуртской Республики.

С помощью тех же критериев регионального геохимического прогнозирования в Северо-Донбасском регионе на листе M-37 оконтурены аномальные геохимические поля известных нефтегазоносных площадей, локализованы новые потенциальные нефтегазоносные площади. Наиболее перспективные из них приурочены к локальным минимумам гравиметрического поля, которые могут фиксировать благоприятные для формирования нефтегазовых залежей зоны разуплотнения пород,

На территории Республики Коми исследования проводились в Ухто-Ижемском нефтегазоносном районе. Изучение эталонной Ярегской площади, вмещающей крупное Ярегское месторождение нефти, показало, что она имеет отчетливое выражение в аномальном геохимическом поле. К ней в почвах приурочены аномалии пониженных содержаний CO_2адс и, относительно, высоких значений pH и низких Eh и наложенный литохимический ореол комплексного состава (Cd, Sr, Ni, Zn, V, La, U, Th, Cu и др.). Для донных отложений особенно характерно развитие интенсивных аномалий йода. Зона повышенных значений тангеса УТН практически кольцом охватывает Ярегскую площадь.

Полученные данные позволили провести районирование нефтегазоносности территории листа P-39 с выделением и предварительной разбраковкой потенциально нефтегазоносных площадей. Основополагающими были данные о распределении аномалий микроэлементов в почвах и донных осадках, их тектоническая позиция и положение аномальных полей в пространстве поля силы тяжести.

В результате были выделены фрагменты Тимано-Печерской, Волго-Уральской и Мезенской нефтегазоносных провинций (НГП).

В пределах Тимно-Печерской НГП оконтурены аномальные геохимические поля высокоресурсных нефтегазоносного Ухто-Ижемского и новых Вольского и Потьюского районов. В самом Ухто-Ижемском районе локализована нефтегазоносная Ярегская и потенциальная высокоперспективная Тобысьинская площади. Перспективность Обдырского, Вожаельского и Войвожского районов, также выделенных в Тимано-Печерской НГП, пока неясная. Но их геологическая и геохимическая аналогия с Ухто-Ижемским районом позволяет ожидать выявления крупных месторождений аналогичных Ярегскому.

В пределах Волго-Уральской и Мезенской НГП локализовано значительное число потенциальных нефтегазоносных районов, но большая часть из них отнесена к категории с неясными перспективами из-за отсутствия данных о строении и составе газовых полей.

Таким образом, региональные геохимические исследования позволили выявить общие закономерности развития аномальных газо- и литохимических полей нефтегазоносных систем изученных регионов и выделить для дальнейшего изучения площади перспективные на углеводородное сырье. На выделенных площадях рекомендуется провести комплекс геофизических и геохимических работ, для определения мест заложения поисково-разведочных скважин.

Ключевые слова: геохимические работы, нефтегазоносность, адсорбированные углеводородные газы, адсорбированные неуглеводородные газы, наложенные литохимические ореолы, критерии оценки.

Литература

1. *Кондратов Л. С., Ершова М. В.* Углеводородные газы горных пород в связи с использованием при поисках полезных ископаемых // Изв. вузов. Геология и разведка. МГРИ. М. 1986. № 7. С. 17–24.

2. *Криночкин Л. А., Головин А. А., Чуткерашвили С. Е., Прокофьева А. Ф.* Методика и результаты прогнозирования нефтегазоносных объектов при региональных геохимических работах //Разведка и охрана недр, 2013. №8. С. 17–20.

3. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000 (МГХК-1000). М.: ИМГРЭ, 1999, 191 с.

Минерально–сырьевая база УВС Тимано–Печоры, резервы и стратегия ее развития в среднесрочной перспективе

А. В. Куранов, М. С. Желудова, А. А. Кутлинский, Н. А. Зегер, С. Ю. Матвеева
ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», Ухта

Проблема освоения минерально-сырьевой базы углеводородного сырья (МСБ УВС) Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПП) в настоящее время стоит крайне остро. Причина не только в сложности и даже уникальности геологического строения провинции, скорее – в недостаточности системного подхода, отсутствии некоего «генерального плана» по изучению малоисследованных территорий. Такой план позволил бы административным органам управления регионами, а ТПП находится на территории трех субъектов Федерации – Ненецкого Автономного округа (НАО), Республики Коми (РК) и Пермского края (ПК), а также нефтегазовым компаниям, проводящим здесь работы, планомерно продвигаться в удаленные от развитой инфраструктуры районы, наращивая ресурсную базу УВС.

Как показала практика проведения геологоразведочных работ (ГРР) на нефть и газ в Тимано-Печоре (да и в России в целом), нефтяные и газовые компании не торопятся вкладывать средства в освоение новых территорий без достаточных гарантий на открытие новых месторождений углеводородного сырья. Понятно, что стопроцентных гарантий никакие научные разработки дать не в состоянии, даже при учете всех факторов, способных повлиять на геологоразведочный процесс (ГРП), однако, минимизировать геологические риски до приемлемого уровня вполне возможно. Для этого необходимо проведение системного анализа геологической информации, накопленной за весь период проведения ГРР на нефть и газ (а в ТПП этот период составляет уже более ста лет).

Важнейшим фактором, определяющим перспективы любой территории, является ее ресурсная база углеводородного сырья, которая, как известно, выражается структурой начальных суммарных ресурсов (НСР), включающей в себя запасы промышленных категорий ($A+B+C_1$), предварительно оцененные запасы (C_2), накопленную добычу, перспективные ресурсы категории C_3 (они содержатся на подготовленных к бурению структурах и в невскрытых пластах месторождений), а также локализованные и нелокализованные прогнозные ресурсы категорий D_1 и D_2. Нелокализованные ресурсы, являясь достаточно виртуальной величиной, описывают потенциальные нефтегазовые возможности элементов нефтегазогеологического районирования и нефтегазоносных комплексов/подкомплексов (НГК/НГПК) осадочного чехла.

В настоящее время извлекаемые НСР УВС ТПП по сумме углеводородов оцениваются величиной 9.4 млрд тонн нефтяного эквивалента (т. н. э.) [1], из которых на нефть приходится 5.6 млрд т (почти 60 %), на свободный газ 3.2 трлн м^3 (34 %), оставшаяся часть приходится на растворенный газ и конденсат. Доля Республики Коми составляет более половины (50.9 %) всей величины ресурсного потенциала ТПП, в НАО сосредоточено 46.6 %, в Пермском крае 2.5 % [2]. По нефти и свободному газу ситуация несколько иная. В НАО сосредоточено 52.8 % НСР нефти ТПП и 36.9 % НСР газа, в РК – около 47.1 % НСР нефти и 56.3 % НСР газа. На Пермский край приходится около 0.1 % НСР нефти и 6.8 % НСР свободного газа Тимано-Печоры.

В настоящее время разведанность НСР УВС ТПП с учетом запасов категории C_2 составляет около 44 % (из них около трети составляет добыча, чуть меньше половины – промышленные запасы, остальное – запасы категории C_2). Ближайший резерв для восполнения запасов – ресурсы категории C_3 – составляют порядка 6 % (чуть более 590 млн. т.н.э.). Локализованные ресурсы категорий D_1+D_2 составляют чуть менее 870 млн т. н. э. Значительную часть НСР УВС Тимано-Печоры (40.6 % или 3ю8 млрд. т. н. э.) составляют нелокализованные ресурсы категорий D_1+D_2.

Опыт проведения ГРР на нефть и газ в ТПП показал, что геологоразведочная отрасль остро нуждается в новых трендах, которые позволили бы в ближайшие годы увеличить восполняемость добычи ресурсной базой. В настоящее время коэффициент восполнения ниже оптимального как в Республике Коми [3], так и в НАО [4], и этот факт в условиях постоянно падающей добычи УВС в ТПП является весьма тревожным. Падение добычи нефти в НАО зафиксировано в 2010 году (18.1 млн т), и с этого времени добыча нефти снижается неуклонно – до объемов около 13 млн т в 2012 г., то есть практически до уровня добычи в Республике Коми (13.6 млн т). Конечно, в ближайшие годы ситуация с добычей в НАО должна несколько выправиться за счет введения в эксплуатацию месторождений имени Р. Требса и А. Титова, на которых планируется ежегодно добывать порядка 5 млн т нефти (ввод их в промышленную эксплуатацию намечен на 2016 г.). Однако, в целом

проблема восполнения ресурсной базы УВС ТПП должна решаться комплексно (в том числе и в РК, где в ближайшие годы также неизбежно начало падения объемов добычи нефти).

Проведенный анализ всей геолого-геофизической информации по Тимано-Печоре (результаты сейсмических исследований, глубокого бурения, тематических исследований), а также ресурсной базы углеводородного сырья ТПП, показал, что в провинции имеются нереализованные резервы для восполнения МСБ УВС. Эти резервы могут быть освоены как в ближайшие годы, попутно с уже известными объектами, так и в среднесрочной перспективе при планомерном продвижении на малоисследованные перспективные территории. К ним относятся следующие объекты:

1. Новые перспективные горизонты осадочного чехла, ранее не исследовавшиеся детально из-за больших глубин залегания или считавшиеся бесперспективными по ряду объективных или субъективных причин. Это, например:

— нижнеордовикский терригенный НГК ТПП, оцененный ресурсный потенциал которого составил около 73 млн т. н. э. Ресурсная база этого НГК может быть увеличена в разы за счет расширения оцениваемой площади на другие территории ТПП, в частности, в Хорейверскую впадину;

— верхневизейско-нижнепермский НГК Ижма-Печорской синеклизы и Денисовского прогиба, а также, вероятно, северной части Печоро-Кожвинского мегавала;

— среднедевонско-франский НГК северной части Ижма-Печорской синеклизы;

— среднедевонско-франский НГК Ярейюского НГР, где возможно выявление тектонически экранированных ловушек со среднеемкими коллекторами;

— среднеордовикско-нижнедевонский, доманиково-турнейский и верхневизейско-нижнепермский НГК Косью-Роговской впадины и гряды Чернышева.

2. Перспективные зональные объекты, ранее не рассматривавшиеся в качестве приоритетных. К таковым относятся, в частности:

— Малоземельско-Колгуевская моноклиналь, изученность сейсморазведкой которой в настоящее время чуть более 1.1 км/км^2. Здесь перспективы наращивания ресурсной базы имеют в первую очередь восточная прибортовая зона моноклинали, где ранее была открыта залежь нефти на Верхнехарицейской площади, а также Нерутинский грабен, в пределах которого по данным сейсмических исследований прогнозируется наличие терригенных нижнедевонских и, возможно, среднедевонских отложений;

— восточная прибортовая часть Ижма-Печорской синеклизы, где могут быть установлены залежи в ловушках нижнеордовикского, среднедевонско-франского и доманиково-турнейского НГК;

— северо-восточная часть гряды Чернышева и прилегающая территория Саембой-Леккей-ягинского НГР, на территории которых находится кластер перспективных объектов;

— Припайхойско-Приюжноновоземельская НГО (НСР по сумме УВС около 0.5 млрд т. н. э.), которая в новых условиях рассматривается как одно из приоритетных направлений лицензирования с целью последующего наращивания МСБ УВС;

— Косью-Роговская впадина и прилегающая территория Западно-Уральской НГО (преимущественно газовое направление).

3. Важным резервом восполнения МСБ являются залежи, которые были пропущены при проведении поисково-оценочных работ в 1970–1990-е гг. Анализ геолого-геофизической информации показал, что существует значительное количество объектов, где в скважинах получены притоки нефти при опробовании, а также не опробовались перспективные интервалы. Экспертные оценки показывают, что ресурсный потенциал таких объектов может составить более 200 млн т. н. э. (извлекаемые).

4. Еще один резерв для восполнения МСБ УВС – залежи в невскрытых горизонтах ранее опоискованных объектов. Как показал анализ имеющейся информации, таких объектов в Тимано-Печоре не менее шести десятков, прирост ресурсов по ним может составить более 100 млн т. н. э.

5. Традиционным резервом для восполнения МСБ являются структуры фонда подготовленных к бурению объектов и невскрытых бурением пластов месторождений, ресурсы категории C_3 которых, как уже упоминалось ранее, порядка 0.6 млрд т. н. э. Несмотря на кажущуюся внушительность, в реальности эта величина близка к критической, поскольку наиболее перспективные в ресурсном отношении подготовленные объекты находятся, в основном, на малоисследованных территориях Предуральского краевого прогиба.

Литература

1. *Прищепа О. М., Отмас Ал. А., Куранов А. В.* Состояние и перспективы ресурсной базы углеводородов в Тимано-Печорском регионе // Геология нефти и газа, 2012, № 5.

2. *Куранов А. В., Кутлинский А. А., Желудова М. С., Матвеева С. Ю., Зегер Н. А.* Результаты оценки начальных суммарных ресурсов углеводородного сырья Республики Коми // Горный журнал, №9/2013 г. С. 57–61.

3. *Желудова М. С., Куранов А. В., Зегер Н. А.* Анализ динамики геологоразведочных работ на нефть и газ в Республике Коми за 1992–2012 гг. и необходимые меры по восполнению минерально-

сырьевой базы углеводородного сырья // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2013. Т. 8. № 4. http://www.ngtp.ru/rub/6/40_2013.pdf.

4. *Цыбин В. Ф.* Интервью ИА «Двина-информ», 2012. http://www.dvinainform.ru/interview/54.html.

Об источниках нефтяных флюидов в Урало–Тиманском регионе

И. И. Лебедев

Ухтинский государственный технический университет, Ухта

За многолетнюю историю изучения фундамента Тимана зафиксировано множество фактов наличия в нём нефтегазопроявлений. Последние исследования [1, 2] показывают наличие в метаморфических породах байкалид сорбированных непредельных углеводородов. Также проведенными нами исследованиями [3] установлено преобразование мигрирующих углеводородов на границах различных структурных этажей, например, на границе фундамент-осадочный чехол, что показательно отражает специфику их преобразования при восходящей миграции УВ-флюидов.

В основу модели восходящей миграции легли глобальные термодинамические расчёты равновесия углеводородных систем, проведённые в шестидесятых годах прошлого столетия украинским академиком Чекалюком Э. Б. [4]. Им же была предложена термодинамическая модель размещения УВ-смеси так называемой «протонефти» в мантии до глубины 600 километров, а так же проведён анализ механизма её преобразования в земной коре. Нами предлагается ступенчатая система миграции УВ-флюида от источника его образования в мантии до мест его накопления или разгрузки в атмосферу Земли. Опираясь на термодинамические данные, в качестве базиса *первой ступени миграции* рассмотрим мантию Земли, в которой глубинная нефть имеет высокую способность к химическим превращениям. Данные, приводимые им в расчётах, дают возможность утверждать следующее: *«в мантии существует довольно большой процент тяжёлых углеводородов, находящихся в постоянном реакционном процессе друг с другом и остальными её компонентами.* Возможно, в подобных реакционных процессах зарождаются и очаги тепловой конвекции вещества». При этом присутствует такая оговорка: «...для химического равновесия определенных реагентов требуется строго определённый градиент температуры. Геотермические градиенты равновесия для разных реакций разные. ... При соблюдении условий равновесия для одной реакции нарушается химическое равновесие остальных реакций». Согласно расчётам Чекалюка Э. Б., ароматика в «протонефти» является своеобразным маркером глубинности, её относительное содержание в общем УВ-флюиде может свидетельствовать об уровне глубинности «протонефти». В пользу наличия подобных тяжёлых УВ в мантии может говорить и тот факт, что, к примеру, ароматические УВ имеют более плотную молекулярную упаковку, чем непредельные, и тем более обычные парафины.

В 2009 году теоретические расчёты Э. Б. Чекалюка были подтверждены экспериментально. В геофизической лаборатории Вашингтонского института Карнеги ученые практическим путём доказали возможность неорганического синтеза тяжелых углеводородов на глубинах 65–150 км. Простейший компонент природного газа – метан – был помещён между двумя алмазными наковальнями и нагрет при помощи лазера. Таким образом, были воссозданы условия, которые имеют место в земной мантии (давление около 20 тыс. атм., температура 700–1500 °С). В результате метан превратился в смесь более тяжёлых углеводородов (этан, пропан, бутан, молекулярный водород), где также были замечены и непредельные УВ.

В дальнейшем химическим путем происходит полимеризация: $n(CH_2) \rightarrow (-CH_2-CH_2-)n$. В качестве примера – при температурах около 800 °С происходят следующие превращения [5]:

$$2CO_2+2CH_4 \rightarrow CO_2+CO+C_2H_6+H_2O \rightarrow$$
$$\rightarrow 2CO+C_2H_4+2H_2O$$

Как видим, результатом подобной реакции является образование непредельных УВ и воды, а, как известно, олефины в соответствующих условиях очень быстро могут образовывать высокомолекулярные цепочки и ароматические соединения. Т. о., метан в условиях мантии однозначно участвует в реакциях образования более тяжёлых УВ. Первоначально этот вывод встречается в геохимических расчётах Чекалюка Э. Б. Также важно отметить, что условия данной реакции позволяют ей происходить не только в мантии, но и в нижних частях земной коры – в фундаменте.

Базис *второй ступени модели* – это зона контакта мантии и земной коры – характеризуется постоянным расплавлением твёрдых пород, в результате чего происходит обогащение флюида новыми компонентами. В целом, здесь происходит следующее: на протяжении периода погружения пород непрерывно *происходит вовлечение высокомолекулярных компонентов УВ, в частности,*

органического вещества битуминозных и углистых пород, содержащихся в нижней части земной коры, в конвекционную «печь» мантии. Происходит разложение высокомолекулярных УВ до самых простых соединений вплоть до метана. «Скорость деструкции увеличивается с ростом температуры, т.е. глубины, и значительная часть органики превращается в метан раньше, чем достигаются условия для высокотемпературного отщепления абсорбированных УВ» [4].

Базисом *третьей ступени миграции* рассматриваем породы архейского фундамента и так называемого переходного горизонта – метаморфизованных пород рифея (байкалиды). К сожалению, очень редко встречаются данные о компонентном составе УВ фундамента. В основном всё сводится к описанию преобразованного органического вещества в метаморфических породах. И это несмотря на «железные» свидетельства о том, что фундамент в изрядной мере нефтенасыщен. Об этом говорят результаты бурения Кольской сверхглубокой скважины СГ-3, где ниже обсадной колонны из катархейских метаморфических пород отмечается подток углеводородных флюидов в ствол скважины [6]. Самый глубинный подток зафиксирован на глубине 11 км. По составу в нём преобладают тяжёлые УВ. Анализ состава подтекающего вещества показал характерную зависимость: *чем выше располагается горизонт, тем меньше в нём содержится тяжёлых углеводородов, и соответственно тем больше в относительном количестве легких.* Это полностью подтверждает термодинамическую схему, предложенную Э. Б. Чекалюком. Следует отметить также наличие в хроматограммах небольшого пика содержания метана. Его наличие среди более тяжёлых УВ было связано с процессами взаимодействия с вмещающими породами. Канадскими учёными в 2005 году расчётно доказана возможность образования метана в процессе серпентинизации [7]:

$$\text{Olivine} + \text{Water} + \text{Carbonic acid} \rightarrow \text{Serpentine} + \text{Magnetite} + \text{Methane}$$

$$18Mg_2SiO_4 + 6Fe_2SiO_4 + 26H_2O + CO_2 \rightarrow 12Mg_3Si_2O_5(OH)_4 + 4Fe_3O_4 + CH_4$$

Наличие такого процесса легко объясняет повышенные содержания метана при дегазации метаморфических архейских пород. А учитывая процесс полимеризации, рассмотренный выше, становится ясно, что подобные процессы вкупе могли способствовать пополнению флюида более лёгкими составляющими, что выражалось бы в мощных пиках метана и непредельных парафинов при общем преобладании тяжёлых УВ на хроматограммах. Этот процесс можно назвать циклом облегчения состава УВ при их восходящей миграции. В результате собственных исследований автором статьи была практически подтверждена данная особенность для всех пород комплекса, начиная с территории полуостровов Рыбачий и Средний, п-ова Канин и всего Тимана: *огромное преобладание в составе сорбированных газов непредельных УВ.* Большое значение имеет состав вмещающих пород, в частности, наличие некоторых химических элементов, которые могут послужить катализаторами, а с некоторых позиций и ингибиторами в реакциях преобразования УВ. Наличие в породах хрома, платины, окислов алюминия, титана и т. п. элементов приводит к реакциям полимеризации УВ, что в данном случае позволяет называть эти вещества ингибиторами, мешающими распаду высокомолекулярных УВ, происходящему в фундаменте. Наличие в байкалидах полуостровов Среднего и Рыбачего повышенных концентраций хрома подтверждено данными геохимической съёмки. На Тимане присутствуют бокситы, а Ярегское месторождение тяжёлой нефти залегает в древней титановой россыпи. Все эти моменты делают возможным серьёзное каталитическое влияние в процессах изменения состава УВ флюида при миграции вверх по разрезу.

Отдельной важной стадией миграции можно считать переходную зону – контакт фундамента и осадочного чехла. В зависимости от состава вмещающей породы флюид может повести себя по-разному. В глинистых породах активнее происходит разрушение тяжёлых УВ. При *близости к поверхности с ТУВ, не успевшими разрушиться, происходит окисление с образованием твёрдых битумов, асфальтов.* Подобные процессы обуславливаются каталитическими способностями глинистых минералов, а так же сильно возросшим воздействием внешних гипергенных процессов. Отдельного упоминания в этой схеме заслуживают магматические тела. В целом, поведение УВ в них сопоставимо с поведением УВ в метаморфических породах фундамента [2].

Литература

1. *Лебедев И. И.* Геология углеводородных газов в породах фундамента Варангер-Тиманского пояса байкалид // IX Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех-2009»: материалы конференции; в 3 ч., Ч. 2. Ухта: УГТУ, 2009, С. 294–297.

2. *Кочетков О. С., Лебедев И. И.* О нефтегазоносности Варангер-Тиманского пояса байкалид // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. 2013. № 1 (13). С. 63–68.

3. *Кочетков О. С., Лебедев И. И.* О преобразовании мигрирующих битумоидов в зоне контакта фундамент-осадочный чехол (на примере Крохальской структуры Южного Тимана) // Сборник на-

учных трудов: материалы научно-технической конференции (13-15 апреля 2010 г.): в 3 ч.; ч. I / под ред. Н. Д. Цхадая. Ухта: УГТУ, 2010. С. 149–151.

4. *Чекалюк Э. Б.* Нефть верхней мантии Земли. Киев: Наукова думка, 1967. 256 с.

5. Chang-jun Liu, and others. Fuel Processing Technology 58 (2–3): 119–134.

6. Кольская сверхглубокая. М.: Недра, 1984. 490 с.

7. *Charlou J. L., Donval J. P.* и др., AAPG Research Conference, Calgary, Canada, 2005.

8. Миграция углеводородов как система // Сборник научных трудов: Материалы научно-технической конференции (20–23 сентября 2011 г.). В 3 ч. Ч. 1 / под ред. Н. Д. Цхадая. Ухта : УГТУ, 2011. С. 105–108.

Направления геологоразведочных работ по воспроизводству запасов УВ–сырья в поддомаников ых отложениях Печоро–Колвинского авлакогена и прилегающих районов

С. А. Лукова
ФГУП «ВНИГНИ»

В поддомаников ых отложениях (карбонатный среднеордовикско-нижнедевонский и терригенный среднедевонско-франский НГК) Печоро-Колвинского авлакогена содержится 45% неразведанных ресурсов нефти и газа осадочного чехла. В этих НГК, где неразведанная часть УВ в структуре начальных суммарных ресурсов (НСР) составляет 52 % — на суше и 100 % — шельфе, могут быть подготовлены новые направления (зоны нефтегазонакопления) поисковых работ на нефть и газ.

За период 2002–2012 гг. прирост разведанных запасов УВ в результате открытия новых мелких месторождений (всего 16) в поддомаников ых отложениях компенсировал их накопленную добычу не более, чем на 5.0%. В 2008–2010 гг. в провинции были списаны разведанные запасы нефти в количестве, превышающем половину накопленной добычи за последние 11 лет. Негативная ситуация, сложившаяся с приростом разведанных запасов УВ в высокоперспективных на нефть и газ отложениях, обусловлена отсутствием научно обоснованной программы ГРР по изучению поддомаников ых отложений. Научной основой для предлагаемой программы являются выявленные основные геологические события, произошедшие в фанерозойский эон и повлиявшие на формирование и современное размещение установленных и перспективных зон нефтегазонакопления (ЗНГН).

ЗНГН в карбонатном и терригенном НГК формировались в течение позднекаледонского, раннегерцинского, среднегерцинского, позднегерцинско-ранне-киммерийского этапов и позднекиммерийско-альпийского цикла тектогенеза [1, 4].

Позднекаледонский этап тектогенеза (среднеордовикская — раннедевонская эпохи) был созидающим в образовании зональных и локальных структурных предпосылок формирования ЗНГН в карбонатном НГК [2]. Вдоль листрических разломов образовались унаследованные от деформаций фундамента зоны генерации углеводородов (УВ) (Колвинский, Печоро-Кожвинский, Шапкина-Юрьяхинский палеограбеновые прогибы) и положительные структурные формы (палеовалы Денисовской структурной зоны, Большеземельский свод) [1]. В позднекаледонский этап тектогенеза продолжали проявляться правосторонние сдвиговые деформации субширотного простирания вендско-раннепалеозойского заложения, в пределах которых образовались локальные формы со сбросовыми экранами. Нефтегенерация в позднекаледонский этап тектогенеза была малорезультативной из-за размыва покрышек. Размыв отложений обозначил позитивную роль в виде образования вторичных коллекторов в зонах гипергенеза.

Раннегерцинский этап тектогенеза (среднедевонская эпоха — турнейский век) уникален образованием мозаичного строения разреза поддомаников ых отложений сформировавшегося в результате региональных и зональных размывов [4]. Его суть состоит в налегании проницаемых отложений терригенного НГК на эродированную поверхность карбонатного — в одном случае. В другом – над карбонатным НГК сформировалась только тиманско-саргаевская покрышка. В результате различные по возрасту поддомаников ые НГК были перекрыты региональной надежной покрышкой, но только одного возраста — тиманско-саргаевского, которая изолировала дотиманский осадочный чехол от вышележащего. Такие особенности распространения отложений привели к образованию единой гидродинамической системы, представленной карбонатными отложениями среднего-ордовика — нижнего девона и терригенными среднедевонско-джъерскими, перекрытой региональной тиманско-саргаевской покрышкой. В карбонатном НГК УВ могли аккумулироваться только под надкомплексными или внутрикомплексными флюидоупорами зонального и локального распространения [4].

В провинции известны только три месторождения, где залежи УВ встречены в карбонатном и в терригенном НГК (Возейское, Западно-Леккейягинское, Тобойско-Мядсейское). На остальных площадях (более 60), где терригенные среднедевонско-джъерские отложения продуктивны, залежи УВ в карбонатном НГК не установлены.

Миграция УВ осуществлялась в направлении унаследованных от деформаций фундамента палеовалов Денисовской структурной зоны, Большеземельского свода, на Возейское, Инзырейское, Аноргояхское и Русское поднятия.

Среднегерцинский этап тектогенеза (визейский — раннеартинский века) отличается от предыдущих кардинальной перестройкой структурного плана региона, обусловленной коллизионными явлениями на Урале. Вдоль крупных систем разломов сформировались новые положительные структурные формы – Ярейюская, Харьягинская, Усинская, Леккерская, Шапкина-Юрьяхинская, Требса-Титова, Лебединская, Мутноматериковая, Лыжско-Кыртаельская [3].

Миграция УВ была направлена на валы унаследованные от деформаций фундамента и на новообразованные (инверсионные) формы. В благоприятных условиях для аккумуляции УВ оставались структурные формы, образованные в пределах сдвиговых деформаций.

Позднегерцинско-раннекиммерийский этап тектогенеза (позднеартинский век – раннеюрская эпоха) характеризуется размещением ЗНГН в поддомаников ых НГК близким к современному. Окончательно сформировались приразломные валы и унаследованные от деформаций фундамента положительные структурные формы. Значимое геологическое событие состоялось на востоке, где в результате наложения раннекиммерийских складчато-надвиговых движений образовались новые структурные формы — Шарью-Заостренский и Янъюский блоки с потенциальными ЗНГН [5].

Миграция УВ была направлена на унаследованные от рельефа фундамента положительные формы и на новообразованные (инверсионные и складчато-надвиговые).

Позднекиммерийско-альпийский цикл тектогенеза (среднеюрская эпоха-четвертичный период) отличается окончательным изменением регионального наклона Тимано-Печорской плиты с восточного на север-северо-западное. В результате этого отдельные ЗНГН в терригенном НГК на севере авлакогена оказались на одном гипсометрическом уровне с зональными объектами в карбонатных отложениях, расположенными на юге [2].

Проведенный анализ позволил выделить распространение ЗНГН и определить приоритетные направления ГРР по изучению поддомаников ых НГК. В карбонатном НГК выделено три перспективных ЗНГН (Денисовская, Шарью-Заостренская, Янъюская), где рекомендуется проведение региональных исследований. Основным принципом ранжирования ЗНГН в качестве первоочередных являлась плотность неразведанных ресурсов категорий C_3+D (10–15 тыс. т усл. УВ на км^2) и нахождение под надежной региональной тиманско-саргаевской покрышкой. Объем параметрического бурения (всего 3 скважины) составит 15.5 тыс. м. Возраст отложений на забое скважин – ордовик – силур. Протяженность трасс региональных сейсмопрофилей — 500 пог. км. Первоочередными объектами лицензирования на геологическое изучение недр с целью поисков и оценки месторождений УВ-сырья (тип лицензии НП) являются отдельные участки установленных ЗНГН. В карбонатном НГК — Требса-Титова, в терригенном — Печоро-Кожвинская.

Результаты проведенных исследований сводятся к следующему:

1. Выявлены основные геологические события, повлиявшие на формирование и современное размещение ЗНГН в поддомаников ых отложения. 2. Выполнен прогноз раздельного размещения установленных и перспективных ЗНГН в карбонатном и терригенном НГК. 3. Научно обоснована программа ГРР по изучению поддомаников ых отложений на нераспределенном фонде. 4. Рекомендованы приоритетные направления региональных ГРР. 5. Выделены первоочередные объекты лицензирования на геологическое изучение недр с целью поисков и оценки месторождений УВ-сырья.

Литература

1. *Белякова Л. Т., Богацкий В. И., Богданов Б.П.* и др. Фундамент Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна. Киров: ОАО «Кировская областная типография», 2008. 286 с.

2. *Богданов М. М., Лукова С. А., Сотникова А. Г.* Нижние горизонты осадочного чехла Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции – перспективные объекты воспроизводства запасов углеводородного сырья // Геология нефти и газа. Спецвыпуск, октябрь. М., 2013. С. 90–101.

3. *Богданов М. М., Сотникова А. Г.* Палеотектонические условия формирования и прогноз размещения зон нефтегазонакопления в северо-восточных районах Тимано-Печорской провинции (суша, Печороморский шельф) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2011. № 6 (часть 1). С. 13–25; № 7 (часть 2). С. 20–26.

4. *Теплов Е. Л., Костыгова П. К., Ларионов З. В., Беда И. В., Довжиков Е. Г.* и др. Природные резер-

вуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции. М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГУП РК ТП НИЦ – Сб.: ООО «Реноме», 2011. 286 с.

5. *Тимонин Н. И.* Печорская плита: история геологического развития в фанерозое – Екатеринбург: Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 240 с.

Результаты поисковых работ ОАО «РН–Няганьнефтегаз» в Тимано–Печорском регионе

М. Е. Мартынов[1], В. К. Утопленников[1], Н. И. Никонов[2]
[1]ОАО «РН-Няганьнефтегаз»,Нягань
[2]ООО «ТП НИЦ», Ухта

Компания ОАО «РН-Няганьнефтегаз» (ранее «ОАО ТНК Нягань») пришла в Тимано-Печорскую нефтегазоносную провинцию пять лет назад и сегодня представляет первые положительные результаты своей деятельности. Компания получила три лицензионных участка, Восточно-Воргамусюрский, Роговский и Бергантымылькский в Ненецком автономном округе (НАО) и участок №2 гряды Чернышева и Хорейверской впадины в Республике Коми (см. рисунок).

На **Роговском участке** в 2013–2014 гг. ведутся сейсморазведочные работы 3D. В центральной части **участка №2 Хорейверской впадины и гряды Чернышева** отработано 400 кв. км сейсморазведки 3D в Цильегорской депрессии и на территории северной части крупного Усино-Кушшорского поднятия гряды Чернышева.

Ранее, по материалам сейсморазведки 2D, на исследуемой территории Цильегорской депрессии выделялись отдельные мелкие купола. Проведенные работы позволили выделить крупное сводовое Южно-Салюкинское поднятие, прослеживаемое по всем горизонтам осадочного чехла. По кровле силурийских отложений поднятие ограничено изогипсой –3225 м и имеет размеры: 3.1×9 км, амплитуду 37 м и площадь 21 км^2. Извлекаемые ресурсы прогнозируемых залежей нефти в силурийских отложениях без учета рисков оценены в 6.2 млн т.

Во франско-фаменской части разреза выделен крупный рифовый Южно-Салюкинский атолл, хотя ранее по материалам 2D, здесь выделялась группа мелких одиночных рифов. На севере атолла по кровле рифового массива закартирована структура облекания Южно-Салюкинская I амплитудой 90 м и площадью 22 км^2. На временных разрезах выделяются фациальные зоны атолла: гребневая часть, склон рифа, внутренняя лагуна. На картах спектральной декомпозиции также очень четко, проявились фациальные зоны, в том числе еще и рифовая осыпь, внутрилагунные органогенные постройки. Извлекаемые ресурсы нефти по этому объекту без учета рисков оценены в 12.1 млн т. Основной риск связан с наличием покрышки. В южной части атолла выделены еще две структуры облекания, ресурсы по которым не оценены. Полностью атолл сейсморазведкой не закартирован, остались неизученными западный склон атолла и его южная часть.

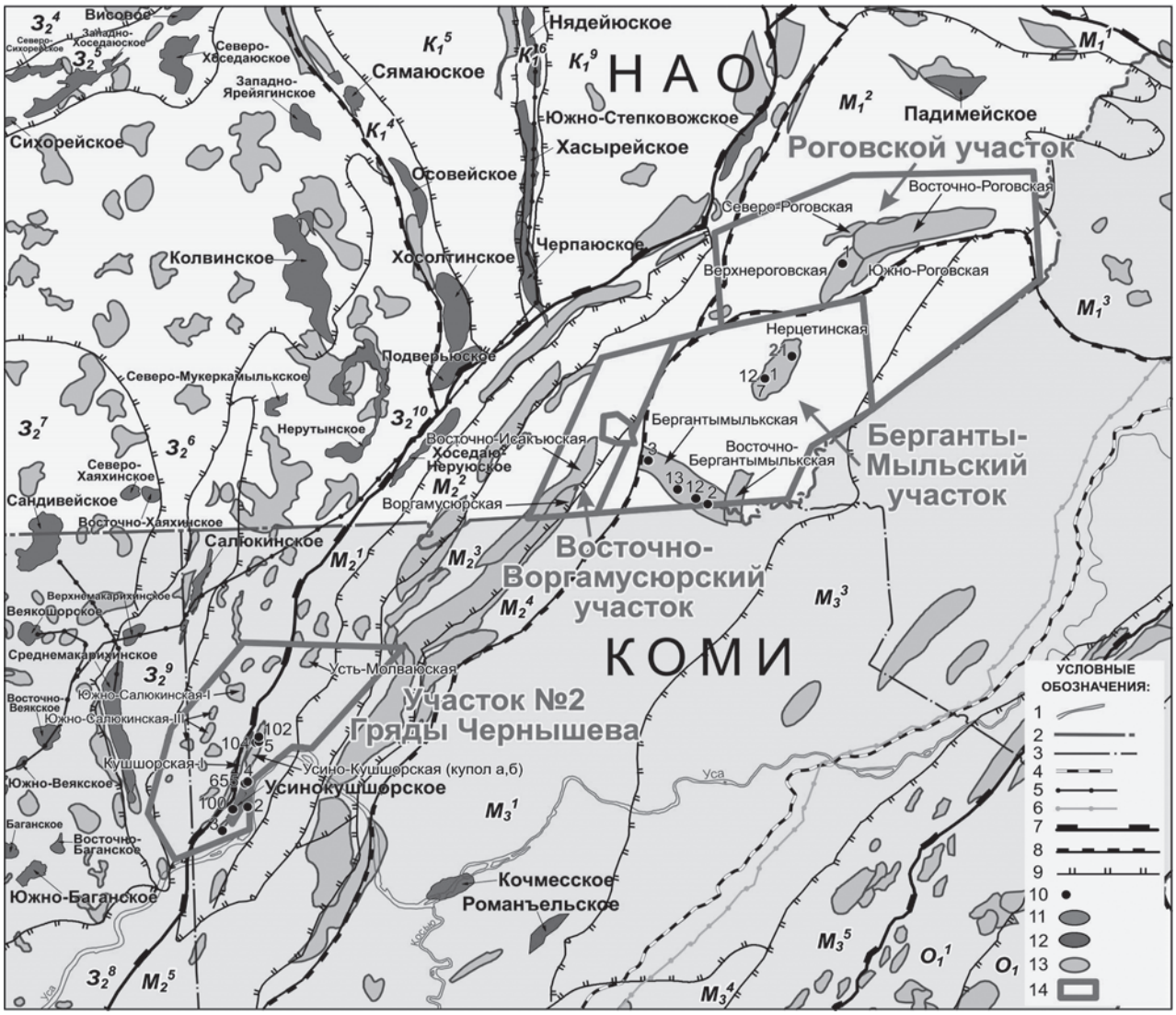
В сводовой части Южно-Салюкинского I поднятия проектируется бурение поисковой скважины 41П проектной глубиной 4500 м. со вскрытием нижнего силура–ордовика.

В нижнепермской части разреза выделены небольшие одиночные органогенные постройки без ясно выраженных структур облекания. Однако наличие их все же не исключается, что предполагает также перспективность нижнепермских отложений.

На гряде Чернышева закартирован северный блок Усино-Кушшорской надвиговой аллохтонной структуры (блок а), прослеживаемый от силура до перми. По силурийским отложениям структура ограничена изогипсой –2225 м, и имеет размеры: 1.6×9.9 км, амплитуду 262 м и площадь 12 км^2. По пермским отложениям размеры уменьшаются до 1.3×8.5 км, амплитуда также до 70 м. Перспективы нефтеносности связываются с нижним и верхним силуром, с фаменом, отложениями нижней и верхней перми. Суммарные геологические ресурсы по горизонтам силура оценены в 16 млн. тонн, ресурсы фамена не оценивались. Геологические ресурсы нижнепермской залежи составили 4 млн т, верхнепермской – 25 млн т.

Под аллохтонной Усино-Кушшорской структурой закартирована автохтонная Кушшорская по ордовикско-силурийским отложениям. Площадь структуры по ордовикским отложениям по изогипсе –4200 м составляет 37 км^2, амплитуда 137 м. По силурийским отложениям структура разделяется на два купола. Геологические ресурсы ордовикско-силурийских отложений оценены предположительно в 26 млн т.

На Усино-Кушшорской структуре запроектирована поисковая скважина в своде структуры



Обзорная карта лицензионных участков ОАО «РН-Няганьнефтегаз».

1 – реки, 2 – граница Республики Коми, 3 – границы административных районов; 4 – железная дорога, 5 – нефтепровод, 6 – газопровод, 7 – границы надпорядковых тектонических элементов, 8 – границы тектонических элементов 1 порядка, 9 – границы тектонических элементов 2 порядка; 10 – скважины; месторождения: 11 – нефтяные, 12 – газовые, газоконденсатные; 13 – структуры, 14 – лицензионные участки.

Элементы тектонического районирования:

З – ХОРЕЙВЕРСКО-ПЕЧОРОМОРСКАЯ СИНЕКЛИЗА: $З_2$ – Хорейверская впадина: $З_2^4$ – Садаягинская ступень, $З_2^5$ – Центрально-Хорейверский уступ, $З_2^6$ – Колвависовская ступень, $З_2^7$ – Сандивейское поднятие, $З_2^8$ – Сынянырдская депрессия, $З_2^9$ – Макариха-Салюкинская антиклинальная зона, $З_2^{10}$ – Цильегорская депрессия, $К_1$ – Варандей-Адзьвинская структурно-тектоническая зона: $К_1^4$ – вал Сорокина, $К_1^5$ – Мореюская депрессия, $К_1^6$ – вал Гамбурцева, $К_1^9$ – Верхнеадзьвинская депрессия; М – ПРЕДУРАЛЬСКИЙ КРАЕВОЙ ПРЕДГОРНЫЙ ПРОГИБ: $М_1$ – Воркутское поперечное поднятие: $М_1^1$ – горст Чернова, $М_1^2$ – Падимейская структурная зона, $М_1^3$ – Ярвожский купол, $М_2$ – гряда Чернышева: $М_2^1$ – Хоседаюская антиклинальная зона, $М_2^2$ – Адзьвавомская депрессия, $М_2^3$ – Тальбейский блок, $М_2^4$ – Восточно-Воргамусюрская складчатая зона, $М_2^5$ – Шарью-Заостренский блок, $М_3$ – Косью-Роговская впадина: $М_3^1$ –Кочмесская ступень, $М_3^4$ – Интинская складчато-чешуйчатая зона, $М_3^5$ – Прилемвинская складчато-покровная зона; О – ЗАПАДНО-УРАЛЬСКАЯ СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВАЯ ОБЛАСТЬ (северный сегмент): $О_1$ – Западно-Уральская мегазона линейных складчато-надвиговых дислокаций: $О_1^1$ – Восточно-Лемвинская складчато-покровная зона

глубиной 5000 м. со вскрытием перспективных ордовикских отложений.

На **Бергантымылькском участке** выделяются крупные Бергантымылькская и Нерцетинская структуры.

Бергантымыльская структура пока слабо изучена, несмотря на то, что здесь уже было пробурено несколько поисковых скважин, в которых отмечались нефтепроявления. В связи с ее высокой тектонической сложностью для выявления перспективных объектов здесь необходимо проведение сейсморазведки 3D.

На Нерцетинской структуре после проведения сейсморазведки 2D было начато бурение скважины

21 Нерцетинской, забой которой на конец 2013 года составлял 4200 м в верхнедевонском рифогенном комплексе. Скважина бурением не закончена.

В терригенных верхнепермских и артинско-кунгурских отложениях выделены маломощные пласты песчаников с неясным характером насыщения по данным ГИС. Ассельско-сакмарские отложения нижней перми имеют мощность всего 20 м, сложены глинисто-карбонатными породами, коллекторы в них не выделяются.

Интересные результаты получены по среднекаменноугольным отложениям. По данным ГИС интервал 2930–3013 м характеризуется как нефтенасыщенный, сумма коллекторов 18.2 м. Весь керн интервала, сложенный известняками, а это более 80 м, нефтенасыщен, с запахом бензина. К сожалению, по техническим причинам опробовать этот интервал в процессе бурения не удалось. По данным ГДК породы низкопроницаемые.

В нижнесерпуховских отложениях нижнего карбона по ГИС в интервале 3235–3248 м выявлена межангидритовая пачка нефтенасыщенных известняков, сумма коллекторов 10.7 м. В керне отмечен запах углеводородов. Испытание в открытом стволе проведено в интервале 3220.6–3248 м. При начальной депрессии 146.9 кгс/см^2 за 70 минут получено 1.24 м^3 разгазированного фильтрата бурового раствора с пленкой легкой нефти с признаками воды. По результатам ГДК уд.вес нефти-801 кг/куб.м.

По данным ГИС и ГТИ выделены как продуктивные отложения веневского горизонта визейского яруса, 12.7 м коллекторов.

Интересно, что по ГИС в верхней части бобриковского горизонта под плотными карбонатами выделен 2-метровый коллектор, с характером насыщения – нефть.

Под бобриковской глинистой покрышкой с глубины 3600 м залегают известняки косьвинского горизонта визейского яруса и нижнетурнейские отложения.

По данным ГИС коллекторов в косьвинском горизонте не выделено.

В турнейских отложениях по данным ГИС выделяется как нефтенасыщенный интервал 3653–3677 м, сумма коллекторов 10.1 м. Керн представлен известняками, местами трещинными, в верхней части с запахом УВ. Испытание в открытом стволе проведено в интервале 3577.7–3686.8 м. При начальной депрессии 146.5 кгс/см^2 за 70 минут в трубы получен газированный буровой раствор 2.34 м^3 с пленкой нефти уд. веса-706 кг. /куб.м.

В нижезалегающих фаменских карбонатах по данным ГИС также выделен нефтенасыщенный интервал 3765–3785 м, сумма коллекторов 5.1 м. При этом между фаменским и турнейским ярусами отсутствует надежная глинистая покрышка. В керне в одном месте отмечается слабый запах УВ. Опробование интервала не проводилось.

С глубины 3826 м под глинистой пачкой, облекающей франско-фаменский риф, вскрыты рифогенные известняки и доломиты без признаков нефтенасыщения. Верхняя часть рифа испытана в открытом стволе в интервале 3838–3900 м. При начальной депрессии на пласт 163.6 кгс/см^2 за 70 мин получено 0.57 м^3 горько-соленого слабогазированного бурового раствора.

С учетом полученных данных произведена оценка ресурсов по возможно продуктивным объектам, которая составила в минимальном варианте 50.6 млн тонн геологических ресурсов.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что вблизи города Воркуты уже в ближайшее время будет открыто новое нефтяное месторождение со значительными запасами. Значительные перспективы нефтеносности установлены вблизи г. Инты.

Результаты геологоразведочных работ и перспективы нефтегазоносности центральной части Денисовского прогиба Печоро–Колвинского авлакогена Тимано–Печорской нефтегазоносной провинции

С. Ю. Матвеева
ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», Ухта

В тектоническом отношении рассматриваемая территория относится к центральным частям Лайского вала и Тибейвисской депрессии (район Морошкинской и группы Мишваньских локальных структур, Восточно-Лайской площади), в нефтегазогеологическом – к Лайско-Лодминскому нефтегазоносному району (НГР) Печоро-Колвинской нефтегазоносной области (НГО).

Первые представления о геологическом строении рассматриваемой территории были получены на основе данных геологических, грави-, электро- и магниторазведочных съемок разных масштабов и модификаций.

Целенаправленные сейсморазведочные исследования методом отраженных волн (МОВ) стали проводиться с начала 1970-х годов. По результатам работ МОВ сейсмопартии (с/п) 103/69-70 в пределах Лайского палеоподнятия была намечена Мишваньская структура, в дальнейшем работами с/п 23/72-73 она была оконтурена по отложениям нижней перми – нижнего девона (P_1-D_1).

В середине восьмидесятых годов проводились детальные сейсморазведочные исследования в центральной части Лайского вала (Невидимова А. Ф., Маслова С. С., 1984). Мишваньская структура была подготовлена к бурению по горизонту A_3 (T_3) и Ia-s (P_1a-s). Как осложнения Мишваньской структуры были выделены Восточно-Мишваньская и Северо-Мишваньская структуры.

Морошкинская структура впервые была выявлена работами методом общей глубинной точки (МОГТ) с/п 787 как структурное осложнение. Дальнейшими работами с/п 833 Морошкинское осложнение наряду с Северо-Командиршорским, Тонкошорским, Озерным и Южно-Янгечавийским локальными осложнениями было подготовлено к бурению в составе Верхне-Лайской структурно-стратиграфической ловушки по старооскольским отложениям среднего девона (отражающий горизонт III_{2-3}).

Восточно-Лайская площадь расположена в восточной части Денисовской впадины в пределах Верхнелайской депрессии.

Поисковое бурение на территории центральной части Денисовского прогиба ведется с середины 70-х годов: в 1971 году началось структурно-поисковое бурение на Мишваньской структуре, в 1983 г. – на Восточно-Лайской площади. В 1988 году в поисковое бурение были введены Морошкинская, Восточно-Мишваньская и Северо-Мишваньская структуры.

Скважинами изучен разрез от четвертичных до силурийских отложений включительно. Наиболее глубоким вскрытым горизонтом на данной территории является гердъюский горизонт нижнего силура, вскрытый в поисковой скважине 15-Мишваньская на глубине 4385 м.

В результате бурения скважин на исследуемой территории были установлены нефтегазопроявления как в процессе бурения, так и по керну.

В скважине 11-Мишваньская признаки нефтенасыщенности отмечены в отложениях верхнего и среднего девона: это запах нефти на свежем сколе пород, увеличение газопоказаний, разгазирование глинистого раствора и резкое снижение его удельного веса, появление на промывочной жидкости радужной нефтяной пленки. Незначительный приток нефти получен из отложений нижнего фамена.

В скважине 37 на Восточно-Мишваньской площади при опробовании в процессе бурения доманиково-силурийских отложений были получены притоки газа дебитами от 21.8 тыс. м^3/сут. до 39.1 тыс. м^3/сут.

В скважине 31-Морошкинская опробованием в процессе бурения получен приток нефти из отложений среднего девона (D_2st): средний дебит по пересчету составил 5.16–63.1 м^3/сут. Установлены также признаки нефтегазоносности верхнедевонских отложений (елецкий горизонт).

В скважине 20 на Северо-Мишваньской структуре при совместном опробовании верхнедевонских (доманиковый и джъерский горизонты), среднедевонских (кедровский горизонт) и нижнедевонских (сотчемкыртинский горизонт) отложений получен приток газированного бурового раствора с пленкой нефти, дебит нефти составил 21.6 м^3/сут.

На Восточно-Лайской площади нефтепроявления по керну отмечались в серпуховских и московских отложениях нижнего карбона, а также в фаменских отложениях верхнего девона.

Результаты проведенных геологоразведочных работ (ГРР) на рассматриваемой территории

Лайско-Лодминского НГР свидетельствуют о том, что основными целевыми горизонтами для поиска залежей нефти и газа являются карбонатные отложения верхнего девона, среднего карбона и нижней перми, терригенные отложения среднего девона и франского яруса верхнего девона, а также карбонатные – нижнего силура. В меньшей степени перспективны терригенные отлотжения нижнего девона, признаки газоносности которых установлены в скв. 500-Верхнелайская.

В целом, территория Лайско-Лодминского НГР представляет перспективное нефтегазовое направление для проведения геологоразведочных работ на нефть и газ.

На территории Республики Коми район является вторым по величине неразведанных ресурсов свободного газа категорий C_3+D среди нефтегазоносных районов с установленной газоносностью.

По величине неразведанных ресурсов нефти категорий C_3+D район также является одним из крупнейших на территории РК.

В пределах Лайско-Лодминского НГР неразведанные ресурсы углеводородов (УВ) составляют величину более двухсот миллионов тон условного топлива (млн т. у. т), в структуре неразведанных ресурсов нефть и свободный газ распределены примерно поровну.

Более 70% неразведанных ресурсов категорий C_3+D приходится на три крупнейших нефтегазоносных комплекса (НГК), все карбонатного состава: среднеордовикско-нижнедевонский (O_2-D_1), доманиково-турнейский (D_3dm-C_1t), верхневизейско-нижнепермский (C_1v_2-P_1), причем неразведанные ресурсы в этих НГК распределены примерно поровну.

В отложениях среднеордовикско-нижнедевонского НГК открыто только одно месторождение – газоконденсатное Западно-Командиршорское-II (территория НАО). Залежь массивная, стратиграфически и тектонически экранированная. Коллекторами служат вторичные доломиты нижнего силура с порово-каверновым типом коллектора. Флюидоупор – тиманско-саргаевские глинистые отложения. По аналогии с этим месторождением перспективы отложений комплекса связаны в основном с участками выхода отложений нижнего силура под тиманско-саргаевскую региональную покрышку, не исключено открытие залежей УВ и в области распространения верхнего силура (по аналогии со скв. 500-Верхнелайская на территории НАО, где получен приток газа).

В отложениях доманиково-турнейского НГК в границах Лайско-Лодминского НГР на территории НГР (Республика Коми) открыто 4 месторождения: газоконденсатное Верхнеамдермаельское (залежь D_3f-D_3fm), нефтяные Южно-Зверинецкое (залежи D_3el и D_3zd), Баяндыское (залежь D_3fm) и Восточно-Ламбейшорское (залежь D_3fm). Перспективы нефтегазоносности комплекса связаны главным образом с развитием рифогенных построек (барьерного и одиночного типов) позднедевонского возраста. В границах НГР выявлено 5 локальных объектов, преимущественно нефтеперспективные, но с небольшими ресурсами (по оцененным объектам в среднем 0.4 млн т). Газоперспективна одна структура (Трошская с ресурсами свободного газа 4.3 млрд м^3). Более крупные ресурсы оценены по подготовленным по отложениям данного НГК объектам: от 1.6–2.2 млн т на Восточно-Трошской и Зверинецкой структурах.

В отложениях верхневизейско-нижнепермского НГК в последние годы сделано принципиальное открытие: открыто Баяндыское месторождение с залежами в среднекаменноугольных отложениях (C_2b+C_2m), среднее по величине запасов. Это позволило пересмотреть перспективы комплекса и увеличить его неразведанные ресурсы нефти категорий C_3+D более чем втрое по сравнению с предыдущей оценкой начальных суммарных ресурсов углеводородного сырья ТПП. По отложениям комплекса выявлены 2 объекта: Андоколвинская и Южно-Ламбейшорская структуры с извлекаемыми ресурсами соответственно 0.5 и 1.5 млн т (по отложениям нижней перми). Подготовлена к бурению одна структура – Зверинецкая с ресурсами менее 0.5 т по отложениям C_1v-C_3 нефтегазоносного подкомплекса (НГПК).

Ресурсная база углеводородов Лайско-Лодминского НГР может быть пересмотрена в бульшую сторону и в связи с результатами анализа геолого-геофизических материалов по площадям, ранее выведенным из глубокого бурения. Предполагается, что ряд ранее опоискованных площадей (Мишваньская, Северо-Мишваньская, Восточно-Мишваньская, Морошкинская) выведен из глубокого бурения преждевременно.

Лайско-Лодминский НГР традиционно продолжает являться объектом активных ГРР. Отнесение территории НГР к наиболее перспективным направлениям ГРР обосновывается крупной ресурсной базой УВ (нефть и свободный газ), установленной промышленной нефтегазоносностью наиболее перспективных НГК, продолжающимися открытиями месторождений УВ (включая довольно большие по запасам), наличием высокоперспективных структур, в том числе с крупными ресурсами, наличием благоприятных литолого-фациальных типов пород [1].

Литература

1. *Прищепа О. М., Отмас Ал. А., Куранов А. В.* Состояние и перспективы ресурсной базы углеводородов в Тимано-Печорском регионе // Геология нефти и газ. 2012, № 5.

Доманикоидные толщи девона Днепровско–Донецкой впадины

С. А. Мачулина
Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина

Породы доманикового типа в девонских отложениях Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) как аналоги доманика Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции были выделены Н.Ф. Балуховским (1968 г.) и позже исследовались С.М. Пистрак и др. (1973 г.), В.А. Разницыным (1974 г.), В.А. Хоменко (1977 г.), А.Е. Лукиным (1977, 1988 гг.) и другими геологами. В настоящее время о них сказать можно следующее.

Отложения нижнего девона в ДДВ отсутствуют, однако, выявлены средне- и верхнедевонские в составе эйфельского и живетского, а также франского и фаменского ярусов. Эйфельские отложения (25–50 м) представлены фаунистически немыми серо- и пестроцветными аргиллитами, доломитами и песчаниками, которые распространены только в западной части региона. На размытой поверхности эйфельских отложений залегают породы живетского яруса (25–65 м), которые представлены аргиллитами и песчаникам с прослоями доломитов и органогенных известняков. Толщ доманикового типа в отложениях среднего девона не выявлено. Однако, они широко распространены во франское и фаменское время, когда периодически наступали морские условия с депрессионным режимом осадконакопления. и возникали восстановительные геохимические обстановки.

Главными стратиграфическими уровнями формирования доманикоидов в девоне были: рудкинско-семилукский (среднефранский), воронежский (верхнефранский) и задонско-елецкий (нижнефаменский или межсолевой). Первые два стратиграфических уровня доманикоидов выделены в подсолевых отложениях франского яруса. Они связаны с карбонатными отложениями саргаевско-семилукского и воронежского литостратиграфических комплексов. В западной части ДДВ, куда трансгрессировало море с Припятского прогиба саргаевские и семилукские карбонатные отложения составляют почти единую толщу. На юго-востоке впадины в районе Белоцерковского выступа саргаевские и частично семилукские карбонаты замещаются пирокластическими породами. Морские семилукские отложения содержат фауну рудкинского горизонта центральных областей ВЕП. На большей территории Волго-Уральской области в рудкинское (доманиковое) время господствовали относительно глубоководные условия во впадинах с некомпенсированным осадконакоплением, где накапливались глинистые и глинисто-кремнисто-карбонатные осадки, обогащенные органическим веществом (ОВ). В ДДВ этому этапу соответствует накопление лоевской свиты, когда установились мелководно-морские условия и депрессионное осадконакопление в приразломных зонах прогибания [5]. Доманикоиды лоевской свиты в стратотипическом разрезе скважины Грибоворуднянская-2 представлены переслаиванием битуминозных мергелей, известковых аргиллитов, органогенных известняков. Эти породы обогащены $C_{орг}$ до 2.95 %. ОВ лоевских доманикоидов имеет сапропелевый тип; содержание гумусового материала не превышает 10 %.

Второй (воронежский) уровень доманикоидного осадконакопления в ДДВ связан с распространением обширной трансгрессии. Породы доманикоидных фаций залегают в основании нижневоронежских карбонатных отложений и относятся к остерской свите, сложенной переслаиванием аргиллитов и черных глинистых известняков с острым битуминозным запахом. Глинистые разности пород переполнены тентакулитами, тонкостенными пелециподами, остракодами, лингулами. Нормально-морские карбонаты остерской свиты в северной прибортовой зоне замещаются туфами и базальтами. Залегающие выше верхневоронежские глинисто-кремнисто-карбонатные отложения грибоворуднянской свиты по своему литофациальному облику также близки к породам доманикового типа (уральскому доманику). Для кремнистых разностей известняков характерны плитчатость и трещиноватость, для мергелей – горизонтальная слоистость, переслаивание с черными известковистыми аргиллитами. Среди аргиллитов встречаются тонкие прослои туфов (0.5–5 см). Породы всего морского воронежского литостратиграфического комплекса характери-зуются повышенными концентрациями Ti, Mn, B, Sr, Zr [4]. $C_{орг}$ в известковых черных аргиллитах составляет 0,65-1,50%, а максимальные значения – 2.8–2.95 %. Для этих доманикоидов присущи высокая степень восстановленности пород и битуминозность. Наиболее высокие концентрации 0В и хлороформенного битумоида характерны только для глинисто-карбонатных пород воронежского горизонта, а показа-тели генерационного потенциала всех остальных пород отвечают категории бедных нефтематеринских пород [6]. Из верхов воронежских отложений получены непромышленные притоки УВ на Сагайдакской структуре и Козиевской площади.

Третий (межсолевой) уровень развития пород доманикового типа глинисто-карбонатного состава стратиграфически отвечает задонско-елецкому горизонту нижнефаменского подъяруса. Необходимо отметить, что межсолевые отложения в ДДВ имеют двухчленное строение. Однако на некоторых участках впадины межсолевые отложения почти не расчленяемые и они распространены не повсеместно. Наиболее переменчивый литологический состав этих отложений наблюдается в северо-западной части ДДВ вдоль южной и северной прибортовых зон, где в них присутствует пирокластический материал, особенно в зонах пересечения глубинных разломов в Брагинско-Лоевской седловине. Собственно задонским доманикоидам соответствует глинистый с прослоями известняков и мергелей литокомплекс, в котором содержание глин составляет от 50 до 80 % (скв. Грибоворуднянская-6, Борковская-14, Видепьцевская-6, Пакульская-227, Седневская-310 и др.). Они содержат фауну бухиол, кониконхий, гониатитов, тентакулитов, остракод, пелеципод, радиолярий, спикул губок, и др. По данным В. Д. Кнороз [1] ОВ задонских отложений накапливалось в рассеянной форме и имеет преимущественно сапропелевую природу; только в некоторых образцах доля гумусового материала достигает 15–20 %. Содержание битуминозных компонентов в РОВ сапропелевого типа составляют 20 %. Концентрации $C_{орг}$ варьируют от 0.1 до 3.7 %. В составе хлороформенного экстракта содержится до 76.4 % УВ. Поэтому доманикоидные отложения межсолевой толщи, исходя из данных геохимической диагностики, попадают в категорию нефтегазоматеринских пород. ОВ задонских (задонско-елецких) доманикоидов находится на этапе преобразования раннего катагенеза ($ПК_1$, $МК_{1-2}$) в северной прибортовой зоне и позднего катагенеза ($МК_{3-5}$, $АК_1$) в приосевой зоне, поэтому они могли быть нефтегазопроизводящими. Таким образом, вся толща задонско-елецких отложений относится к категории с повышенным генерационным потенциалом. Залежи УВ в данных отложениях известны на Кинашевском, Качановском, Бугреватовском, Козиевском и других месторождениях ДДВ.

В целом, доманикоидные осадки раннефаменского времени накапливались, когда ДДВ испытывала наиболее интенсивное прогибание, процесс дифференциации дна на блоки с различной амплитудой погружения, а также поступление в бассейн большого количества терригенного материала с Украинского щита и Воронежской антеклизы.

В надсолевых отложениях, соответствующих западномихайловской свите данковского горизонта, ярковыраженных отложений доманикового типа не установлено. И только в лебедянско-никольских слоях, которые несогласно залегают на соленосной толще фамена (верхней соли) и соответствуют нижней части западномихайловской свиты (оптуховский горизонт по схеме УРМСК, 1989 г.) [5], в юго-восточной части ДДВ имеются отдельные пачки сероцветных глинистых и глинисто-карбонатных пород, обогащенные РОВ [2, 3]. Мощность лебедянско-никольских глинистых пород вместе с пачками песчаников может достигать 740 м в палеодепрессиях. Лебедянско-никольские слои перекрываются тургеневско-кудеяровскими (верхи западномихайловской свиты), в которых также имеются пачки аргиллитов (Горобцовская, Зачепиловская, Малодевицкая площади), обогащенных РОВ. Из лебедянско-никольских слоёв получены сингенетические притоки нефти и газа в скв. Глинско-Розбышевская-25, скв. Горобцовская-7 и др., однако эти отложения остаются недостаточно изученными, поскольку они распространены узкой полосой вдоль южного борта центральной части ДДВ, которая в настоящее время почти не разбуривается. Это же относится и к тургеневско-кудеяровским (горобцовским) слоям, среди которых встречаются пачки доманикоидных глинисто-карбонатных пород. Мощность морских разрезов этого возраста достигает 750 м.

Таким образом, анализ химико-битуминологической характеристики ОВ девонских доманикоидов показывает, что наибольшим углеводородным потенциалом среди них обладают воронежские и задонские. Однако, их формирование происходило в период вулканической деятельности, т.е. в условиях мало благоприятных для сохранения УВ от окисления. Особенно это относится к воронежскому времени. Отсутствие в центральной части ДДВ скважин, которые вскрывают породы франского яруса в их нормальном залегании, не позволяет сделать более определенные выводы в отношении нефтеобразования в девонских, особенно, подсолевых отложениях.

Литература

1. Атлас геологического строения и нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Мингео УССР. 1984. 142 с.

2. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие. Киев: Наук. думка, 1989. 208 с.

3. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия. Киев: Наук. думка, 1988. 148 с.

4. *Лукин А. Е. Лукин А. Е.* Литогеодинамические факторы нефтегазонакопления в авлакогенных бассейнах. Киев. Наук. думка, 1997. 223 с.

5. Хоменко В.А. Девон Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Наук. думка, 1986. 116 с.

6. *Шевченко Е. Ф., Габинет Л. М., Голдинов, Олийнык М. И.* Оценка генерационного потенциала осадочных образований нефтегазоносных регионов Украины // Происхождение и миграция нефти и газа. Киев: Наук. думка, 1984. С. 150–157.

Особенности фракционирования углеводородов в продуктивных и частично разрушенных нефтяных залежах турнейского яруса

В. П. Морозов, Э. А. Королев, А. Н. Кольчугин, А. А. Ескин
Институт геологии и нефтегазовых технологий КФУ, Казань

Нефть представляет собой сложную многокомпонентную систему, в составе которой присутствуют различные органические соединения. Каждое из этих соединений обладает своими, только им присущими, физико-химическими особенностями и способностями взаимодействовать с окружающей средой. Поэтому в нефтяных залежах при кажущейся гомогенизации флюида всегда отмечается некоторое разделение углеводородных компонентов по составу и плотности [1]. Если на начальных этапах разработки нефтяных коллекторов подобное фракционирование не влияет на коэффициент нефтеотдачи, то со временем, в процессе заводнения пластов, оно начинает играть определяющую роль при извлечении сырья. Учитывая это, работы по изучению особенностей распределения различных по составу углеводородов в пустотном пространстве сложно построенных резервуаров приобретают свою актуальность.

Целью работы являлось изучение характера распределения компонентов нефти в карбонатных коллекторах турнейского яруса, распространенных на территории Татарстана. Объектом исследования служил керновый материал скважин, вскрывших пластово-сводовые нефтяные залежи в турнейских отложениях Демкинского и Онбийского месторождений. Методы исследования включали в себя определения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород, проведение оптико-микроскопических и термических анализов. Отбор образцов проводился через каждые 20-25 см по продуктивным интервалам. Таким образом, мы получали данные о строении пустотного пространства пород, их минеральном составе и распределении основных компонентов нефтей по разрезам залежей от кровли до подошвы.

Комплексное исследование показало, что на всех продуктивных структурах Демкинского и Онбийского месторождений нефтяные залежи в известняках турнейского яруса характеризуются сходным строением. Во всех случаях нефтеносные резервуары представляют собой поровые гетерогенные системы с неоднородными фильтрационно-емкостными свойствами [3]. В их пределах отмечается хорошо выраженная дифференциация пород, как по ФЕС, так и по характеру флюидонасыщенности. В керновом материале это выражается в последовательной смене сверху вниз равномерно нефтенасыщенных, крупнопоровых коллекторов на тонкопоровые с пятнисто-полосчатым распределением углеводородов. Первые развиты преимущественно в известняках кизеловского горизонта, вторые – черепетского. По данным ФЕС карбонатные породы кизеловско-черепетского комплекса условно подразделяются на следующие разновидности (см. таблицу).

Как следует из табличных данных, нефтяные залежи турнейского яруса на рассматриваемых месторождениях характеризуются зонально-неоднородным распределением продуктивных пластов, вызванным вариациями петрофизических свойств известняков. По особенностям строения пустотного пространства верхние части пластово-сводовых залежей представлены преимущественно кавернозными и кавернозно-поровыми типам коллекторов, нижние – поровыми.

Изучение остаточной нефти коллекторов с помощью термического анализа показало, что в пределах залежей существует дифференциация

Дифференциация коллекторов кизеловско-черепетского комплекса по ФЕС

Возраст пород-коллекторов	Условное подразделение пород по ФЕС	Открытая пористость, %	Проницаемость по напластованию, 10^{-3} мкм^2
Кизеловский	Высокопродуктивный коллектор	9.92–21.68	18.86–186.32
	Низкопродуктивный колл ектор	9.79–16.06	0.46–27.85
	Непродуктивный коллектор	6.68–10.34	0.40–23.66
Черепетский	Низкопродуктивный и непродуктивный коллектор	1.16–9.15	0–19.17
	Плотные породы между коллекторами	1.97–5.26	0–1.61

углеводородов по фракционному составу. Причем это проявляется на различных уровнях и пределах отдельных высокопродуктивных пластов-коллекторов с однородными петрофизическими свойствами, и в пределах разрезов нефтяных залежей, включающих в себя все типы коллекторов. Общим для всех уровней является тенденция утяжеления нефти сверху вниз. Однако, причины подобных закономерностей на разных иерархических уровнях флюидной системы, по-видимому, обусловлены различными факторами. В разрезах пластово-сводовых залежей это связано с последовательным увеличением доли окисленной нефти по мере приближения к водонефтяным контактам. В пределах отдельных кавернозных пластов-коллекторов экранированных плотными известняками утяжеление углеводородов от кровли к подошве связано с разделением компонентов нефтей, вероятно, под действием гравитации.

На фракционирование углеводородов в залежах большое влияние оказывают общая пористость и проницаемость пород-коллекторов, а также размеры каверн. Полученные зависимости показывают, что с увеличением пористости и проницаемости в нефтеносных известняках закономерно снижается содержание доли легких углеводородов [2]. Одновременно с эти уменьшается коэффициент остаточной нефтенасыщенности к объему пор. Учитывая, что мы имеем дело с извлеченным керном, из которого уже испарилась значительная часть углеводородов, подобные тенденции можно связать с увеличением интенсивности выкипания легких фракций нефти из пород по мере возрастания в них степени сообщаемости и открытости кавернозно-поровых каналов. Действительно, наиболее высокопродуктивные, кавернозные известняки с $К_н$=76.3–84.6 и $К_п$=11.7–14.6 по данным ГИС, характеризуются наименьшей остаточной нефтенасыщенностью и минимальным содержанием в поднятом керне легких углеводородов. Тонкопоровые, низкопродуктивные коллекторы, наоборот, имеют относительно высокую остаточную нефтенасыщенность при значительным содержание в керне доли легких фракций нефти. Последние, по-видимому, находятся в защемленном состоянии. Тяжелые углеводороды по периферии керна создают плохо проницаемую область, которая собственно и препятствует дальнейшему выкипанию из пород легких фракций нефти.

Подобный характер поведения углеводородов позволяет предположить, что в пластово-сводовых нефтяных залежах турнейского яруса, сложенных породами-коллекторами с различными емкостно-фильтрационными свойствами, существует сложная дифференциация компонентов нефти по составу. При разработке подобных сложно построенных залежей путем заводнения в резервуарах будут оставаться многочисленные целики плохо извлекаемой нефти.

Изучение фракционного состава нефти в частично разрушенных залежах турнейского яруса полностью подтвердило правильность данного предположения. На дериватограммах, полученных с пластов, сложенных известняками с высокими ЕФС, видно, что экзоэффект в интервале температур 280–340 °С, соответствующей выделению легких углеводородов, слабо выраженный, тогда как экзоэффект при Т=380–500 °С, отвечающий выкипанию тяжелых фракций нефти, имеет хорошую интенсивность. В тонкопоровых коллекторах, несмотря на заводнение нефтяной залежи, соотношение легких и тяжелых фракций углеводородом изменилось незначительно. Это указывает, что в процессе проникновения законтурных вод в сложно устроенный нефтяной резервуар в первую очередь промываются пласты-коллекторы с хорошими емкостно-фильтрационными свойствами. Пласты, характеризующиеся низкими значениями пористости и проницаемости, способны сохранять легкие углеводороды более длительное время, несмотря на общее заводнение и потерю промышленной значимости нефтяной залежи.

Учитывая сходность строения нефтяных залежей в отложениях турнейского яруса Волго-Уральской и Тимано-Печорской нефтеносных провинций, полученные результаты позволят более осознано подходить к проблеме извлечения углеводородов из сложно построенных резервуаров.

Литература

1. *Джайкиев Б. К., Соболева Е. В.* Изменение состава и свойств нефтей в залежах (на примере Комсомольского месторождения) // Геология нефти и газа. 1993. № 11. С. 20–23.

2. *Королев Э. А., Ескин А. А., Морозов В. П., Кольчугин А. Н., Плотникова И. Н., Пронин Н. В., Носова Ф. Ф.* Зависимость состава и подвижности нефти в карбонатных породах от их пористости и проницаемости // Нефтяное хозяйство. 2013. № 6. С. 32–33.

3. *Королев Э. А., Морозов В. П., Кольчугин А. Н.* Особенности строения и формирования нефтеносных карбонатных пород-коллекторов турнейского яруса Республики Татарстан // Нефтяное хозяйство. 2012. № 3. С. 42–45.

Новые данные о геологическом строении и перспективах нефтеносности нижнепермских органогенных построек Хорейверской впадины

Н. И. Никонов, И. Ю. Зарипова, И. Ю. Беда
ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», Ухта

Органогенные постройки нижней перми в Хорейверской впадине связаны с ассельско-сакмарским этапом седиментогенеза, в течение которого территория впадины, представляла собой шельф, на котором происходило накопление карбонатных формаций. Ранее нами было установлено [1], что на юго-западе впадины в районе Баганской группы поднятий существовал мелководный шельф, в пределах которого накапливались пластовые органогенные и органогенно-обломочные известняки. К востоку от мелководного шельфа существовала некомпенсированная палеовпадина глубиной до 100-150 м, названная сезымской, позднее снивелированная глинисто-мергелистыми артинско-сакмарскими отложениями. В пределах сезымской палеовпадины выделялись биогермные постройки.

Детальный анализ развития территории на основе исследований керна, детальной корреляция ГИС, использования материалов сейсморазведки 3D показал, что строение ассельско-сакмарских отложений более сложное, чем это представлялось ранее.

В результате исследований установлено, что в раннеассельское время на территории формирующегося Колвинского мегавала и окружающих его участков впадин в процессе общего прогибания, произошло заложение мелководной карбонатной платформы, ограниченной шельфовыми палеовпадинами. В Хорейверской впадине карбонатная платформа заходила на центральную часть Баганской группы поднятий. На карбонатной платформе в условиях мелководья формировались органогенные постройки пластового типа (биостромы) мощностью 5–30 м.

Биостромы сложены известняками светло-буроватыми, водорослевыми и органогенно-детритовыми, с брахиоподами, фораминиферами, фузулинидами, члениками криноидей, единичными мшанками, кавернозно-пористыми, с пористостью по керну 10–20 %. Межбиостромные отложения сложены известняками органогенно-детритовыми с тонко-мелкозернистым цементом, неравномерно перекристаллизованными, слабо алевритистыми, с пористостью не более 2 %. Прослоями известняки окремненные до перехода в кремнисто-карбонатную породу.

В начале среднеассельского времени рост биостромов был прерван и сформировалась маломощная (3–7 м) пачка тонкозернистых детритовых известняков.

В средне-позднеассельское время *происходит последующее расширение карбонатной платформы в северном (Веякская, Восточно-Возейская, Западно-Хатаяхская площади и др.) и южном направлениях (Яракутская, Мичаельская, Восточно-Мастерьельская площади)*. С этим этапом связано образование средне-позднеассельских пластовых биостромов, подобных раннеассельским.

Межбиостромные разности, кроме аналогичных нижнеассельским, представлены известняками кремовато-серыми, органогенно-обломочными, неравномерно перекристаллизованными, с пористостью по шлифам 3–8 %, низкопроницаемыми. Таким образом, межбиостромные отложения не являются флюидоупором.

В пределах Баганского свода верхняя часть ассельского яруса размыта.

В сакмарское время карбонатная платформа продолжила расширяться в северо-западном направлении. В ее пределах формировались пластовые биостромы сакмарского возраста мощностью 5–24 м на Сандивейской и Веякской площадях. Породы, слагающие биостромы сходны с ассельскими. В южной части Хорейверской впадины осадки сакмарского яруса на значительной территории размыты и возможные размеры сакмарской платформы неизвестны. На окраинах карбонатной платформы каждого цикла сейсморазведкой было установлено наличие узких протяженных рельефных органогенных построек, похожих на барьерные рифы, мощностью до 30 м. Эти органогенные постройки являются асимметричными, имеющими мелководношельфовый и глубоководный края.

Предложенная цикличная схема развития ассельско-сакмарских отложений подтверждается материалами сейсморазведки 3D в Денисовской впадине. На временных разрезах отчетливо видны четыре седиментационных циклита – вероятно два ассельских и два сакмарских. Каждый циклит представлен отложениями карбонатной платформы, переходящими в краевой линейный биостром и далее в маломощные отложения *области относительно глубоководного некомпенсированного осадконакопления (сезымская свита). Сезымская свита сложена глинистыми известняками, мергелями и глинами. Породы плотные, крепкие, пиритизированные.*

Отложения артинско-сакмарской толщи заполнения, залегающие на сезымской свите имеют клиноформное напластование. *Они* представлены чередованием известняков от серых до тем-



Литолого-фациальная карта ассельско-сакмарских отложений юга Хорейверской впадины.
1 — линия срезания стратиграфических подразделений внутри нижнепермского карбонатного подкомплекса (штрихи в сторону отсутствия отложений); 2 — линия выклинивания отложений над нижнепермским карбонатным подкомплексом; 3 — границы карбонатной платформы раннеассельского возраста; 4 — границы карбонатной платформы и биогермов средне-позднеассельского возраста; 5 — границы карбонатной платформы, атоллов, биогермов сакмарского возраста; 6 — контуры биостромов по данным бурения и сейсморазведки; 7 — зона развития сезымской свиты; 8 — локальные структуры; 9 — залежи нефти в ассельско-сакмарских отложениях.
З-ХОРЕЙВЕРСКО-ПЕЧОРОМОРСКАЯ СИНЕКЛИЗА; $З_2$ — Хорейверская впадина; $З_2^6$ — Колвависовская ступень; $З_2^7$ — Сандивейское поднятие; $З_2^8$ — Сынянырдская депрессия; $З_2^9$ — Макариха-Салюкинская антиклинальная зона; $З_2^{10}$ — Цильегорская депрессия

но-серых, тонкозернистых, прослоями детритовых, неравномерно глинистых, плотных, мергелей серых, зеленовато-серых, алевритовых, плотных и аргиллитоподобных глин темно-серых до черных, алевритистых.

Внутри сезымской палеовпадины получили развитие биогермные массивы трех типов: одиночные биогермы, иногда формирующие архипелаги одиночных рифов (Колвинская площадь), линейные биогермные постройки (Сарутаюско-Вангурейяхинская зона) и атолловидные постройки (Веякошорская площадь). Их высота зависима от глубины бассейна седиментации. Сложены биогермы известняками светло-серыми до белых, водорослево-детритовыми, с фораминиферами, фузулинидами, мшанками, члениками криноидей, брахиоподами, участками перекристаллизованными, прослоями пористыми и кавернозными. Пористость коллекторов по керну колеблется от 9 до 20 %.

Одиночные биогермы вскрыты и изучены бурением на Восточно-Молваюской, Салюкинской, Северо-Хаяхинской, Ладотынской, Колвинской площадях. По временным разрезам они выделяются в Сынянырдской и Цильегорской депрессиях, в значительном количестве, часто в виде архипелагов, в северной половине Хорейверской впадины. Высота биогермов изменяется от 75 до 150 м.

Атолловидная постройка, установленная в результате анализа на Веякошорской площади, сформирована сложным комплексом биогермных, биостромных и межбиогермных отложений общей мощностью до 90 м. Основными компонентами их являются водорослевые, фораминиферово-водорослевые, палеоаплизиновые, мшанково-криноидно-брахиоподовые разности известняков. Их пористость также составляет 8–20 % и более. Межбиогермные, в том числе внутриатолловые, отложения сложены детритовыми и биоморфно-детритовыми известняками, содержат в своем составе иловые компоненты, являются низкоемкими и низкопроницаемыми.

Литология линейных биогермов идентична вышеописанным.

Ассельско-сакмарские органогенные постройки перекрыты глинистыми породами артинского яруса в северной и восточной частях Хорейверской впадины. В юго-западной части впадины артинский ярус отсутствует вследствие размыва в предкунгурское время, и ассельско-сакмарские отложения перекрыты кунгурскими глинами, а на Баганском своде частично даже глинистыми породами уфимского яруса.

Анализ материалов по нефтеносности пластовых ассельско-сакмарских органогенных построек (биостромов) и литологической характеристике вмещающих отложений позволил установить, что на карбонатных платформах залежи нефти контролируются, прежде всего, структурным фактором. Так, на Сандивейском месторождении нефти оказалось, что, несмотря на наличие нескольких продуктивных пластовых биостромов, все они входят в единый контур нефтеносности нефтяной залежи с водонефтяным контактом (ВНК) –2175 м, который контролируется контуром Сандивейской структуры. За пределами биостромов коллекторы отсутствуют, но единый ВНК показывает, что межбиостромные известняки проницаемы.

Аналогичные данные получены по группе Баганских месторождений. Установлено, что по кровле ассельского яруса Северо-Баганский, Баганский, Восточно-Баганский, Южно-Баганский, Яракутский и Северо-Яракутский купола объединены в единый Баганский свод, оконтуренный изогипсой минус 2030 м, размерами 24×13 км, высотой 134 м. Залежи нефти в ассельских отложениях открыты на Северо-Баганском, Баганском, Восточно-Баганском и Южно-Баганском куполах. Залежи по площади ограничены границами биостромов, закартированных сейсморазведкой. ВНК, установленные для ассельских залежей Северо-Баганского и Баганского месторождений на отметке минус –2028 м и –2029 м, совпадают с контуром Баганского свода, что свидетельствует о гидродинамической связи и отсутствии латеральных экранов между этими залежами. Это позволило предположить [2], что все ассельские залежи Баганской группы приурочены к единой сводовой ловушке с локальным развитием коллекторов, контролируемой Баганским поднятием. Следовательно, все неразбуренные биостромы в контуре Баганского свода будут продуктивны и с ними связаны значительные перспективы. Аналогичные перспективы связаны с биостромами крупного Южно-Салюкинского поднятия в южной части Цильегорской депрессии.

Ассельско-сакмарские биогермы Сынянырской и Цильегорской депрессий продуктивны, вероятно, только в контуре структур облекания под артинской покрышкой. Так в скв. 1 Восточно-Молваюская продуктивную характеристику по ГИС имеет только кровля биогермных коллекторов мощностью около 20 метров. К таким объектам относятся Восточно-Молваюская, Северо-Молваюская, Усть-Молваюская структуры Цильегорской депрессии.

Флюидоупором для биогермов могут служить также примыкающие к биогерму карбонатно-глинистые отложения толщи заполнения артинско-сакмарского возраста (мергели и глины). На Колвинском месторождении выявлены залежи нефти в биогермах высотой 120 метров при высоте биогерма 150 м. Эффективная нефтенасыщенная мощность в сводовой части залежей достигает 34 м. Учитывая, что извлекаемые запасы нефти каждого биогерма составляют до 1 млн. тонн, а в архипелагах выделяется до десятка биогермов и более, суммарные ресурсы групп таких объектов должны быть значительными.

По материалам единичных пробуренных скважин с отрицательными результатами предполагалось, что многочисленные биогермы севера Хорейверской впадины перекрыты артинской рассеивающей толщей. Поэтому перспективы их нефтеносности оценивались как низкие. С учетом выявления нефтеносности биогермов на Колвинском месторождении необходимо провести региональные исследования перекрывающих биогермы карбонатно-глинистых артинских отложений с целью определения ареала развития артинской покрышки.

Дальнейшее комплексное изучение ассельско-сакмарских отложений позволит в ближайшем будущем выявить ряд новых залежей нефти в разнотипных ассельско-сакмарских ловушках, связанных с биогермами и биостромами.

Литература

1. *Никонов Н. И., Беда И. Ю.* Новые данные о перспективах нефтегазоносности нижнепермских органогенных построек // Рифы и карбонатные псефитолиты: Мат. Всерос. литол. совещания. Сыктывкар, 5–7 июля 2010 г. С. 126–128.

2. *Никонов Н. И., Федоров А. И.* Сводовый тип ловушек с локальным распространением коллекторов // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Мат. XV Геол. съезда Республики Коми 13–16 апреля 2009 г. Т. III. Сыктывкар, 2009. С. 104–107.

Анализ структуры и динамики запасов УВС и анализ ресурсной базы Республики Коми

Н. А. Носова, С. М. Смирнова, Т. А. Смирнова, Н. В. Фролова, С. Ю. Матвеева
ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», Ухта

Актуальность данной работы состоит в том, что анализ структуры и динамики запасов УВ сырья месторождений Республики Коми и распределение их по степени выработанности позволяет нам изучить не только количественный, но и качественный состав УВ сырья и проследить резерв для последующей нефте-, газодобычи, а также для составления программ лицензирования и постановки геолого-разведочных работ в Республике Коми.

В данной работе проанализирована структура остаточных извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ и C_2 по месторождениям Республики Коми, числящимся на балансе Росгеолфонда РФ по РК по состоянию на 01.01.2013 г. и рассмотрена динамика за 6 лет.

На 01.01.2007 года по РК на Госбалансе числилось 125 нефтесодержащих месторождений, т.е. нефтяные, нефтегазовые и нефтегазоконденсатные. По состоянию на 01.01.2013 г. по РК на Госбалансе числится 137 нефтесодержащих месторождений, при общем количестве месторождений – 159.

По продуктивности запасы делятся на активные и трудноизвлекаемые. К *активным* относятся запасы, которые извлекаются традиционными методами. К трудноизвлекаемым относятся запасы нефти с вязкостью > 30 сПз, проницаемостью коллектора < 50 мД, находящиеся в подгазовой зоне, с содержанием серы в нефти >3 %.

В целом по Республике Коми доля активных (разрабатываемых традиционными методами) остаточных извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ за период 2007–2011 г.г. незначительно уменьшается (≈ на 5 %) и только в 2012 г. она увеличилась (≈ на 6 %) за счет прироста запасов нефти (в основном Восточно-Ламбейшорского месторождения), что не сильно сказалось на изменении доли активных запасов от суммарных извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$. Доля трудноизвлекаемых запасов нефти за отчетный период увеличилась с 60 до 74 %, причем основная часть приходится на залежи высоковязких нефтей (≈ 53–57 %.). Это объясняется значительным приростом (за счет увеличения коэффициента нефтеотдачи) извлекаемых запасов кат. $A+B+C_1$ пермско-каменноугольной высоковязкой (более 700 сПз) залежи нефти Усинского месторождения в 2007 г. и прироста запасов (по результатам ГРР) высоковязкой нефти (>30 сПз) по Нижнечутинскому (2008 г.) и Ярегскому (2012 г.) месторождениям.

Залежи нефти приурочены к пермским, каменноугольным, девонским, силурийским и верхнеордовикским отложениям. Основные запасы нефти кат. $A+B+C_1$ (>50,0 % от суммарных остаточных извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$) сосредоточены в девонских отложениях.

Терригенные коллектора приурочены к пермским, верхне- и нижнекаменноугольным, верхне- и среднедевонским отложениям и содержат порядка 48 % извлекаемых запасов от общего количества запасов нефти категорий $A+B+C_1$, числящихся на балансе Росгеолфонда по РК.

Карбонатные коллектора приурочены к нижнепермским, каменноугольным, верхне-, среднедевонским, силурийским и верхнеордовикским отложениям и содержат порядка 52 % извлекаемых запасов.

В малопроницаемых (менее 50 мД) коллекторах заключено ≈ 30 % суммарных извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ Основная часть остаточных извлекаемых запасов нефти сосредоточена в коллекторах с проницаемостью от 50 до 300 мД и составляет ≈ 40 % кат. $A+B+C_1$.

Значение вязкости нефти в пластовых условиях колеблется от 0,14 (среднедевонские залежи Югид-Соплесского месторождения) до 15000 сП (Ярегское). Преобладают нефти с вязкостью <10сП (более 50 % – остаточных извлекаемых запасов кат. $A+B+C_1$). Суммарные остаточ-

ные извлекаемые запасы нефти с вязкостью >30сП составляют порядка 40 % для кат. $A+B+C_1$.

По степени промышленного освоения все месторождения распределяются следующим образом:

Для нефтесодержащих месторождений:

Суммарные остаточные извлекаемые запасы нефти кат. $A+B+C_1$ *разрабатываемых* месторождений возросли с 540.468 (2007 г.) до 577.225 млн т (2009 г.), кат. C_2 – с 71.172 (2007 г.) до 136.770 млн. т (в 2012 г.). В 2010 г. запасы нефти кат. $A+B+C_1$ (с учетом годовой добычи) уменьшились до 565.325 млн т. Это связано с большим списанием запасов нефти кат.C_1 по Верхневозейскому месторождению. В 2011 г. остаточные извлекаемые запасы нефти кат. $A+B+C_1$ уменьшились незначительно до 564.425 млн т. В 2012 г. за счет прироста извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ по результатам ГРР 12 месторождений (Ярегскому, Восточно-Рогозинскому, Леккерскому, Южно-Ошскому и др.) и перевода 8 месторождений в группу разрабатываемых.

Уменьшение количества остаточных извлекаемых запасов нефти месторождений группы *подготовленных для промышленного освоения* за отчетный период обусловлено переводом месторождений в группу разрабатываемых. И только в 2009 г. увеличение остаточных извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ (с 8.178 до 11.142 млн т) связано с приростом извлекаемых запасов Мастеръельского месторождения. По состоянию на 01.01.2013 г. в группе *подготовленных для промышленного освоения* месторождений нет.

По *разведываемым* месторождениям за отчетный период наблюдается увеличение остаточных извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ с 27.117 (2007 г.) до 42.753 млн т (2012 г.) и кат. C_2 с 46.773 до 87.081 млн т за счет:

1. Открытия Осваньюрского, Восточно-Каджеромского, Южно-Зверинецкого (2007 г.); Баяндыского, Северо-Мылвинского и Худоельского (в 2008 г.); Западно-Печорокожвинского (в 2009 г.), Южно-Сотчемьюского (в 2010 г.), Восточно-Ламбейшорского и Восточно-Турышевского (2011 г.), Северо-Зеленоборского и Кочмесского (2012 г.) нефтяных месторождений;

2. Прироста запасов УВ сырья по Сигавейскому, Южно-Лиственничному, Изъель-Петровскому – в 2008г., Северо-Югыдскому – в 2009 г., Кабантывисовскому и Западно-Возейшорскому – в 2010 г. и Баяндыскому – в 2011 г., Восточно-Ламбейшорскому и Западно-Печорокожвинскому – в 2012 г. месторождениям.

Резкое увеличение годовой добычи нефти *разведываемых* месторождений со 101 (в 2007 г.) до 1035 тыс. т (в 2011 г.) обусловлено введением в опытно-промышленную эксплуатацию в 2008 г. Баяндыского и в 2010 г. – Южно-Юрьяхинского месторождений (ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»), доля которых в годовой добыче разведываемых месторождений в 2010 г. составила 87.5 %, в 2011 г. – 91.7 %. Незначительное её уменьшение в 2012 г. связано с переводом Южно-Юрьяхинского месторождения в группу разрабатываемых, которое практически компенсировалось вводом в эксплуатацию Восточно-Ламбейшорского месторождения.

Также нами рассмотрено распределение остаточных извлекаемых запасов нефти месторождений Республики Коми по стадиям нефтедобычи в зависимости от степени выработанности.

По стадиям нефтедобычи залежи распределяются следующим образом:

I стадия – становление добычи (выработанность запасов 0–3 % при средней выработанности запасов в категории 0.7 %);

II стадия – растущая добыча (выработанность запасов 4–30 % при средней выработанности запасов в категории 19.5 %);

III стадия – максимальная добыча (выработанность запасов 31–50 % при средней выработанности запасов в категории 42.9 %);

IV стадия – падения добычи (выработанность запасов 51–80 % при средней выработанности запасов по стадии 65.1 %);

V стадия – стабилизация добычи на минимальном уровне (выработанность более 80 % при средней выработанности запасов по стадии 92.1 %).

Общая выработанность начальных извлекаемых запасов нефти составляет 46 %.

Несмотря на то, что каждый год количество месторождений и залежей УВ сырья увеличивается, выработанность извлекаемых запасов неумолимо растет.

Максимальный прирост запасов нефти без учета списания по нефтесодержащим месторождениям был в 2007 году и составил 140.95 млн т по кат. $A+B+C_1$, в том числе за счет увеличения КИН – 133.002 млн т (Усинское месторождение – пермо-карбоновая залежь). В 2008 г. прирост извлекаемых запасов нефти также был на высоком уровне и составил 62.015 млн т. Это связано с тем, что пересчет запасов был проведен по 25 месторождениям, в том числе за счет прироста запасов УВС по результатам геолого-разведочных работ по Нижнечутинскому месторождению, который составил 67.9 % от общего прироста запасов нефти. Минимальный прирост извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ без учета списания был в 2009 г. и составил 10.867 млн т, в последующие годы наблюдается увеличение прироста и в 2011г. он достиг 19.481 млн т. В 2012 г. только за счет пересчета запасов Ярегского и Восточно-Ламбейшорского месторождений прирост извлекаемых запасов нефти кат. $A+B+C_1$ увеличился почти в

2.5 раза по сравнению с предыдущим годом и составил 49.705 млн т.

Несмотря на то, что прирост запасов в последние годы сильно превышал годовую добычу, обеспеченность запасами в Республике Коми невелика, т. к. прирост запасов произошел по категории трудноизвлекаемых запасов.

Литература

1. *Орлов В. П., Немерюк Ю. В.* Государство и минерально-сырьевая база // Геоинформмарк, Москва, 2001 г.

2. Сводные балансы нефти, месторождений Республики Коми. Ухта, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 гг.

Неантиклинальные ловушки в среднедевонско–нижнефранских отложениях Тимано–Печорской провинции

Н. С. Окнова, А. Н. Коханова

Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ФГУП ВНИГРИ), Санкт-Петербург

И. М. Губкин впервые в мире установил новый рукавообразный тип залежей нефти, связанный с речным палеоруслом в майкопских отложениях Нефтяно-Ширванского месторождения, который в Америке стал известен гораздо позже и назван «шнурковыми залежами» (shoe-strings). Открытие И. М. Губкиным подобных залежей нефти раскрыло перед нефтяниками широкие перспективы поисков нефти в новых геологических условиях.

Одной из первых классификаций стратиграфических и литологических ловушек была классификация В. А. Гроссгейма и К. К. Гостинцева [2] . На ее основе была составлена генетическая классификация неантиклинальных ловушек углеводородов [4]. В соответствии с этой классификацией выделяются четыре основных типа неантиклинальных ловушек: 1) литологически ограниченные, 2) литологически экранированные, 3) стратиграфически экранированные и 4) тектонически экранированные.

Каждый из выделенных типов может быть разделен ряд подтипов, в зависимости от фациальных условий образования. Так, литологически ограниченные ловушки могут быть разделены на седиментационные терригенные, карбонатные биогенные и постседиментационные, обязанные своим образованием вторичным процессам. Среди выделенных подтипов различаются ловушки, сформированные в различных фациальных условиях: русловые, дельтовые, прибрежно-морские, глубоководных конусов выноса.

Литологические и стратиграфические экраны могут быть региональными и локальными. При выклинивании на моноклиналях образуются региональные зоны выклинивания, протягивающиеся на сотни километров, перспективные при поисках ловушек нефти и газа. Локальные выклинивания формируются на отдельных структурах, и в этих случаях образуются структурно-литологические и структурно-стратиграфические ловушки. Стратиграфические экраны обязаны своим происхождением в конечном счете литолого-палеогеографическим процессам: размывам, перерывам в осадконакоплении.

Наиболее распространенным типом резервуаров являются тектонически экранированные ловушки. На стадии дивергенции осадочных бассейнов на окраинах континентов возникают многочисленные разломы. Они служат экранами на путях миграции и подводящими каналами для проникновения в более высокие коллекторские толщи. Выявлены месторождения, связанные с надвигами. Эти системы, связанные с надвигами, мало исследованы, но поиски в них залежей нефти и газа перспективны.

Неантиклинальные ловушки формируются, как и сводовые, на окраинах континентов. Согласно В. Е. Хаину и Б. А. Соколову, окраины континентов, современные и древние, являются главными нефтегазоносными зонами Земли. Тимано-Печорская провинция располагалась в среднедевонско-нижнефранское время на пассивной окраине Восточно-Европейской плиты, на окраине Уральского палеоокеана.

Территория **Тиманской НГО** расположена на валообразном поднятии, которое расчленено продольными и поперечными разломами. Основным источником сноса было Тиманское поднятие, с которого поступал мономинеральный кварцевый материал. В пределах Тиманской НГО расположено Ярегское месторождение. Оно приурочено к широкой пологой антиклинальной складке в северо-западной части Ухта-Ижемского вала. Присводовая часть антиклинали осложнена Ярегским, Лыаельским и Вежавожским локальными поднятиями. Нефтяные ловушки Ярегского месторождения — стратиграфически экранирован-

ные. Породы, слагающие их горизонты, представлены кварцевыми песчаниками, нередко пропитанные густой, окисленной нефтью, что придает им черную или коричневую окраску с прослоями таких же светло-коричневых песчаников. Среднедевонские песчаники с несогласием залегают на метаморфических сланцах рифея в виде огромного поля, площадь которого превышает 2000 км^2. Перекрываются рассматриваемые породы терригенными отложениями пашийского горизонта. Продуктивные пласты залегают на глубинах 50–200 м. Коллекторские свойства песчаников очень высокие: пористость 22–27 %. Залежь осложнена многочисленными дизъюнктивными нарушениями, развита на блоки.

К юго-востоку от Ярегского месторождения расположено Западно-Изкосьгоринское месторождение, к северо-западу – Нижне-Чутинское, также со стратиграфически экранированными ловушками, с высокой пористостью до 20 %. На восточной окраине Тиманской НГО залегает Войвожское месторождение с двумя литологически экранированными ловушками, высотой более 75 м.

Палеогеографические и палеодинамические реконструкции территории **Ижма-Печорской НГО** показали, что в среднедевонско-нижнефранское время на территории южной части Тимано-Печорской провинции существовал мелководный морской бассейн с широко развитыми гравитационными донными палеотечениями стокового типа, действовавшими вниз по падению регионального палеосклона, в восточном направлении. При картировании динамических индексов условий осадконакопления, снятых с динамогенетической диаграммы Г. Ф. Рожкова, на территории Тиманской НГО была выявлена сеть донных течений, слабых и сильных, и выделена крупная палеодельта, которая продолжалась в Ижма-Печорскую впадину. Пористость отложений, сформировавшихся в надводной части дельты, характеризуется значительными колебаниями. В месторождениях Верхнеомринском и Нижнеомринском ловушки в среднедевонских отложениях литологически ограниченные в песчаных телах, сформировавшихся в дельтовых условиях и представляющих собой приустьевые бары, пересыпи.

В Западно-Тэбукском месторождении постседиментационные ловушки фаменского возраста. В карбонатных отложениях выделяются каверны, заполненные углеводородами. Скопления углеводородов связаны с пустотами выщелачивания, с порово-каверновыми коллекторами.

Мелководный бассейн сменялся прибрежной равниной. Береговая линия здесь часто перемещалась. В связи с этим, в северо-западной части бассейна наблюдается зона, генетически связанная с литологически экранированными ловушками среднедевонско-нижнефранских отложений.

Печоро-Колвинская НГО одной из ее крупнейших тектонических элементов. Она характеризуется широтой размеров 120–160 км, длина составляет около 700 км. Общая мощность осадочного чехла до 8 км.

Возейское месторождение представляет собой брахиантиклиналь северо-западного простирания, с более пологим западным склоном и крутым флексурообразным восточным склоном, которое приурочено к региональному разлому, ограничивающему Колвинский мегавал. Среднедевонские отложения представлены чередованием кварцевых песчаников, алевролитов и аргиллитов общей мощностью 160–170 м. Глубина залегания кровли залежи – 3200–3350 м. Залежи среднего девона стратиграфически экранированные, покрышкой их является тиманско-саргаевская толща, представленная глинами и мергелями мощностью 20–40 м. В месторождении Возей ловушка — стратиграфически экранированная.

На Инзырейском участке в одноименном месторождении и в Восточно-Сарутаюском месторождении ловушки стратиграфически экранированные. В то же время здесь есть разломы – надвиги, которые образуют тектонически экранированные ловушки.

На юге-востоке Печоро-Колвинской НГО Югыдское месторождение имеют два купола, площадь восточного купола 3469 м^2, эффективная мощность продуктивного горизонта 3.2–18.4 м, глубина залегания залежи 2673–3089 м. Коллекторы старооскольских отложений – песчаники разнозернистые, среднеотсортированные, кварцевые с примесью обломков кремнистых пород. Цемент – кварцевый регенерационный, поровые выделения каолинита, железистого карбоната, кальцита. Ловушка тектонически экранированная, протягивающаяся по Кожвинскому разлому [5]. В этом же районе, выделены неантиклинальные ловушки среднедевонско-турнейских отложений в месторождениях Югид-Соплесском и Вуктыльском месторождениях [1].

В целом в Тимано-Печорской провинции — значительное количество неантиклинальных ловушек, по расчетам [3] около 45%, больше всего таких ловушек в среднедевонско-нижнефранском комплексе. Поиски нефти и газа на структурах составляет только первый этап работ, а второй, более продолжительный и трудный, связан с освоением неантиклинальных резервуаров.

Литература

1. *Антоновская Т. В.* Условия формирования и нефтегазоносность неантиклинальных ловушек

среднедевонско-турнейских отложений юго-востока Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции: Дис. ... к. г.-м. н. Сыктывкар, 2000. 175 с.

2. *Гостинцев К. К., Гроссгейм В. А.* Стратиграфические залежи нефти и газа // Л.: Недра, 1969. 364 с.

3. *Клещев К. А., Шеин В. С.* Нефтяные и газовые месторождения России.// М.: ВНИГНИ, 2010, Т. 1. 832 с.

4. *Окнова Н. С.* Неантиклинальные ловушки и их примеры в нефтегазоносных провинциях // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т. 7. № 1.

5. Сравнительный анализ онтогенеза углеводородов в Печорском и других осадочных бассейнах мира / В. Н. Данилов, Н. А. Малышев, В. А. Скоробогатов и др.// М.: Изд-во Академии горных наук, 1999. 400 с.

Перспективы нефтегазоносности Вуктыльского месторождения в связи с новой моделью залежей

Е. И. Панкратова[1], Б. П. Богданов[2]

[1]Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

[2]Ухтинский государственный технический университет, Ухта

На современной стадии разработки на Вуктыльском месторождении проводится закачка тюменского газа, анализ которой позволяет сделать важные предположения о его геологической модели.

Основным моментом предлагаемой модели является утверждение о том, что основная нижнепермско-каменноугольная газоконденсатная залежь в карбонатах Вуктыльского месторождения не является массивной, а представляет собой пакет из пластовых залежей: нижнеартинской, ассельско-сакмарской, верхнекаменноугольной, московской, башкирской, серпуховской, визейской,–разделенных глинистыми флюидоупорами и имеющими, вероятно, свои ГВК. Аргументы для такой модели появились после анализа результатов закачки и добычи тюменского газа из продуктивных отложений.

Для более глубокого анализа геологического разреза составлена схема корреляции продуктивных отложений каменноугольного возраста. В результате корреляции разрезов, анализа результатов закачки газа можно сказать, что пласты-коллекторы московского, башкирского, серпуховского ярусов разделены флюидоупорами, которыми могут являться указанные пачки глинистых карбонатов. А это, в свою очередь, может указывать на то, что нижнепермско-серпуховские коллекторы Вуктыльского месторождения содержат отдельные пластовые залежи в нижней перми, в московском, в башкирском и в серпуховском ярусах, строение которых требует дополнительного изучения.

В разные периоды эксплуатации месторождения продолжалось и продолжается изучение его геологического строения. С разной степенью достоверности выделяются параавтохтонные блоки месторождения. Это происходит по интерпретации результатов бурения скважин, по анализу результатов работы добывающих скважин, по результатам интерпретации материалов сейсморазведки МОГТ-2D и 3D.

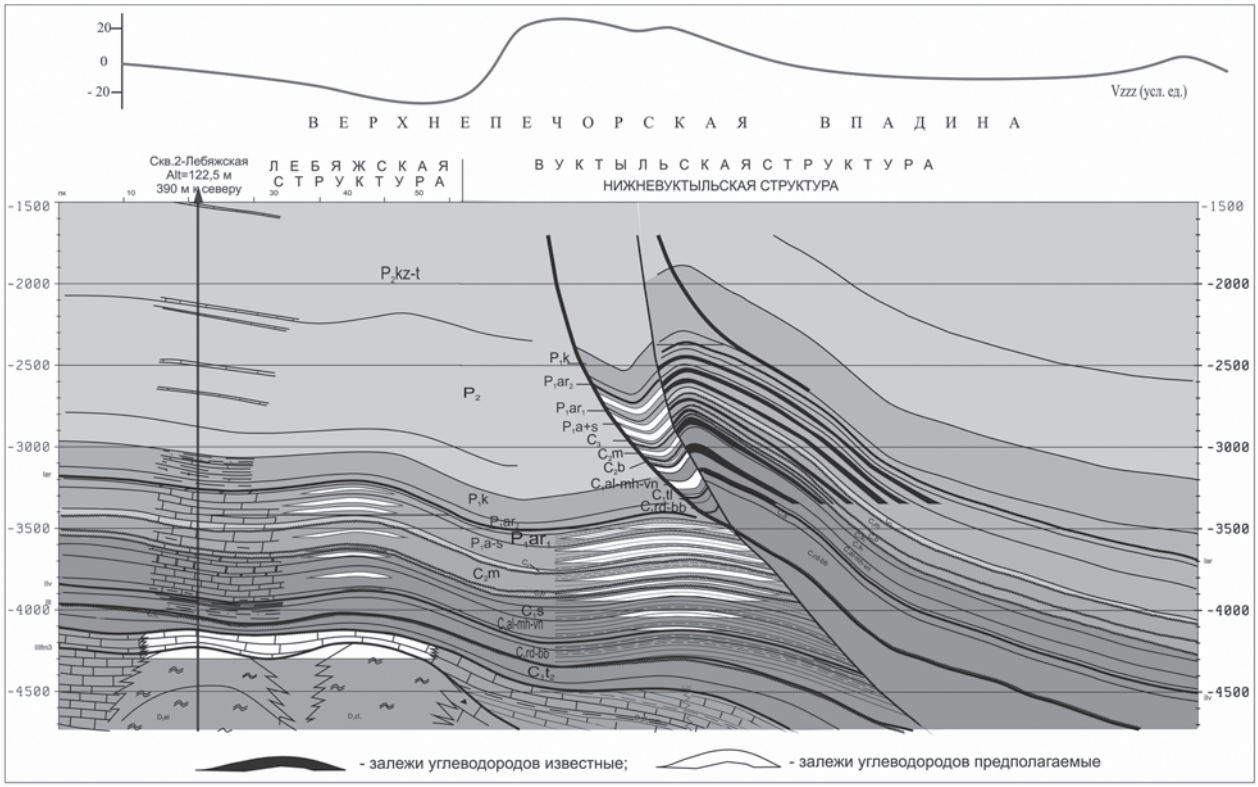
В данном докладе представляются дополнительные аргументы по выделению параавтохтонных блоков, которые возникают при комплексном анализе материалов сейсморазведки МОГТ-3D, гравиразведки, бурения. Рассмотрев временной разрез L160 и его интерпретацию в виде сейсмогеологического разреза (Данилов, Каравай и др., 2003 г.), мы обратили внимание на несоответствие в поведении отложений в параавтохтонном блоке. Отличия заключаются в том, что на временном разрезе отражающие горизонты внутри параавтохтонного блока имеют субгоризонтальные залегание, а на сейсмогеологической интерпретации стоят на «головах». Такое строение блока, осложненного в свою очередь, дополнительным тектоническим нарушением, наблюдается на временных разрезах профилей L140-20, 180-340 к югу и северу от L160. А на некоторых профилях можно увидеть в параавтохтонном блоке антиклинальную складку со своим замком (L80). Таким образом, на сейсмогеологических профилях параавтохтон можно закартировать на профилях от L20 доL340 на протяжении 8 км. Ширина параавтохтона на уровне кровли карбонатов может достигать 800–1000 м.

Известно, что на месторождении выполнены гравиметрические съемки, которые в аномальном поле и его трансформациях отражают поведение кровли карбонатных пород. Мы выполнили комплексный анализ данных сейсморазведки, бурения, промыслово-геофизических материалов, гравиразведки с использованием карты аномалий Vzzz (Снисарь Ф. Н. и другие, 1980 г.). К западу от линии основного взбросо-надвига на-

блюдаются положительные аномалии Vzzz от широты скважины 30-Вуктыл на юге до скважины 45-Вуктыл на севере. Центральная часть таких аномалий как раз соответствует паааавтохтонному блоку, выделяемому по материалам МОГТ-3D. Тем самым можно утверждать, что материалы гравиразведки весьма информативны для картирования параавтохтонных блоков. Анализ поля Vzzz показывает, что наличие параавтохтонных блоков следует ожидать к западу от Нижневуктыльской складки. Суммарная длина параавтохтона может составить 20 км при залегании карбонатов в нем в интервале глубин 2800–3500 м. Геологический смысл картирования строения параавтохтонных блоков очевиден: детализация геологического строения Вуктыльской складки как геологического объекта; оценка запасов и ресурсов карбонатного блока суммарной длиной 20 км и высотой 750 м выше первоначального ГВК; опоискование и доразведкадля последующей добычи УВ. Ранее мы показывали [1], что основное нарушение Вуктыльского месторождения может быть проводящим, а это может указывать на выработку части запасов параавтохтона, степень которой может быть дополнительно определена.

Возможно, главным моментом для переоценки строения и перспектив нефтегазоносностиВуктыльского месторождения являются результаты наших исследований, представленные ниже. По результатам сейсморазведки МОГТ-3D и 2D в 2004 г., проведенной в северной части Вуктыльской структуры, по линиям сейсмогеологических разрезов в автохтонном разрезе пермско-каменноугольных отложений закартированы антиклинальные складки амплитудой до 50–125 м, перспективы нефтегазоносности которых авторы отчета не оценивали, полагая, по-видимому, их незначительность. Действительно, если исходить из массивного строения пермско-визейской залежи Вуктыльского месторождения, то массивная залежь в автохтоне будет иметь высоту до 50–125 м и вряд ли выдержит геолого-экономическую оценку для освоения. Но, если исходить из нашей модели слоистых залежей месторождения, как это показано на рисунке, то получаются совершенно иные геолого-экономические оценки. С определенными допущениями можно трансформировать структурные построения по ОГПvотчета по интерпретации материалов 3D–2D в схематические структурные карты семи пластовых залежей, размеры которых могут составить 22.0×1.0–3.0 км при амплитуде до 125 м. По каждой из прогнозируемых залежей может быть проведена оценка ресурсов. Суммарная оценка ресурсов по пластовым залежам автохтона севера Вуктыльской структуры в нижнеартинских, ассельско-сакмарских, верхнекаменноугольных, московских, башкирских, серпуховских, визейских карбонатных отложениях может составить многие десятки млрд м^3 газа.

Надо сказать, что продуктивность автохтона установлена уже давно: в скважине 14 получен



Геолого-геофизический профиль через Вуктыльское месторождение (модель Е. И. Панкратовой, Б. П. Богданова, использованы материалы «Севернипигаза»)

нефтяной фонтан, в скважинах 20, 31 установлена низкая продуктивность, и эти скопления нефти оценивались как тектонически изолированные, находящиеся в автохтонной части разреза.

Таким образом, совокупность проведенных исследований позволила сделать следующие выводы:

1. Анализ распространения закачиваемого тюменского газа по отложениям и добычи продукции Вуктыльского месторождения, составленные схемы корреляции продуктивных артинско-нижнекаменноугольных отложений позволили предположить иную модель с семью пластовыми залежами, каждая из которых имеет, возможно, собственный ГВК.

2. На севере Вуктыльского месторождения в карбонатных отложениях нижней перми–нижнего карбона установлена автохтонная складка размерами до 22.0×1.0–3.0 км при амплитуде до 125 м, к которой могут быть приурочены семь пластовых залежей с суммарными ресурсами десятки млрд м^3. Из прогнозируемой палеофациальной ситуации можно предположить в автохтоне лучшие фильтрационно-емкостные свойства пластов-коллекторов.

3. Западное крыло Вуктыльской складки и месторождения осложнено прерывистыми параавтохтонными блоками общей протяженностью до 20 км и высотой от 780 до 1000 м, которые могут содержать нефтегазовые ресурсы в количестве десятков млрд. м^3. Тектонические нарушения, ограничивающие аллохтонные блоки, могут быть частично проницаемыми.

Литература

1. *Панкратова Е. И.* Использование закачки «сухого» газа для уточнения строения Вуктыльского месторождения / Е. И. Панкратова // Сборник научных трудов [текст]: материалы научно-технической конференции (16–19 апреля 2013 г.). В 3 ч. / Под ред. Н. Д. Цхадая. Ухта: УГТУ, 2013. С. 34 –39.

Тектонический контроль нефтегазоносности низкопроницаемых пород

В. И. Попков

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Краснодар

Перспективы открытия новых скоплений углеводородов (УВ) во многих нефтегазоносных регионах связаны с освоением глубокопогруженных комплексов пород, подвергшихся значительным катагенетическим преобразованиям. Последнее привело к утрате ими первичных емкостно-фильтрационных свойств. В настоящее время установлено, что внутрипластовая миграция флюидов в низкопроницаемых породах находится в прямой зависимости от степени их новейшей тектонической трещиноватости. Отмечается, что УВ заполняют трещины наиболее поздней генерации, а более ранние выполнены обычно вторичными минералами [1–5]. Это свидетельствует о поступлении УВ в породы тогда, когда они уже имели низкую проницаемость, практически соответствующую современной. В пользу этого говорит и факт водонасыщенности пор матрицы (не нарушенных трещинами блоков пород). Следовательно, залежи УВ в низкопроницаемых породах могли сформироваться лишь путем вертикальной миграции по трещинам и разрывам. Фильтрация флюидов в зонах разломов способствует развитию дополнительных пустот за счет процессов выщелачивания и растворения. Повышенная трещинная и каверновая емкость в таких зонах создает то полезное пространство, которое при благоприятных условиях может служить вместилищем крупных скоплений УВ. Такие залежи характеризуются следующими наиболее общими особенностями:

1) отсутствием строгого структурного контроля;

2) трудностью, а иногда и невозможностью проведения ВНК;

3) как правило, отсутствием законтурных вод и ограничением залежей зонами отсутствия притоков пластовых флюидов;

4) резкими колебаниями дебитов скважин от нулевых до сотен и более кубических метров в сутки. Они не согласуются с низкими значениями пористости и проницаемости пород. Высокие дебиты характерны для скважин, расположенных в непосредственной близости к разрывным нарушениям.

Перечисленные особенности свидетельствуют о том, что строение залежей в низкопроницаемых породах определяется, прежде всего, морфологией зон повышенной тектонической трещиноватости, а плотность запасов УВ в различных частях залежей — полезной емкостью всех вторичных пустот. Ширина зон повышенной тектонической трещиноватости соответствует в целом ширине зоны разлома и в случае выраженности их системой субпараллельных и оперяющих разрывных нарушений может достигать нескольких километров.

УВ, мигрирующие в разрезе низкопроницаемых пород по таким каналам, в случае возможности свободной разгрузки на дневную поверхность либо не образуют залежей, либо приводят к

формированию жильных скоплений тяжелых нефтей и битумов [2, 5]. В случае затрудненной вертикальной разгрузки могут возникнуть два варианта формирования залежей. Если избыточное давление в зоне миграции приводит к гидроразрыву какого-либо пласта, УВ имеют возможность латерального проникновения в этот пласт. При этом образуется залежь с весьма сложной морфологией, сочетающей элементы как пластового, так и жильного залегания УВ. Расстояние проникновения в пласт зависит от соотношения величины давления мигрирующих флюидов и сопротивляемости пласта гидроразрыву. Для пластовой части залежи структурный контроль не обязателен. Если же гидроразрыв пластов не происходит, может возникнуть залежь УВ, приуроченная к приразломной зоне трещиноватости.

Условия, способствующие формированию перечисленных типов залежей УВ, могут существовать в разрезах низкопроницаемых пород, залегающих на любых глубинах. Вдоль флюидопроводящих разломов здесь могут формироваться протяженные зоны нефтегазонакопления, представленные системой описанных выше типов залежей, в большей или меньшей степени разобщенных между собой или же образующих единую залежь с весьма сложным строением. Такие зоны нефтегазонакопления с полным основанием можно назвать жильными, что соответствует как способу их формирования, так и условиям залегания УВ. Глубина насыщения подобных зон будет зависеть от исходной глубины вертикального перетока УВ, их объема и масштаба внутрипластовой разгрузки.

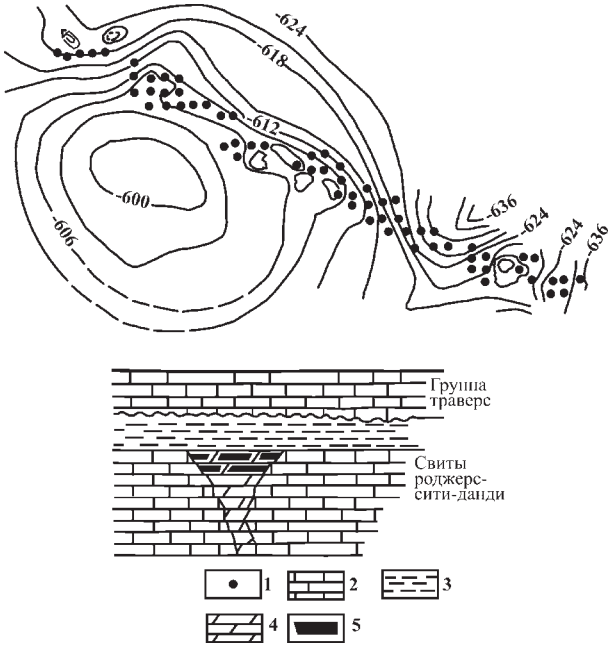


Рис. 1. Структурная карта подошвы группы траверс (девон) и предполагаемый разрез нефтяного месторождения Дип-Ривер (по Лендсу).
1 – нефтяные скважины, 2 – известняки, 3 – глины, 4 – пористые кавернозные доломиты, 5 – нефтяная залежь

Прекрасной иллюстрацией такого типа залежей УВ могут служить жильные месторождения битумов в Турции (Сегерюк, Хэрбол), штате Юта (США), Колумбии, Мексике, Кубе, Канаде и др., а также Садкинское, Каировское, Велиховское и др. месторождения в России. Представляют интерес и такие данные: на острове Барбадос прослежен непосредственный переход асфальтовой жилы в тяжелую нефть. Аналогичные явления отмечены и на острове Тринидат [3, 5].

Не менее наглядным примером являются некоторые месторождения УВ США. Так, трещиноватость послужила косвенной причиной образования месторождения Дип-Ривер в штате Мичиган (рис. 1). Нефть содержится здесь в узком удлиненном теле пористых доломитов, заключенных в слабопроницаемых известняках верхней части формации роджерс-сити (средний девон), перекрытых глинистой толщей, являющейся покрышкой. Предполагают, что эти доломиты образовались в результате воздействия на известняки магнезиальных вод, циркулирующих по зоне трещиноватости в известняках. В непродуктив-

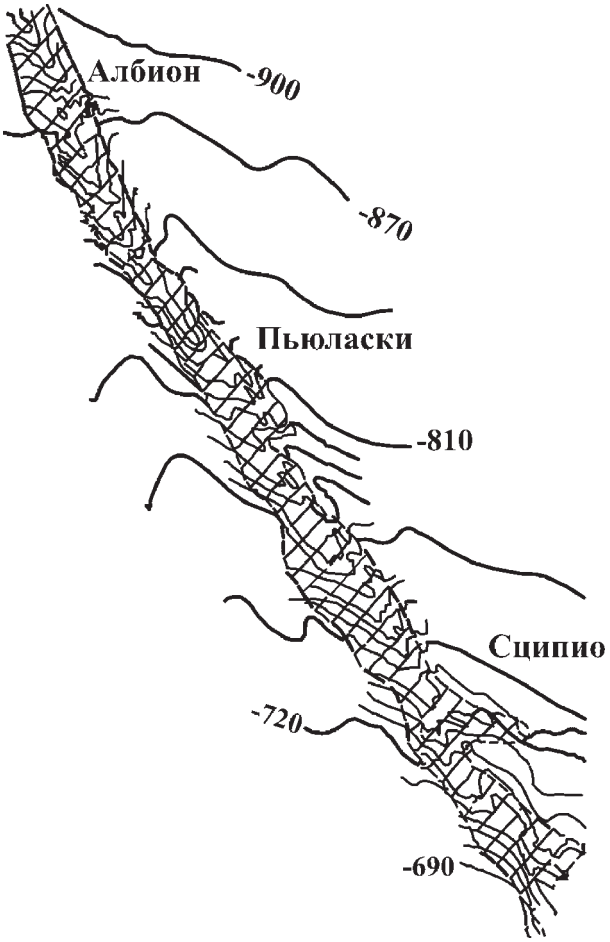


Рис. 2. Структурная карта кровли известняков трентон (ордовик) месторождений Албион, Пьюласки, Сципио (по Верди и др.). Штриховка – площадь продуктивных отложений

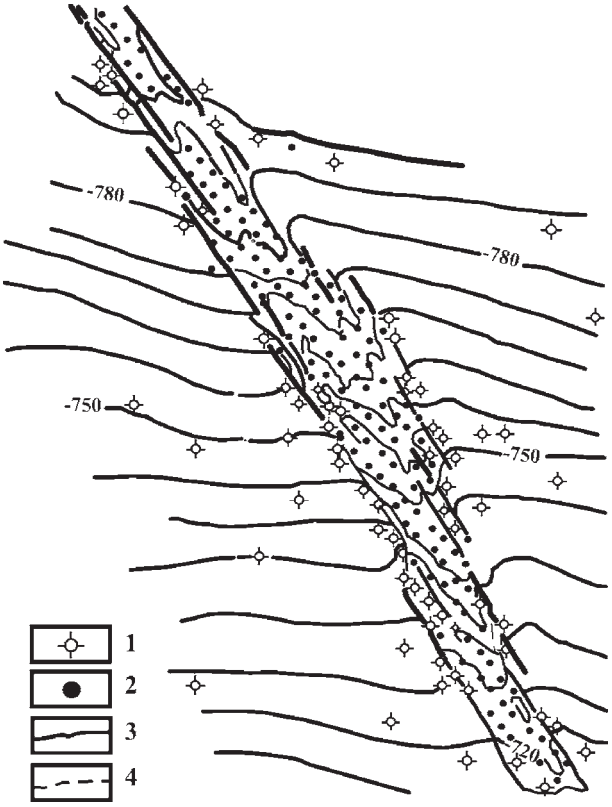


Рис. 3. Структурная карта кровли известняков трентон (ордовик) месторождения Сципио (по Бушу). Скважины: 1 — непродуктивные, 2 – продуктивные; 3 – изогипсы кровли трентон, м; 4 – сбросы.

ных скважинах не было обнаружено не только нефти, но и доломитов (в том числе и в скважинах, пробуренных в своде поднятий).

Группа месторождений Сципио-Пьюласки-Албион образует узкий и прямой пояс залежей общей длиной более 25 миль и шириной в среднем 3500 футов (рис. 2, 3), т.е. в данном случае можно говорить уже не об отдельной залежи, а о зоне нефтегазонакопления жильного типа. Если Сципио чисто нефтяное месторождение, то Албион – газо-нефтяное. Суммарные запасы зоны оцениваются в более 100 млн баррелей нефти и более 200 млрд м^3 газа. Нефть и газ добываются из доломитизированных известняков трентон (ордовик), приуроченных к зоне разлома и имеющих вторичное происхождение. Мощность продуктивных горизонтов 20 м, пористость составляет 5 %, проницаемость 3–4 мД.

Таким образом, залежи нефти и газа во вторичных коллекторах, контролируемые зонами разломов, могут занимать любое положение относительно локальных поднятий. Тем самым теряется поисковое значение последних как ловушек УВ, равно как и ведущая роль структурного (наличие антиклинали) фактора в геометризации залежей. Геологические запасы УВ в таких зонах весьма значительны, а их разведка и разработка, несмотря на сложность строения данных зон, могут вестись с высокой эффективностью.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края (грант 13-05-96507 р_юг_а).

Литература

1. *Паламарь В. П., Попков В. И, Праздников А. В., Рабинович А. А.* Прогнозирование нефтегазоносности и совершенствование методики поисков и разведи скоплений углеводородов в низкопроницаемых породах // Изв. вузов. Геология и разведка. 1985. № 3. С. 107–110.

2. *Паламарь В. П., Попков В. И, Рабинович А. А.* О возможности открытия зон нефтегазонакопления жильного типа // Докл. АН СССР. 1981. Т. 257. № 4. С. 968–970.

3. *Попков В. И.* Нефтегазоносность трещинно-разрывных зон // Материалы III региональной конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону». Ставрополь: СевКавГТУ, 1999. С. 206–207.

4. *Попков В. И.* Дефлюидизация недр и нефтегазоносность глубокопогруженных толщ // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Нефтегазоносные бассейны как саморазвивающиеся нелинейные системы. М.: МГУ, 1999. С. 202–203.

5. *Попков В. И.* Жильные зоны нефтегазонакопления: условия образования, строения, методика поисков и разведки // Генезис нефти и газа. М.: Ин-т проблем нефти и газа РАН, 2004. С. 63–72.

Геологические предпосылки выявления скоплений УВ в фундаменте

В. И. Попков
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Краснодар

Нефтегазоносность магматических и метаморфических пород фундамента доказана в настоящее время во многих нефтегазоносных регионах. В пределах фундамента выявлено около 450 нефтегазовых месторождений и порядка ста из них находится в разработке. Коллекторами в при этом могут выступать участки дробления, кавернозности и трещиноватости пород, площадные и линейные коры выветривания и др. Покрышками обычно служат участки цементации, образовавшиеся в результате гидротермальных процессов, непроницаемые толщи основания осадочного чехла, верхние каолинитовые зоны коры выветривания фундамента и др. Промышленные скопления УВ встречены в породах различного состава. Однако, наиболее перспективны гранитоиды, с которыми связаны крупнейшие открытия последних десятилетий.

Для залежей нефти и газа в гранитоидах установлены специфические особенности строения, обусловленные их генетической связью с проницаемыми зонами земной коры и глубинными источниками энергии и вещества [2, 3, 6, 7 и др.]. Наиболее характерные особенности строения таких залежей: 1) резкая изменчивость коллекторских свойств пород по площади и разрезу; 2) локально-пятнистое (островное) распространение коллекторов на фоне низкопроницаемых толщ; 3) столбообразное строение проницаемых зон и пластово-жильное строение связанных с ними интервалов развития коллекторов в разрезе благоприятных для поро- и кавернообразования пород; 4) гидротермально-метасоматическая природа эпигенетических коллекторов. Первая модель резервуара в гранитном массиве была разработана нами на примере Оймашинского месторождения [4]. При ее обосновании мы много полезного почерпнули из рудной геологии, найдя при этом много общих закономерностей [9]. Не потеряла она свою актуальность и в настоящее время после открытия и введения в разработку достаточно многочисленных скоплений УВ в гранитных массивах в разных странах.

Также характерной особенностью УВ скоплений фундамента является совпадение в плане ареалов развития глубинных физико-химических аномалий (гидродинамических и гидрохимических), резервуаров метасоматического выщелачивания и залежей нефти и газа с локальными зонами повышенной проницаемости земной коры, контролирующими очаги гидротермальной деятельности и глубинного массопереноса [2]. Активность новейших тектонических движений является фактором, в значительной мере определяющим масштабы вертикальной миграции УВ флюидов. Именно новейшая геодинамическая обстановка определяет и тип ловушки, и формирование коллекторов и покрышек, гидрогеологическую, геохимическую обстановки формирования и сохранение залежей УВ.

Чрезвычайно важным представляется вопрос о ёмкостных и фильтрационных свойствах этих пород и факторах, контролирующих их образование. Изучение данной проблемы (на примере месторождения Оймаша) показало, что важнейшими процессами, определяющими формирование коллекторов в гранитоидах, являются следующие [3–5, 8]:

1. Контракционная усадка. Установлено, что при остывании гранитоидного расплава объем его уменьшается на 8–9 %. Какая-то часть общей усадки приходится на уменьшение внешних размеров гранитоидного тела, а остальное – на создание контракционной пустотности внутри него с образованием «зон проседания» во внутренних частях гранитоидных тел. Эти зоны представляют собой горизонты с повышенной пустотностью разной толщины, разделенные горизонтами малопроницаемых массивных пород.

2. Тектонические процессы. Приводят к образованию разрывов, системы трещин, зон катаклаза. Основное пустотное пространство, достигающее величин 5–10 %, связано с зонами повышенной трещиноватости. Особо важное значение имеют разрывы и трещины новейшей генерации.

3. Гидротермальные процессы. Воздействие на породы фундамента гидротерм начинается с момента застывания гранитоидной магмы и может продолжаться значительное время. Агрессивные горячие флюиды циркулируют в породах фундамента, используя трещины и пустоты, созданные тектоникой и контракционной усадкой. Эти процессы содействуют тому, что неизменные граниты с невысокой пористостью, преобразуются в измененные со средней пористостью (5.7–6.0 % месторождение Оймаша).

4. Гипергенные процессы. Проявляются после выхода пород на дневную поверхность, приводят к образованию площадных или линейно-трещинных кор выветривания, обладающих удовлетворительным коллекторским потенциалом.

5. Тектонокессонный эффект. При подъеме гранитов с больших глубин, с области высо-

ких давлений и температур на более высокий гипсометрический уровень и снятии литостатического давления за счет эрозии перекрывающих толщ происходит формирование дополнительных трещин.

В результате воздействия перечисленных выше процессов в гранитах образуются сложные коллекторы, пустотное пространство которых определяется тремя составляющими – трещинами, кавернами и порами. В зависимости от преобладания того или иного компонента коллекторы могут быть трещинными, кавернозно-трещинными, порово-кавернозно-трещинными и т.д. При этом все виды пустот могут быть зияющими или в той или иной степени заполненными вторичными материалами.

Зоны в фундаменте со значительной пустотностью и проницаемостью разделены массивами слабоизмененных непроницаемых или почти не проницаемых пород, что видно из описания керна Оймаши и отмечается по материалам ГИС. Такие массивы могут являться покрышками для залежей УВ в трещиноватых и кавернозных зонах или экранами, препятствующими движению флюидов, причем не только в верхних частях залежей. Кроме того, покрышками и экранами могут быть крупные разрывы в фундаменте, полностью заполненные гидротермальными агрегатами или сопровождающиеся зонами милонитизации. В качестве своеобразной покрышки может служить и зона «закалки» [4], образующаяся в приконтактовой части гранитов с вмещающими породами.

Одной из сложнейших задач является обнаружение в фундаменте зон с повышенной пустотностью. До начала бурения такие зоны у поверхности фундамента могут быть выявлены сейсморазведкой 3Д [1, 3, 4], так как анализ диаграмм скоростей суммирования дает слабую, но фиксируемую информации о внутреннем строении фундамента. После бурения зоны с хорошими ФЕС легко выделяются при изучении керна и материалов ГИС. Среди скважинных методов геофизических исследований наиболее информативными являются вертикальное сейсмическое профилирование, широкополосная акустика, геохимический каротаж, плотностные и нейтронные методы и т.д. Геолого-геофизические материалы дают возможность построить варианты моделей нефтегазоносных объектов в фундаменте, определить очередность ввода в бурение локальных участков.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края (грант 13-05-96507 р_юг_а).

Литература

1. *Левянт В. Б., Шустер В. А.* Выделение в фундаменте зон трещиноватых пород методами сейсморазведки 3D // Геология нефти и газа. 2002. № 2. С. 12–16.

2. *Попков В. И.* Перспективы поисков залежей нефти и газа в породах фундамента Мангышлака // Освоение нефтяного Мангышлака. Грозный, 1981. С. 3–8.

3. *Попков В. И.* Оймашинское нефтяное месторождение и перспективы обнаружения новых скоплений УВ в фундаменте юго-запада Туранской плиты // Нефтегазоносность фундамента осадочных бассейнов. М.: РГУ нефти и газа, 2002. С. 113–201.

4. *Попков В. И., Рабинович А. А., Туров Н. И.* Модель резервуара нефтяной залежи в гранитном массиве // Геология нефти и газа. 1986. № 8. С. 18–23.

5. *Попков В. И., Серебряков А. О.* Нетрадиционные нефтегазоносные объекты. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2009. 235 с.

6. *Порфирьев В. Б.* и др. Геологические критерии перспектив поиска нефти и газа в гетерогенном фундаменте Причерноморско-Крымской нефтегазоносной области // Геологический журнал. 1981. Т.41. № 1. С. 12–19.

7. *Шнип О. А.* Геологические критерии оценки перспектив пород фундамента на нефть и газ // Геология нефти и газа. 2000. № 5. С. 35–38.

8. *Шнип О. А.* Образование коллекторов в фундаменте нефтегазоносных территорий // Геология нефти и газа. 1995. № 6. С. 23–27.

9. *Попков В. И., Соловьев В. А., Соловьева Л. П.* Нафтиды и руды (взаимосвязь состава, свойств, формы и структуры) // Концептуальные проблемы литологических исследований в России. Казань: КФУ. 2011. С. 134–138.

Характер распространения коллекторов в девонских песчаниках южной части Кыртаельско–Печорогородского нефтегазоносного района

Е. В. Попова, А. В. Мартынов
Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Ухта

В пределах Кыртаельско-Печорогородского нефтегазоносного района продуктивными являются песчаники, встречающиеся в среднедевонском и франском интервале разреза. По совокупности геолого-геофизических, литологических и фациальных закономерностей поддоманиковых отложений выделено два типа разрезов.

Первый тип характерен для разрезов Лыжско-Кыртаельского вала. Его особенностью является развитие преимущественно песчаной, генетически единой толщи, стратиграфически объединяющей дзельскую свиту старооскольского надгоризонта среднего девона и нижнюю часть джьерского горизонта верхнего девона. Первый тип разреза установлен на Кыртаельской, Югыдской и Северо-Югыдской площадях, толщины отложений здесь составляют 160–180 м. Коллекторами являются мономинеральные кварцевые песчаники с гранулярной пористостью.

Второй тип разреза характерен для Печорогородской ступени. Толщина дзельской свиты изменяется в более широких пределах (60–120 м), что обусловлено блоковым строением исследуемой территории. Коллекторами являются мономинеральные кварцевые песчаники. В отличие от монотонной толщи, характерной для разрезов первого типа, песчаники здесь относительно расслоены и чередуются с глинисто-алевритовыми разностями.

Освещенность керном отложений дзельско-джьерского возраста довольно высокая. Фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) изучены на 3496 образцах, из них проницаемых 2085 образцов. Отложения представлены чередованием песчаников, алевропесчаников, алевролитов и аргиллитов. Мономинеральные кварцевые песчаники старооскольского надгоризонта обоих типов разреза разнозернистые. В джьерской части разреза преобладают средне- (60–65 %) и мелкозернистые (20–25 %) разности. Доля крупнозернистых разностей невелика – 0.5 %. Содержание пелитовой фракции изменяется от 4.8 до 15 % и составляет в среднем 8.5 %, что несколько выше, чем в среднем девоне. В составе обломочной части преобладает кварц (95–100 %), подчиненное значение имеют обломки кварцитов, кремния и полевых шпатов. Из акцессорных минералов присутствует турмалин, лейкоксен, циркон; из аутигенных – пирит, сидерит. Зерна кварца угловатые, удлиненные, полуокатанные и окатанные, иногда с трещинками, заполненными пузырьками жидкости, газа и чешуйками хлорита. При общем незначительном содержании цемента, в основном развит цемент уплотнения, регенерационный кварцевый, поровый и порово-глинистый хлорит-серицитового состава. Содержание карбонатного цемента, в основном, низкое, изменяется от 0 до 14.3 %, составляя в среднем 0.66 %. Пористость пород-коллекторов в среднедевонском интервале разреза колеблется в пределах 4.6–17.4 %. Преобладают породы с открытой пористостью 10–14 %. Средние значения изменяются от 8.1 до 10.1 %. Во франской части пористость пород-коллекторов несколько ниже и колеблется в пределах 6.0–11.0 %, преобладают породы с открытой пористостью 7–9 %. Средние значения составляют: 7.4–8.5 % [1].

Газопроницаемость проницаемых песчаников изменяется в широких пределах от 0,3 до 816Ч10^{-15}м^2, карбонатность – от 0.2 до 10.4 % (среднее – 1.9 %). Остаточная водонасыщенность составляет 3.3–36.1 %.

Анализ полученных данных показывает, что в кровле среднего девона по данным керна преобладают средне- и, в меньшей степени, высокоемкие коллекторы. Наиболее высокими ФЕС обладают пласты-коллекторы на Кыртаельском и Югыдском месторождениях (первый тип разреза). Максимальные значения пористости в них достигает 11.1 и 17.8 %, проницаемости – 626 и 733Ч10^{-15}м^2. Сравнительная характеристика коллекторских свойств для разных типов разрезов приведена на рис. 1.

Для сравнительного анализа коллекторских возможностей изучаемой толщи на рассматриваемых площадях были рассчитаны параметры, характеризующие степень неоднородности отложений и ФЕС (коэффициент песчанистости, расчлененности, средние значения эффективной толщины, пористости, комплексного параметра – $K_п xh_{эф}$ и др.), которые подтверждают сделанный выше вывод. Пример распределения некоторых параметров приведен на рис. 2. Для коллекторов первого типа характерны самые высокие коэффициенты песчанистости (0.5–0.7), эффективные толщины (среднее значение 71.5 м) и самые высокие значения комплексного параметра $K_п xh_{эф}$ (среднее значение – 657).

Таким образом, песчаная толща в обоих типах разреза, в целом, характеризуется хороши-

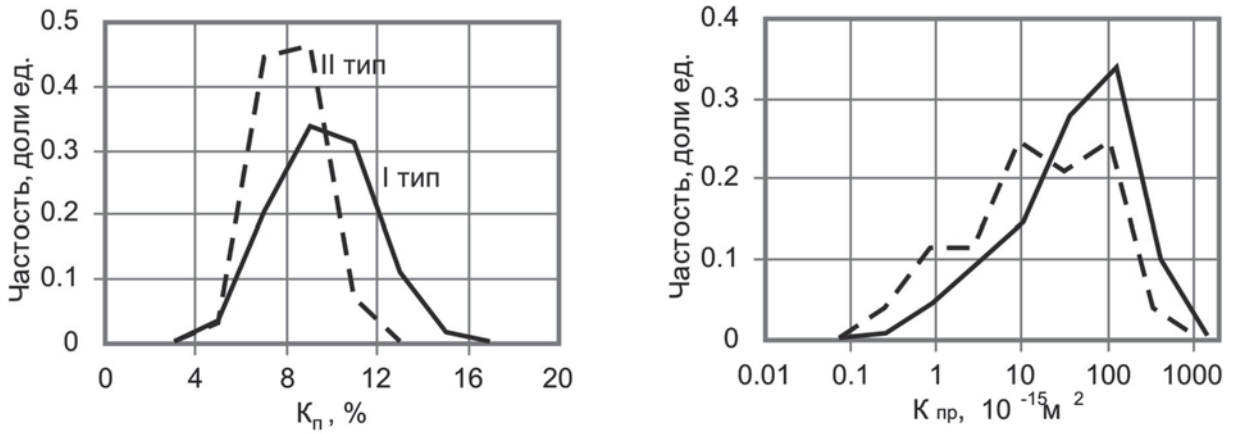
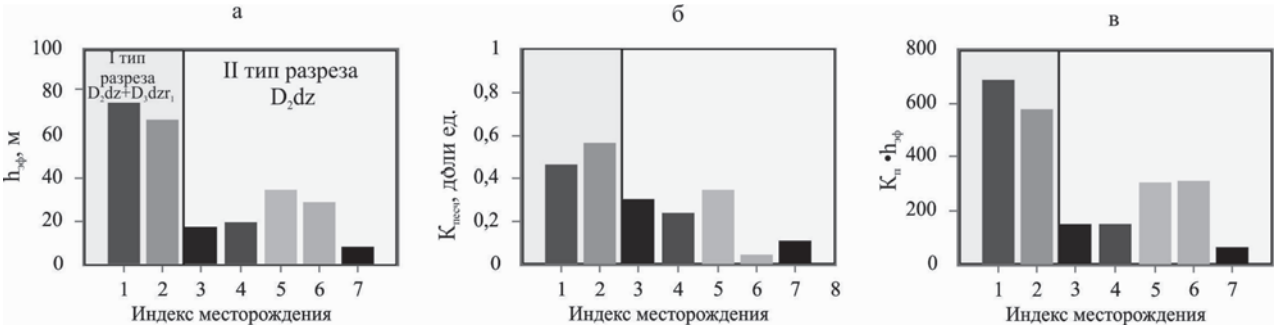


Рис. 1. Распределение пористости и проницаемости для коллекторов различных типов старооскольско-джьерской части разреза



1 — Кыртаельское; 2 — Северо-Югыдское; 3 — Печоро-кожвинское; 4 — Печорогородское; 5 — Западно-Печорогородское; 6 — Западно-Печоро-кожвинское; 7 — Припечорская

Рис. 2. Распределение $h_{эф}$, $К_{песч}$, $УК_п \cdot h_{эфд}$ для различных типов старооскольско-джьерской части разреза

ми и высокими фильтрационно-емкостными показателями. Но в разрезах второго типа породы характеризуются более низкими коэффициентами песчанистости, меньшими значениями эффективных толщин, повышенной расчлененностью и др., оставляя приоритет за одновозрастными толщами в разрезах первого типа Кыртаельско-Печорогородского нефтегазоносного района.

Тиманско-саргаевские отложения, являющиеся региональным флюидоупором, представлены переслаиванием алевролитов, песчаников, аргиллитов, известняков. Особенностью разреза изучаемой территории является его опесчаненность, что проявляется в присутствии песчаных линз не только на тиманском уровне, но даже в исконно глинисто-карбонатном саргаевском горизонте. Керном разрез изучен слабо (представительных определений 58). Основная масса песчаных пород – это тонко-мелкозернистые кварцевые и олигомиктовые песчаники и алевропесчаники с размером зерен от 0.04 до 0.3 мм. В обломочном материале, помимо кварца (65–93 %), присутствуют полевые шпаты (до 15 %), микрокварциты, чешуйки слюды, турмалин, хлорит, аутигенный карбонат, циркон. Цементация происходит преимущественно за счет уплотнения и взаимного срастания кварцевых зерен. Встречается карбонатный (базально-порового типа) и глинистый (порово-пленочного типа) цементы. В цементе наблюдаются примазки битума. Коллекторы обладают низкими ФЕС. Пористость изменяется от 5.9 до 9.6 %, проницаемость – от 0.1 до 6.6Ч10^{-15} м^2, остаточная водонасыщенность – от 32.8 до 97.1 % .

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что развитие коллекторов в поддомаников ом интервале разреза подчинено определенной зональности, которая в целом согласуется с тектонической. Сравнительный анализ самих коллекторов показал, что они обладают разными свойствами.

Для зоны первого типа разреза высокосреднеемкие коллекторы установлены в пределах Лыжско-Кыртаельского вала. К ним относятся дзельско-джьерские песчаники среднего и верхнего девона.

Второй тип разреза, охватывающий Печорогородскую ступень, характеризуется развитием преимущественно среднеемких коллекторов в отложениях дзельской свиты среднего девона.

Коллекторы в нижней части джьерского горизонта характеризуются хорошими и высокими фильтрационно-емкостными показателями, но отличаются от своих одновозрастных аналогов в разрезах Лыжско-Кыртаельского вала пониженными коэффициентами песчанистости, меньшими значениями эффективных толщин, повышенной расчлененностью и др.

В отдельную зону следует отнести тектонический блок в районе скв. 1-Припечорская, в разрезе которой коллекторы установлены только в дзельских отложениях, джьерские образования представлены плотными породами.

Тиманские коллекторы, хотя они и содержат флюиды, относят к низкоемким. Скорее всего, это не совсем заслуженно, так как эта часть разреза исторически слабо охарактеризована керном и, возможно, недоизучена.

Литература

1. *Мартынов А. В., Вишератина Н. П., Попова Е. В.* Емкостной потенциал девонских песчаников южной части Кыртаельско-Печорогородского нефтегазоносного района // Доклады международного семинара «Рассохинские чтения» (8–9 февраля 2013 г.). Ухта: УГТУ, 2013. С. 64–70.

Новые данные о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности рифогенных отложений верхнего девона Денисовского прогиба

В. Д. Порошин, А. Д. Саетгараев, А. П. Носов, А. А. Савельева, Н. И. Борщевская
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПечорНИПИнефть», Ухта

На момент приобретения в 2005 году на Денисовском лицензионном участке числилось 23 структуры, извлекаемые ресурсы категорий $С_3$ и $Д_1$ которых составляли 37 % от суммарных ресурсов подготовленных и выявленных структур на территории деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Коми».

По нефтегазогеологическому районированию лицензионный участок относится к Лайско-Лодминскому нефтегазоносному району Печоро-Колвинской нефтегазоносной области, в тектоническом отношении – к Денисовскому прогибу Печоро-Колвинского авлакогена.

Основные перспективы нефтегазоносности лицензионного участка Денисовской впадины ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», связываются с карбонатными рифогенными отложениями доманиково-турнейского нефтегазоносного комплекса. В пределах участка установлены зоны развития рифогенных построек франского и фаменского возраста (см. рисунок).

Форсированное проведение геологоразведочных работ в пределах лицензионного участка Денисовской впадины позволило в 2005 году подготовить к глубокому бурению крупный объект – Баяндыскую+Среднебаяндыскую структуру с ресурсами нефти категории $С_3$ 10.1 млн т., перспективной площадью 40 км^2. Структура подготовлена ОАО «Севергеофизика» по результатам проведения переобработки и интерпретации 2270 пог. км сейсмопрофилей МОГТ 2D, отработанных в 1985–1996 годах в центральной части Денисовской впадины.

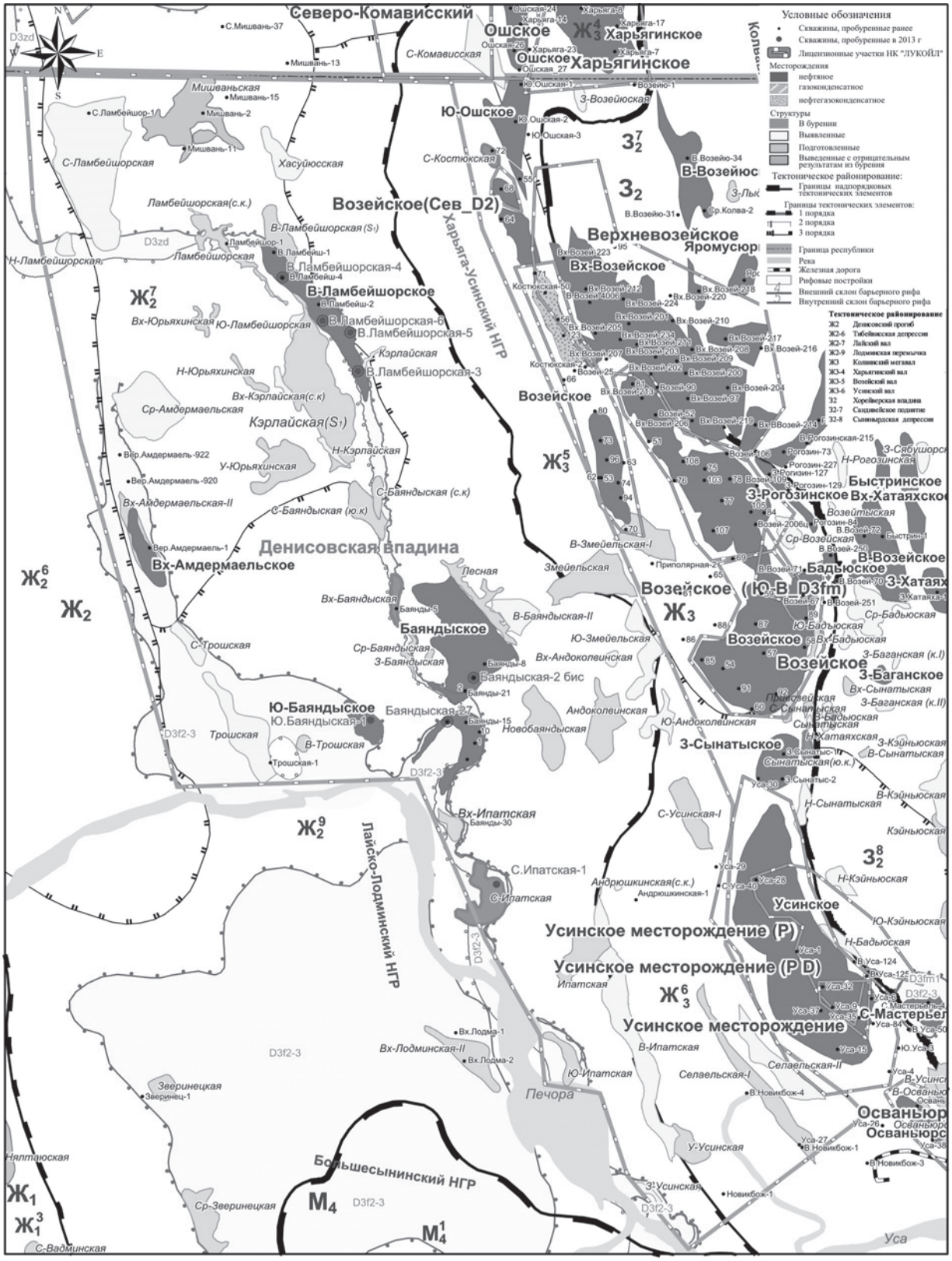
В настоящее время ООО «ЛУКОЙ-Коми» в пределах участка выполнен большой объём сейсморазведочных работ МОГТ 2D (6025 пог. км) и 3D (2150 км^2).

Таким образом, перспективы лицензионного участка Денисовская впадина после интенсивного проведения сейсморазведочных работ 2D и 3D увеличились, что позволило повысить изученность, наметить ряд перспективных объектов, выявить новые и подготовить к глубокому бурению ранее выявленные объекты. На сегодня выявлено 12 и подготовлена 21 структура. С момента приобретения ресурсы нефти Денисовского лицензионного участка увеличились в 4 раза.

В результате проведенных сейсмических исследований прослежен единый тренд развития франско-фаменских рифогенных отложений, объединяющий группу Ипатских структур на юге, Баяндыских — в центральной части и Ламбейшорских — на севере участка.

Отражающий горизонт IIIzd на мелководном шельфе сопоставляется с кровлей рифогенных задонских отложений нижнего фамена, а в относительно глубоководной области – с подошвой толщи заполнения. На временном разрезе рисунок волны на мелководном шельфе и в склоновой части часто сложный и неоднозначный, проявляются характерные многообразные признаки рифов, среди которых наиболее часто отмечаются холмовидные аномалии, участки снижения коррелируемости волны и т. д.

В современном структурном плане в области развития органогенных построек франско-фаменского возраста выделяются Южно-Ипатская, Северо-Ипатская, Верхнеипатская, Баяндыская, Западно-Баяндыская, Среднебаяндыс-



Обзорная карта Денисовского лицензионного участка

кая, Верхнебаяндыская, Северо-Баяндыская, Восточно-Ламбейшорская и Ламбейшорская структуры.

Наиболее высокие отметки залегания горизонта IIIzd приурочены к Восточно-Ламбейшорской структуре, расположенной на севере лицензионного участка, где в её пределах ОГ поднимается до уровня –3620 ... –3480 м, а в центральной части лицензионного участка погружается до отметок –3700 ... –3800 м.

При формировании современного структурного плана горизонта IIIzd значительную роль играла палеогеографическая зональность, сложившаяся к концу доманикового времени – относительно глубоководная впадина (с некомпенсированным осадконакоплением в пределах участка), в которой происходило накопление глубоководных доманикоидных отложений, представленных битуминозными глинисто-кремнисто-карбонатными образованиями. На протяжении позднефранского и раннезадонского веков в периоды относительно стабильного положения уровня моря (в ветласянское, евлановское и раннезадонское время) сформировались толщи заполнения, которые постепенно компенсировали сформировавшуюся прежде впадину.

В периоды подъема уровня моря на терассах толщ заполнения обращенных в глубоководную впадину формировались цепочки органогенных построек, объединяемых в рифогенные зоны. Пример подобной постройки установлен в пределах Баяндыской структуры.

В пределах Северо-Ипатской структуры выделены органогенные постройки задонского возраста, маркирующие бровку франской евланоливенской толщи заполнения. На Верхнебаяндыской структуре прослежены задонские органогенные постройки, развитые на бровке ливенско-волгоградской толщи заполнения.

Южнее лицензионного участка, на Южно-Зверинецкой и Лекьюской структурах получены притоки нефти из надрифовых нижнефаменских отложений, что повышает перспективы нефтегазоносности Лайско-Лодминского НГР.

Проведённые сейсмические исследования и, последовавшее за ними поисково-разведочное бурение, позволили открыть залежи нефти в рифогенных отложениях задонского возраста нижнефаменского подъяруса верхнего девона на Баяндыском, Южно-Баяндыском и Восточно-Ламбейшорском месторождениях, что подтверждает высокую перспективность нефтегазоносности объектов в структурно-рифогенных ловушках.

В институте геологии УрО РАН были проведены работы по реконструкции формирования углеводородной системы и образования залежей углеводородов на примере Баяндыского месторождения, на основании аналитических исследований керна и нефтей.

Определен генетический тип нефтяных флюидов. Установлено проявление двух генетических типов битумов – силурийского и доманикового. Предложена модель формирования залежей углеводородов на открытых месторождениях в верхнедевонских отложениях на основании модели погружения и стадиальной эволюции преобразования ОВ.

Перспективы нефтегазоносности Денисовского прогиба связываются не только с D_3dm-C_1t НГК, но и с P-C, и O-D_1. Планируется выход с бурением на подготовленную по силурийским карбонатным отложениям Кэрлайскую структуру с ресурсами 20 млн т. Также ожидается поисковое бурение на подготовленной Лесной структуре с ресурсами 8 млн т по P-C карбонатным отложениям.

Большое внимание НК «ЛУКОЙЛ» уделяет геологоразведочным работам как источнику восполнения сырьевой базы. Эффективность их во многом будет зависеть от внедрения прогрессивных методов разведки.

В программе ГРР на 2014–2016 гг. поставлена задача покрыть весь лицензионный участок Денисовской впадины сейсморазведочными работами 3Д, выполняя затем их совместную обработку и интерпретацию, путем «слияния» кубов, для уточнения геолого-тектонического строения и создания инновационной инфраструктуры в целях увеличения прироста и добычи промышленных запасов УВ.

Фонд подготовленных к бурению объектов и достоверность их ресурсных оценок в СЗФО

О. М. Прищепа[1], А. А. Отмас[1], А. В. Куранов[2]
[1]ФГУП «ВНИГРИ», Санкт-Петербург
[2]ООО «ТП НИЦ», Ухта

Перспективные территории Северо-Западного ФО охватывают нефтегазоносные земли 3 субъектов РФ и относятся к Тимано-Печорской НГП (Республика Коми, Ненецкий автономный округ) и Балтийской НО (Калининградская область).

Суммарный объем нефтегазового потенциала Северо-Западного ФО составляет 9262.3 млн т. усл. УВ. Преобладают нефть – 61.3 % и свободный газ – 31.9 %. Разведанность НСР нефти достигла 36.2 %, выработанность начальных разведанных запасов (НРЗ) – 35.1 %.

Подготовленные к бурению локальные объекты являются первоочередным резервом воспроизводства запасов углеводородного сырья при освоении недр. На них сосредоточена подавляющая часть объемов глубокого бурения на нефть и газ. От качества подготовки этих объектов и достоверности их ресурсной оценки зависит эффективность как самих геологоразведочных работ, так и дальнейшей разработки новых месторождений.

Во ВНИГРИ уже многие годы проводится анализ состояния локального фонда подготовленных и выявленных объектов СЗФО: по территории Ненецкого АО и Калининградской области – силами ВНИГРИ, по территории Республики Коми – силами ТП НИЦ.

Балансом запасов РФ *по Ненецкому АО* на 01.01.2013 г. перспективные ресурсы нефти по категории C_3 учтены по 84 объектам (всего 562,2 млн.т), в том числе по распределенному фонду 31 объект с суммарными извлекаемыми ресурсами 227.3 млн т, по нераспределенному фонду – 53 объекта (334.9 млн т).

В нераспределенном фонде недр Ненецкого АО извлекаемые перспективные ресурсы нефти на подготовленных объектах варьируют от 0.170–0.280 до 31.8 — 40.3 млн т. Средние извлекаемые перспективные ресурсы нефти категории C_3 1 объекта нераспределенного фонда недр Ненецкого АО составляют 6.6 млн т.

Перспективные ресурсы свободного газа в госбалансе РФ по Ненецкому АО учтены лишь по 2 объектам (Приозерная и Ходоварихинская структуры).

По Республике Коми в фонде подготовленных к глубокому бурению структур на 01.01.2013 г. учтено 145 объектов, из них 144 объекта с суммарными извлекаемыми ресурсами УВ категорий C_3+D_1 423.5 млн т у. т (в том числе нефти 318.7 млн т, свободного газа 78.6 млрд м^3). Ресурсы нефти подготовленных структур категории C_3 составили 300.9 млн т, свободного газа 42.7 млрд м^3.

Из 145 подготовленных объектов на лицензионных участках находится 99 структур (1 объект не оценен) с суммарными извлекаемыми ресурсами УВ категорий C_3+D_1 305.7 млн т. у. т, в т. ч. 246.8 млн т нефти, 37.9 млрд м^3 свободного газа.

В нераспределенном фонде находятся 46 объектов с суммарными извлекаемыми ресурсами УВ категорий C_3+D_1 117.9 млн т. у. т, в т. ч. 71.9 млн т нефти, 40.6 млрд м^3 свободного газа. Ресурсы категории C_3 варьируют от 0.14–0.35 млн т до 4.95–6.25 млн т. Средние извлекаемые перспективные ресурсы нефти категории C_3 одного объекта нераспределенного фонда недр Республики Коми составляют 1.2 млн т.

В нераспределенном фонде ресурсы свободного газа составляют 21.4 млрд м^3 (10 структур) изменяются от 0.312 млрд м^3 до 10.1 млрд м^3. Средние перспективные ресурсы свободного газа категории C_3 одного объекта нераспределенного фонда недр Республики Коми составляют 2.1 млрд м^3.

В 2012 году к глубокому бурению подготовлено 5 структур и переподготовлено 2 структуры с суммарными ресурсами УВ категории C_3 19.8 млн т.

Необходимо подчеркнуть, что подготовленные к бурению структуры с ресурсами более 5 млн т. у. т единичны, абсолютное большинство структур имеет ресурсы менее 1 млн т у. т.

В Балтийской НО (Калининградская область) балансом запасов РФ учтено 24 подготовленных к бурению структуры с суммарными перспективными извлекаемыми ресурсами нефти 2,6 млн.т по категории C_3. Из них в нераспределенном фонде – 12 структур (0.9 млн т).

В нераспределенном фонде недр извлекаемые ресурсы варьируют от 0.01–0.02 млн т до 0.15–0.17 млн т. Средние перспективные ресурсы 1 объекта по нераспределенному фонду составляют 0.07 млн т. Очевидно, что к основным проблемам нефтепоискового бурения в регионе относятся практически полное отсутствие резервного фонда структур, низкая достоверность картирования объектов (при крайне малых размерах

поднятий и амплитуде, сопоставимой с точностью сейсмопостроений) и низкая эффективность подготовки запасов.

Существуют различные показатели оценки качества и достоверности сейсморазведочных работ. Одним из таких показателей является коэффициент успешности (удачи) бурения – отношение числа открытий к числу всех опоискованных объектов.

Еще один показатель – коэффициент подтверждаемости запасов характеризует уже точность структурных построений и принятых подсчетных параметров при оценке локализованных ресурсов. К пдт. – это отношение последней оценки начальных запасов залежей открытых месторождений (суммы накопленной добычи и текущих запасов всех категорий $АВС_1+С_2$) к оценке их на дату ввода структур (объектов) в глубокое бурение. При коэффициенте подтверждаемости, равном единице, оценка истинна, при превышающем единицу – занижена, при меньшем единицы – завышена.

Наконец, достоверность оценки перспективных запасов или локализованных ресурсов (Кдст) зависит не только от правильности определения подсчетных параметров, но и от результативности опоискования всех ловушек. Она определяется коэффициентом достоверности, равным отношению последней оценки начальных запасов открытых месторождений к оценке перспективных запасов или локализованных ресурсов всех разбуренных структур.

Результаты анализа вышеуказанных коэффициентов показывают, что все они далеки от единицы. Это свидетельствует о необходимости их обязательного учета и внесения корректировок в оценку локализованных ресурсов при выполнении ресурсных оценок. Это же необходимо учитывать при планировании геологоразведочных работ и воспроизводства запасов.

При сопоставлении оценок ВНИГРИ с данными Госбаланса по подготовленным объектам Ненецкого АО, мы наблюдаем, что по отдельным объектам разница в оценках может достигать 2–3 раз и более. А в целом суммарные ресурсы наиболее крупных объектов Госбаланса (учтены объекты с ресурсами по Госбалансу РФ более 3 млн.т), по мнению ВНИГРИ, завышены почти в 2 раза.

Как вывод: сложившаяся в последние десятилетия практика постановки на баланс перспективных на нефть и газ объектов без соответствующей экспертизы обусловила крайнюю степень ненадежности оценки ресурсов кат. $С_3$, что искажает состояние ресурсной базы УВ страны. Этот тезис приводится в отчете 2013 года ФГУП «ВНИГНИ» при мониторинге перспективных ресурсов на подготовленных к бурению объектах. Подобные предложения уже несколько лет высказывает и ФГУП «ВНИГРИ».

Дальнейшие направлений для наращивания запасов и перспективных ресурсов нефти и газа видятся, в первую очередь:

По подготовленным объектам:

— для повышения достоверности оценки ресурсов $С_3$ – создание централизованной комиссии по приемке и постановке на баланс перспективных на нефть и газ объектов.

— для наращивания запасов – подготовка участков для лицензирования и проведения ГРР за счет недропользователя по наиболее крупным объектам (с учетом существования различных оценок).

По выявленным объектам:

— Использование результатов количественной оценки НСР УВС для выбора направлений (карты плотностей и др.) с целью оконтуривания новых объектов и локализации ресурсов категории D;

— Подготовка участков для детализации выявленных структур (как за счет недропользователя, так и за счет государства на наиболее перспективных территориях концентрации крупных и средних структур).

По выведенным из бурения объектам:

— Поиск пропущенных и невскрытых бурением залежей для дальнейшего их изучения и опоискования.

Углеводородный потенциал пермских терригенных отложений севера Предуральского краевого прогиба

О. С. Процько, О. В. Валяева
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Пермские терригенные отложения на территории севера Предуральского краевого прогиба включают многокомпонентное органическое вещество (ОВ), обладающее различными генерационными возможностями. Установленная ранее катагенетическая зональность пермских отложений кунгурского возраста изменяется от градаций $ПК_3$ до $АК_2$ [1]. Осадочные образования кунгурского возраста в пределах изучаемого района представлены прибрежно-морскими и континентальными отложениями. Для этого периода, по данным проведенных ранее исследований [2], выделяется несколько литолого-фациальных зон (рисунок, таблица).

Углепетрографические, пиролитические и химико-битуминологические исследования показали изменения содержаний органических компонентов витринита от 10 до 97 %, инертинита от 1 до 95 %, липтинита от < 1 до 50 %, водородного индекса от 35 до 400 кг УВ/т ОВ [1, 3, 4, 5, 6]. В толщах перми выявлено ОВ IV, III, III-II, IV-III-II типов. К четвертому (IV) типу относится ОВ с высоким содержанием инертинита (более 40%) и невысоким водородным индексом (HI менее 50 кг УВ/т ОВ), к III (витринитовому типу) относится ОВ, в компонентном составе которого преобладает витринит и HI от 100 до 300 кг УВ/т ОВ, ко II типу относятся компоненты группы липтинита (остатки водорослей, кутикулы, смол, спор и пыльцы) и HI 300 – 600 и более кг УВ/т ОВ.

Результаты компонентного состава ОВ были сопоставлены с данными пиролитических исследований, распространением литолого-фациальных и катагенетических зон на исследуемой территории. При анализе полученных данных большое внимание было уделено компонентам группы липтинита (II тип), их содержанию и распространению по площади.

В целом, для пород кунгурского возраста отмечается преобладание ОВ IV, III типов со значениями водородного индекса d" 150 кг УВ/т ОВ. Однако на рассматриваемой территории выделяются две области повышенных содержаний компонентов II типа – западная и восточная (рисунок). Первая западная зона развития лагунных и мелководно-морских отложений расположена в прилегающей с запада от прогиба платформенной части (Варандей-Адзьвинская структурная зона, Хорейверская впадина). Для нее характерна высокая зольность прослоев углей (более 35 %) и преобладание инертинитовых компонентов в составе ОВ. Здесь же, по данным В. А. Песецкой и А. В. Жуковой [4], в алевролитах Хосолтинской площади встречено до 43 % компонентов коллоальгинита. В этой области, высокий УВ потенциал, характерный для водорослевых компонентов, значительно снижается за счет повышенных содержаний инертинита, таким образом, HI в среднем составляет < 250 кг УВ / т ОВ.

Во второй области, расположенной на северо-востоке Косью-Роговской и юго-востоке Коротаихинской впадины, распространено липтинитовое ОВ преимущественно наземного происхождения – остатки спор, пыльцы, кутикулы, смолы и водоросли озерного генезиса. Последние нередко формируют угли и отмечены во многих пластах значительной части разреза угленосной толщи, охватывающей верхи воркутской серии.

Характеристика состава органического вещества в различных фациальных обстановках

Зоны [2]	Фации и обстановки осадконакопления	А, %	Состав ОВ, %				
			Vt	It	Lt		Sm
					Sb, Sp, K	Al	
I	Сильно опресненные лагунные и лагунно-дельтовые фации — мористо-лагунные отложения с морской и солоновато-водной фауной и конкрециями смешанного состава	20	80	20	–	–	–
II	Лагунно-баровый осадочный комплекс с неустойчивой соленостью вод и локальными участками болотного угленакопления	13–33	15–97	1–70	0.1–40	6–10	–
III	Отложения лагунно-барового генезиса с морской фауной и резким сокращением угленосности	22–27	10–95	5–85	1–50	0.1–1	1–20
IV	Отложения прибрежного морского м елководья в виде заливов и слабоопресненных лагун	14–55	5–65	3–95	2–15	40–43*	37*

Примечание: А – зольность, Vt – витринит, It – инертинит, Lt – липтинит, Sb – суберинит, Sp – споринит, K – кутинит, Al – альгинит, Sm – сорбомикстинит; * – по данным В. А. Песецкой и А. В. Жуковой [4].

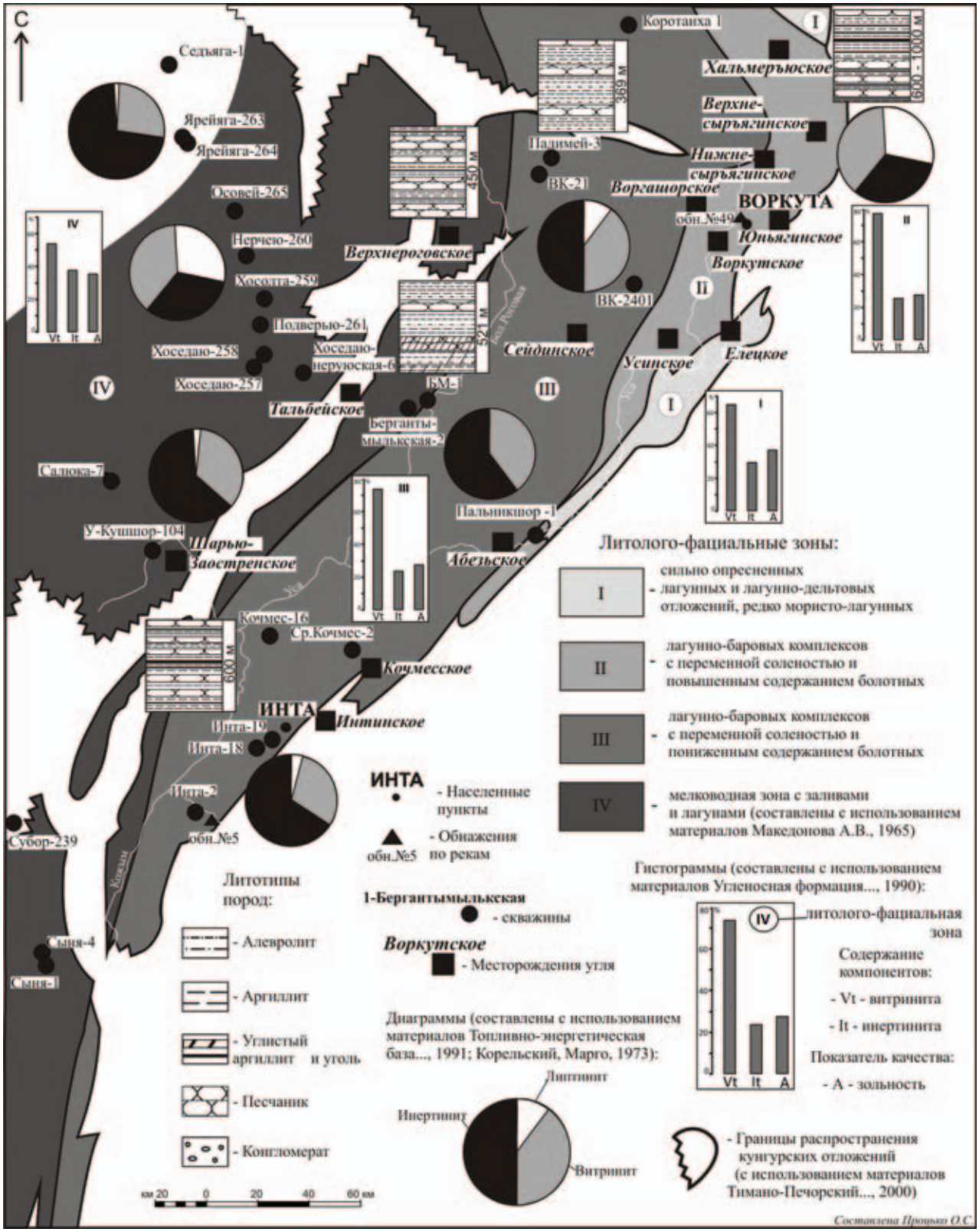


Схема литолого-фациальных зон кунгурского времени и характеристики состава ОВ (составлена с использованием опубликованных материалов [2–5, 7])

Зоны распространения сапропелево-гумусовых углей встречены на Воргашорском, Усинском, Воркутском месторождениях. В сапропелево-гумусовых углях и озерных аргиллитах на Воргашорском месторождении обнаружены остатки водорослей Pila в концентрациях до 10 % и обо-

лочки спор – от 5 до 40 % [5]. Есть сведения о наличии их на Сейдинском и Интинском месторождениях [6]. В породах рассматриваемой области величина HI меняется от 200 до 400 кг УВ/т ОВ.

В отличие от вышеописанной области, расположенной на западе, здесь породы претерпели

значительные катагенетические изменения до градаций $МК_3$ – $АК_2$. Такие изменения привели к частичной реализации УВ потенциала кунгурских отложений. Однако, за счет широкого распространения сапропелевых озер в этот период и большого количества водорослевых компонентов, УВ потенциал остался на высоком уровне, по сравнению с основной частью территории.

Проведенный комплексный анализ пермских терригенных отложений кунгурского яруса позволил выделить на исследуемой территории зоны развития нефтегазоматеринских пород, обладающих очень низким, низким и средним остаточным УВ потенциалом.

Работа выполнена при поддержке программ фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 12-5-6-012-АРКТИКА).

Литература

1. Органическая геохимия и нефтегазоносность пермских отложений севера Предуральского прогиба. СПб.: Наука, 2004. 214 с.

2. *Македонов А. В.* История угленакопления в Печорском бассейне. Л.: Наука, 1965. 250 с.

3. Угленосная формация Печорского бассейна / Отв. ред. В. А. Дедеев Л.: Наука, 1990. 176 с.

4. Топливно-энергетическая база Европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1991. 304 с.

5. *Корельский В. П., Марго Л. Н.* Палеогеография распространения и некоторые особенности образования сапропелево–гумусовых углей в Воркутском районе // Проблемы геологии и географии Северо-Востока европейской части СССР. Сыктывкар, 1973. С. 4–9. (Известия Коми фил. ГО СССР. Вып. 16).

6. *Шуреков Н. А.* О гидрологической и гидрогеологической сущности угленосных формаций. Казань: Изд-во КГУ, 1991. 139 с.

7. Тимано-Печорский седиментационный бассейн: Атлас геологических карт / Н. И. Никонов, В. И. Богацкий, В. В. Мартынов и др. Ухта: ТПНИЦ, 2000. 64 с.

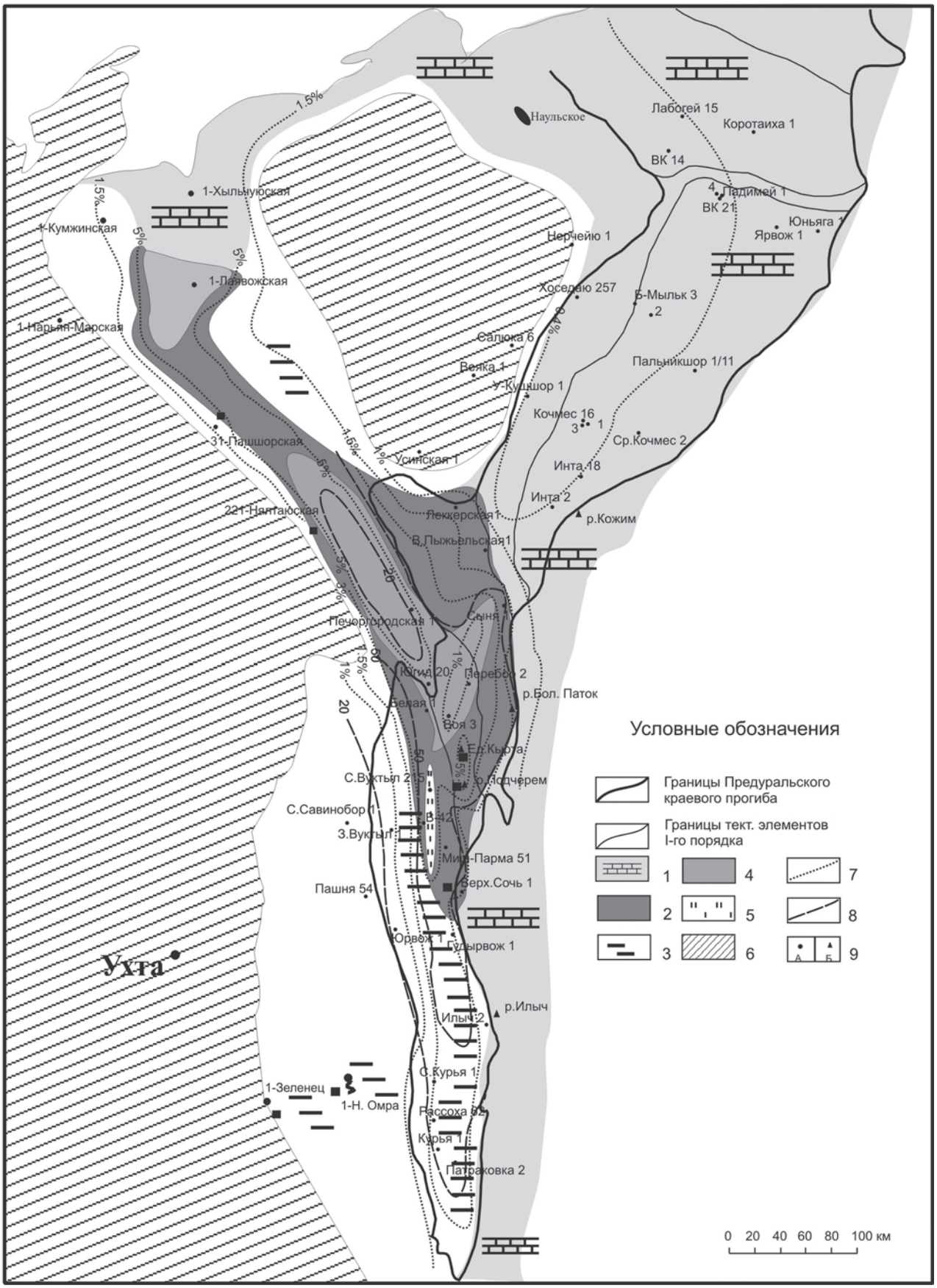
Вклад угленосных нижнекаменноугольных отложений в нефтегазогенерационный потенциал Тимано–Печорской провинции

Н. Н. Рябинкина, О. В. Валяева, С. В. Рябинкин
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Реконструкция условий осадконакопления в раннем карбоне Тимано-Печорского осадочного бассейна [3] весьма актуальна, т. к. от качества и количества органического вещества (ОВ) зависят генерационные возможности нефтегазоносного комплекса в целом для провинции. Нами были изучены угли и углистые аргиллиты из скважин Верхнепечорской впадины, из обнажений Среднепечорского поперечного поднятия по рр. Подчерем, Варканьёль, В.Сочь и из отвалов шахт Еджыд-Кыртинского угольного месторождения, которые расположены в Вуктыльском р-не республики Коми [5]. В структурном плане эти площади относятся к северу Предуральского краевого прогиба, где нижнекаменноугольная терригенная толща с размывом залегает на карбонатных породах кизеловского и косьвинского горизонтов верхнего турне или с тектоническим несогласием на нижнепермских известняках. Кроме того, на Южном Тимане в районе пос. Пузла, Войвож и Тимшер описаны [1] бурый уголь и углистые сланцы раннекаменноугольного возраста, залегающие над бокситоносной толщей. Кроме этих площадей, разведываемых на бокситы, угленосные отложения нижнего карбона были вскрыты отдельными скважинами: 1-Зеленецкая, 1-Нюмылгинская, 1-Эжвадорская, 12-Зеленецкая при бурении на нефть в 60-70-х годах XX в.

Практически во всех исследованных образцах из скважин Верхнепечорской впадины водородный индекс (HI) высок и составляет не менее 544 мг УВ/г $С_{орг}$. Высокие значения HI и $Т_{max}$ (более 430 °С) свидетельствуют о том, что исследованные образцы являются сапропелитами, их ОВ по составу можно отнести к I и II типу. Среди нормальных и изопреноидных алканов низко- и среднемолекулярные насыщенные углеводороды преобладают над высокомолекулярными. Почти для всех исследованных образцов максимум распределения приходится на *н*-$С_{17}$-$С_{18}$, что свидетельствует о водорослевом составе исходного ОВ с примесью бактериальной составляющей [5]. Таким образом, наибольший вклад в состав ОВ осуществлялся за счет сапропелевой органики, а формирование углей и углистых аргиллитов происходило в озерных и болотно-озерных условиях.

На хроматограммах битумоидов из углей Еджыд-Кыртинского месторождения наблюдается преобладание среднемолекулярных и высокомолекулярных н-алканов над низкомолекулярными, что свидетельствует о смешанном составе



Палеогеоморфологическая схема раннего визе и распределение содержания органического углерода в породах.
*Условные обозначения:*1–6 палеорельеф и литофациальные зоны: 1 — карбонатные фации мелководного шельфа; 2 — приливно-отливная равнина с угленакоплением; 3 — низменная прибрежно-морская равнина с лагунными и болотными фациями; 4 — аллювиально-дельтовая равнина; 5 — баровые острова; 6 — денудационная равнина; 7–8 линии равных значений: 7 — $C_{орг}$ в аргиллитах; 8 — глин в разрезе; 9 — обозначения: А) скважин, Б) обнажений

исходного ОВ: высокомолекулярные н-алканы характерны для гумусовой органики, а доминирование C_{17}–C_{25} характерно для цианобактерий. Формирование этих углей происходило за счет высшей растительности по берегам болот и заболоченных рек, что четко прослеживается по составу органического вещества.

Таким образом, в ранневизейское время в пределах аллювиально-дельтовой палеоравнины осадочного бассейна (см. рисунок) накапливалось полимацеральное органическое вещество. ОВ этой зоны образовывали остатки гумусовой и водорослевой органики, бактериальной массы и спор. Наличие сапропелевой органики значительно повышает генерационный потенциал комплекса в целом и благоприятно для формирования автохтонных залежей УВ [5].

Угленосные отложения нижнего карбона установлены на различных глубинах от 60—90 м до 250—600 м на западе (Южный Тиман) и в центральной части бассейна (Печорокожвинская и Югыдская площади) и до 4500 м на востоке в скважинах Верхнепечорской впадины (скв. 226-Вуктыл, 215-Сев. Вуктыл и др.). Отмечено, что в скв. 1-Зеленецкой выделено пять пластов угля общей мощностью от 4.1 м до 6.3 м, а по разрезам шахт Еджыд-Кырты выделено семь пластов угля средней мощностью более 6 м. По отражательной способности витринита угли относятся к газовым и длиннопламенным, а прогнозные запасы их более 3.0 млрд т. [1, 2, 6].

Считается, что визейские угли не представляют промышленного интереса, т. к. пласты невыдержанные, строение их линзовидное, наблюдаются частые переходы углей в углистые аргиллиты. Однако, доля угленосных отложений в объеме терригенного комплекса значительна и на отдельных площадаях достигает 30 %, что весьма важно для УВ генерационного потенциала комплекса, учитывая преимущественно смешанный состав ОВ. Даже при приблизительном подсчете количество ОВ, содержащееся в угленосной толще по всему бассейну, будет превышать 500 т/км^2. Т.е. при условии катагенеза до градаций $МК_{1-2}$ эти породы могли генерировать значительное количество жидких УВ, которые имели все условия для захоронения в виде залежей как в ловушках одновозрастных отложений, так и мигрировать в более молодые. При благоприятных условиях вертикального перераспределения УВ на последнем этапе развития бассейна могли сформировать комбинированные, седиментогенные и экзогенные ловушки с аллохтонными залежами нефти (Нитчемью-Сынинская ступень), нефти и газа (Югид-Печоргородская зона) и газа (юг Верхнепечорской впадины).

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-У-5-1018 «Онтогенез углеводородных систем Печорского нефтегазоносного бассейна».

Литература

1. *Бурцев М. П.* Южно-Тиманский угленосный район // Геология угольных месторождений. Т. 2. М.: Наука, 1971. С. 249–257.

2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 3. М.: Недра, 1965. 492 с.

3. *Малышев Н. А.* Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов европейского севера России. Екатеринбург: УрО РАН, 202. 270 с.

4. *Рябинкина Н. Н.* Условия формирования и перспективы нефтегазоносности визейского терригенного комплекса Печорского бассейна. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 104 с.

5. *Рябинкина Н. Н., Валяева О. В., Рябинкин С. В.* Органическое вещество визейских угленосных отложений севера Предуральского прогиба // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2013. №5 (221). С. 9-11.

6. Угольная база России. Т. 1. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. 483 с.

Моделирование катагенеза и прогноз нефтегазоносности северной части Предуральского прогиба

С. В. Сенин
ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», Ухта

В отечественной практике геологоразведочных работ решение о постановке глубокого бурения зачастую принимается на основании одних лишь результатов сейсморазведки. Оценка вероятности формирования залежей УВ и их состава опускается. Такой подход оправдан в хорошо изученных районах, но на участках со сложной тектоникой, большими палео- и современными глубинами залегания, многоэтапной историей развития игнорирование генетических аспектов образования залежей неизбежно ведет к отрицательным результатам поисков и списанию огромных финансовых затрат.

Наиболее важными генетическими критериями при этом следует считать эволюцию очагов генерации УВ, палеоструктурный фактор, обуславливающий локализацию и переформирование палеозалежей, а также вторичные условия существования УВ в залежный период. Последний фактор при прогрессивном погружении продуктивных отложений приводит к превращению нефтяных залежей сначала в конденсатные, а затем в чисто газовые.

В последние два десятилетия стало доступным специализированное программное обеспечение, позволяющее моделировать все перечисленные процессы в комплексе. В данной работе использована известная программа двухмерного моделирования Basin2. Построена реконструкция развития северной части Предуральского краевого прогиба по линии регионального сейсмопрофиля 17 РС, секущего с юго-запада на северо-восток гряду Чернышева, Косью-Роговскую впадину и Воркутское поперечное поднятие.

Для калибровки модели по катагенезу и по палеоглубинам погружения, использованы данные о метаморфизме каменных углей Печорского бассейна [1].

Процессы превращения нефтяных залежей в газовые моделировались непосредственно на основе опубликованных данных о кинетических спектрах вторичного крекинга жидких УВ [2, 3].

Нефтегазопроизводящие толщи, сосредоточенные в Тимано-Печорском регионе преимущественно в силурийских и девонских отложениях, в Предуральском краевом прогибе погружены на большие глубины и бурением изучены крайне слабо. Прогноз площадного и стратиграфического развития материнских отложений возможен только на основе представлений об их фациальной приуроченности. Основной нефтегазогенерирующей толщей на севере Предуральского прогиба, имеющей здесь, по-видимому, повсеместное распространение, является доманиковая формация среднефранско-фаменского возраста, а именно, высокоуглеродистые кремнисто-карбонатные фации в ее составе. В пределах Воркутского поперечного поднятия, а также на востоке гряды Чернышева улучшается генерационный потенциал отложений верхнего силура и нижнего девона [4, 5]. Некоторый потенциал, возможно, связан со среднедевонскими и тиманско-саргаевскими отложениями. Таким образом, генерирующие толщи сосредоточены в относительно узком стратиграфическом и глубинном интервале, и суммарная толщина «этажа нефтегазогенерации» составляет около 1–1.5 км.

По результатам реконструкции катагенез нефтепроизводящих толщ протекал ступенчато, что обусловлено различной скоростью накопления перекрывающих толщ. Силурийские материнские толщи, скорее всего, начали генерировать нефтяные УВ к началу среднего девона, нижнедевонские – в позднем фране-фамене, доманикиты – к началу карбона. Процессы генерации газовых УВ начались только к началу ранней перми.

Перелом в эволюции нефтегазообразования связан с пермским периодом (начиная с артинского века), когда в результате интенсивного осадконакопления все основные генерирующие толщи были достаточно быстро погружены в зону газообразования. Это не относится к территории гряды Чернышева, где нефтематеринские отложения даже после триасового и юрского погружения не вышли из главной зоны нефтеобразования.

Вскоре после заполнения впадин Предуральского прогиба мощными толщами молассовых отложений началась интенсивная инверсия. О постседиментационном происхождении антиклинальных объектов различного размера – Ярвожского купола, Юньягинской антиклинальной зоны, Берганты-мылькской структуры и других – свидетельствуют не только взаимоотношения структурных этажей, но и зональность метаморфизма каменных углей вблизи дневной поверхности. В направлении к замковой части крупнейших антиклиналей отражательная способность витринита углей сильно возрастает, что однознач-



Реконструкция катагенетической зональности вкрест Предуральского краевого прогиба вдоль линии сейсмопрофиля 17-РС на современный момент

Из-за технических ограничений использованного программного обеспечения дизъюнктивные дислокации условно показаны в пликативном варианте

но говорит о размыве отложений [1]. Мощность размытых отложений перми, а местами и карбона по нашей оценке составляет от 0.5–0.7 км в западной части Косью-Роговской впадины до 8–8.5 км в центральной части Юньягинской антиклинальной зоны. По-видимому, в пределах всей рассматриваемой территории накапливался, а затем был размыт нижний триас мощностью до 0.7 км, о чем также свидетельствует зональность катагенеза.

Весьма интенсивный катагенез привел к широкому проявлению вторичного крекинга жидких УВ в палеозалежах с превращением их в газ. Моделирование данного процесса показывает, что начальное развитие вторичного крекинга нефтяных УВ на большей части Косью-Роговской впадины имеет место в нижнепермско-каменноугольном НГК, а в узкой западной зоне – и в доманиково-турнейском НГК. В данных условиях вероятно залегание катагенно «зрелых» нефтей – особо легких, малоасфальтенистых, малосмолистых. Такие нефти встречены, например, в верхнедевонских и ассельско-сакмарских отложениях Кочмесского месторождения, что подтверждает результаты моделирования.

По мере роста палеоглубин синхронно увеличивалась интенсивность крекинга. В результате в значительной части осадочного чехла возникли условия, при которых сохранение чисто нефтяных залежей уже невозможно. По оценкам зарубежных исследователей, данный рубеж имеет место при превращении 51–62.5 % первичной нефти в газ [3]. В восточной половине Косью-Роговской впадины и на Воркутском поперечном поднятии (в описываемом сечении) сохранение первичных нефтей в сингенетичном залегании невозможно начиная от артинского яруса и глубже (см. рисунок). В западной половине Косью-Роговской впадины данный рубеж пролегает в кровле турне (на Берганты-Мылькской структуре – в подошве фамена). В пределах гряды Чернышева благоприятные условия для нефтяных залежей сохраняются почти по всему разрезу, кроме ордовика.

Таким образом, моделирование катагенеза осадочного чехла и насыщающих флюидов позволило по-новому взглянуть на формирование и сохранение залежей УВ. Процессы интенсивной генерации нефтей происходили на изучаемой территории в девоне-карбоне. Затем в пермском периоде большая часть первичных нефтей, залегавших в отложениях древнее турне, в результате интенсивного катагенеза и крекинга была превращена в газ. Современный структурный план начал складываться еще позднее, не ранее начала среднего триаса. Это привело к переформированию уже существовавших скоплений УВ. В свете столь сложной истории развития наибольшую перспективность на нефть и газ приобретают ловушки конседиментационного образования, связанные, например, с рифами, которые существовали уже на момент миграции УВ.

Литература

1. *Степанов Ю. В.* Прогнозные карты для поисков углей в Печорском бассейне // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР. Сб. 7. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1972. С. 5–13.

2. *D. W. Waples.* Maturity Modelling: Thermal indicators, Hydrocarbon Generation and Oil Cracking / The Petroleum System – From Source to Trap. AAPG Memoir 60.

3. *Tian H., Wang Zh., Xiao Zh.* et al. Oil cracking to gases: Kinetic modeling and geological significance // Chinese Science Bulletin. 2006. Vol. 51. № 22. P. 2763–2770.

4. *Данилевский С. А., Склярова З. П., Трифачев Ю. М.* Геофлюидальные системы Тимано-Печорской провинции. Ухта, 2003.

5. *Данилов В. Н., Огданец Л. В., Макарова И. Р., Гудельман А. А., Суханов А. А., Журавлев А. В.* Основные результаты изучения органического вещества и УВ-флюидов Адакской площади // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т. 6. № 2.

Выделение покрышек, контролирующих залежи нефти в высокоемких и высокодебитных коллекторах, по материалам каротажа в Тимано–Печорской провинции

Н. С. Сергеев, Е. А. Царева
Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

Чистые неглинистые коллекторы с пористостью более 10–15 % известны в рифовых объектах, в хорошо отсортированных песчаниках (например старооскольские отложения среднего девона), в серпуховских отложениях и некоторых других случаях. Именно такие коллекторы, обеспечивающие высокие дебиты скважин, порядка 5 тонн в сутки с одного метра эффективной толщины пласта-коллектора, и должны быть объектом самого пристального внимания при поисках и разведке залежей нефти и газа.

Обычно считается, что покрышками залежей являются глинисто-карбонатные, или сульфатно-карбонатные толщи. Некоторые авторы указывают на существование так называемых рассеивающих толщ, или ложных покрышек, из-за чего залежей в коллекторах может и не быть.

Нами предложен комплекс признаков , на основании которых можно выделить по каротажу не только высокодебитные коллекторы, но и покрышки, контролирующие залежи. Покрышки могут быть тонкими, толщиной порядка единиц метров.

Этот подход позволяет точнее прогнозировать залежи на локальных структурах, поскольку далеко не всегда высокоёмкие и высокодебитные коллекторы находятся под настоящими покрышками.

Учет наличия или отсутствия покрышек над коллекторами позволяет по новому взглянуть и на оценку характера насыщения пластов по каротажу, и более уверенно рекомендовать к испытанию пласты с неясным характером насыщения, но находящиеся под покрышками.

Новые представления о строении и нефтегазоносности Северного Предуралья

К. О. Соборнов
ООО «Северо-Запад», Москва

История изучения Северного Предуралья (рис. 1) насчитывает более полувека, вместе с тем новые данные позволяют существенно уточнить предсталения о строении этого региона. Комплексная интерпретация современных геолого-геофизических данных с использованием новых региональных сейсмических разрезов позволяет установить новые черты строения этого региона и на их основе прогнозировать новые направления работ на нефть и газ.

В восточной складчатой зоне Северного Предуралья основным содержанием предлагаемой интерпретации является признание более сложной структуры надвиговых деформаций. Здесь выделяются клиновидные аллохтонные структуры (слепые дуплексы). Эти структуры сложены преимущественно девонско-нижнепермскими карбонатными отложениями, которые расщепляют осадочный чехол вблизи основания глинистых отложений артинского яруса (рис. 2). Снизу и сверху они ограничены разломами встречного падения, образующими клиновидные аллохтонные пластины. Анализ данных сейсморазведки и бурения показывает, что с фронтальной частью такой структуры связано Вуктыльское месторождение. Высота залежи этого уникального газоконденсатного скопления составляет 1390 м. Предлагаемая интерпретация дает логичное объяснение сохранности этого месторождения. Дело в том, что в согласно данной структурной модели, эвапориты кунгурского яруса не разорваны разломом в своде структуры. Этим обеспечивается надежность кунгурской ангидритовой покрышки огромной газконденсатной залежи.

В пределах платформенной части Предуралья новизна интерпретации состоит в выделении листрических разломов. Они выделяются по сейсмическим данным в виде изогнутых нарушений, выполаживающихся с глубиной. Данные бурения и сейсморазведки показывают, что в зонах, прилегающих к этим нарушениям, происходили знакопеременные движения, отражающие эволюцию геодинамических условия формирования Предуралья. В ордовике они, вероятно, представляли собой сбросы. За счет наклонного погружения

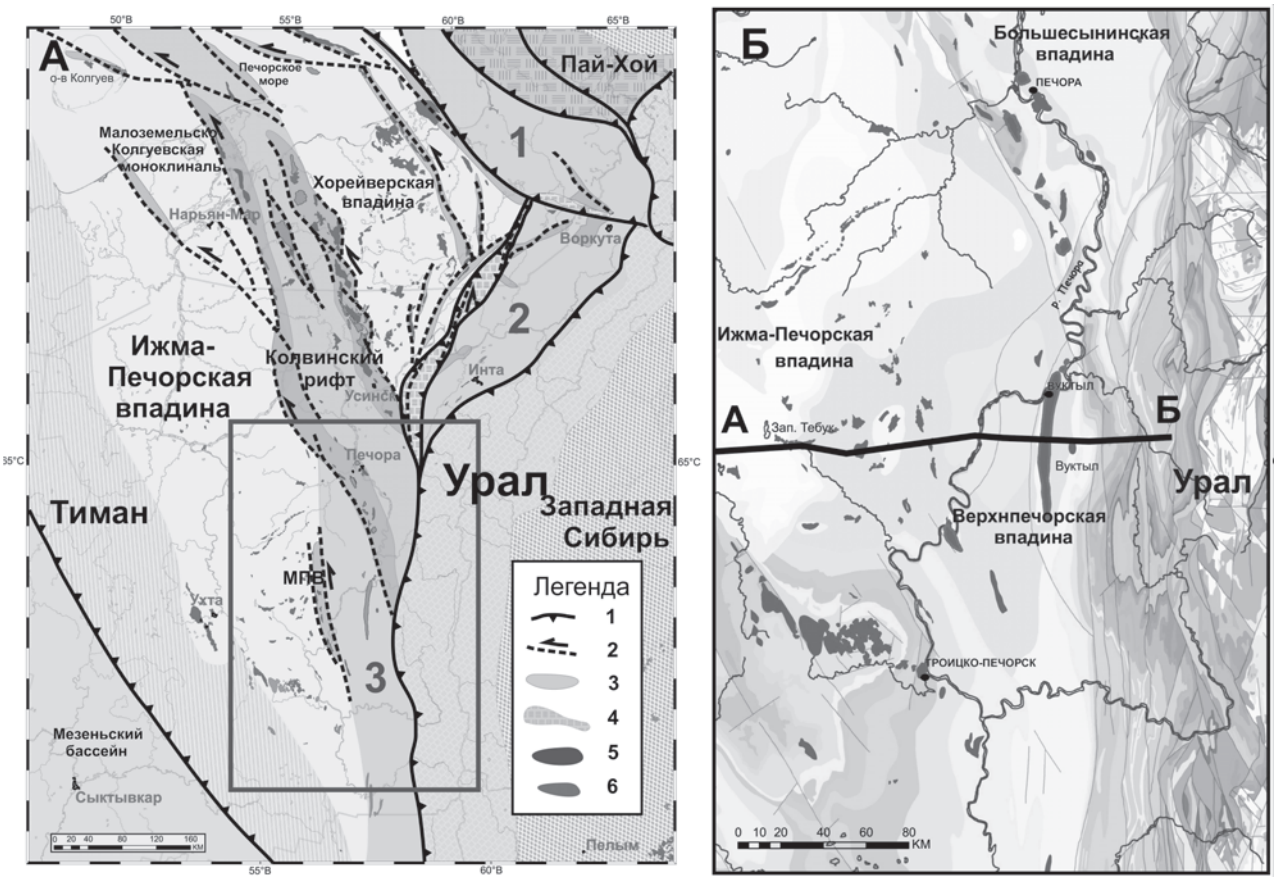


Рис. 1. А — обзорная структурная схема Тимано-Печорского бассейна. В рамке – карта на схеме Б. МПВ — Мичаю-Пашнинский вал. Б — Геологическая карта Северного Предуралья с размещением месторождений нефти и газа с указанием положения геологического разреза на рис. 2.
Легенда: 1 — надвиг, зубцы в сторону падения разлома; 2 — сдвиг, с указанием направления перемещения; 3 – вал; 4 — тектоническое окно внутри бассейна, образованное силурийско-нижнепермскими отложениями; месторождения: 5 — газа, 6 — нефти

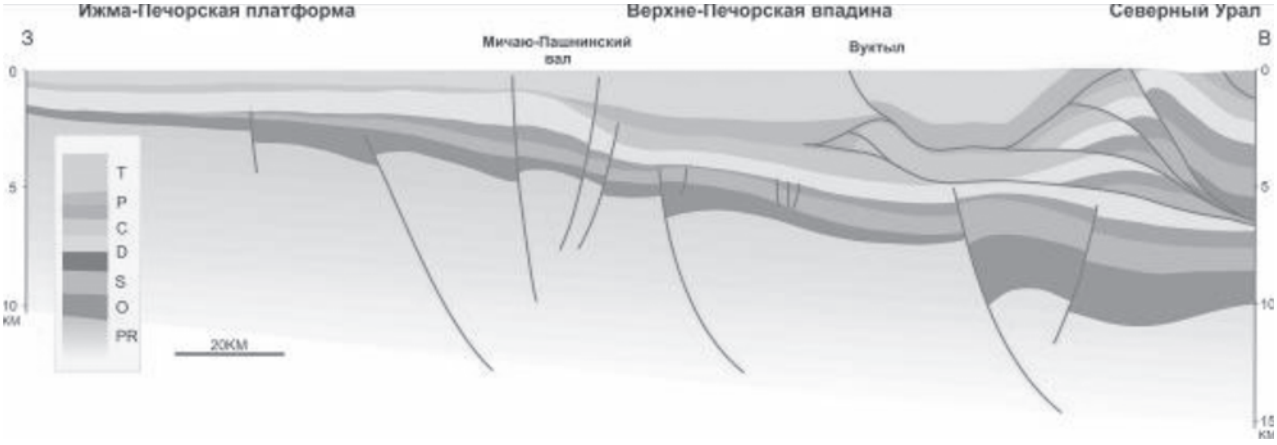


Рис. 2. Схематический геологический разрез Северного Предуралья по линии А-Б, положение см. на рис. 1

этих разломов над ними формировались характерные ассиметричные прогибы-полуграбены. Это предположение подтверждается заметным клиновидным утолщением ордовикских отложений, примыкающих с востока к наклонному разлому (рис. 3). В среднем девоне—раннем фране в условиях сжатия по ним происходило возвратное перемещение. На это указывает региональное несогласие в основании тиманских отложений, с угловым несогласием перекрывающее разновозрастные ордовикско-среднедевонские отложения. По-видимому, за счет этой инверсии во внутренних районах бассейна возникли обширные приразломные сводовые поднятия. Геофизические данные дают основания полагать, что крупные инверсионные поднятия этого типа могут

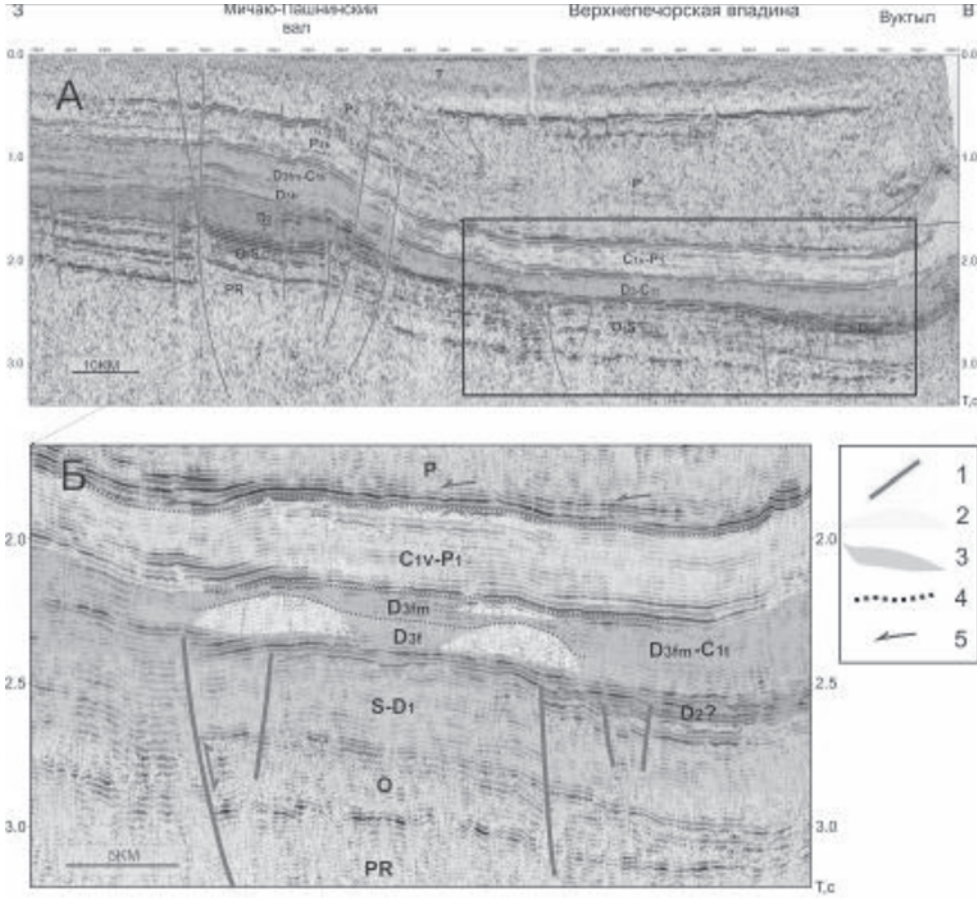


Рис. 3. А — фрагмент сейсмического профиля 22 РС с геологической интерпретацией (ГФУП Спецгеофизика), Б — интерпретация строения Верхнепечорской карбонатной банки на профиле 22 РС. Легенда: 1 — разлом, 2 — риф, 3 — осыпной склон, 4 — внутриформационное несогласие, 5 — сейсмические налегания, срезания

располагаться не только в платформенных районах бассейна, но и имеет продолжение в пределах пояса надвигов северного Урала, под покровом надвиговых пластин.

С наступлением франской трансгрессии инверсионные поднятия служили основанием для образования карбонатных отмелей, окаймляемых рифами. В Северном Предуралье в этих условиях образовалась крупная Верхнепечорская банка (1 и др.). Она отчетливо выделяется на региональном сейсмическом разрезе в виде пологого палеоподнятия, слабо наклоненного к востоку (рис. 3).

Во франское время Верхнепечорская банка представляла собой изолированное образование. В фаменском веке, в результате прогрессирующей компенсации бассейна эта отмель соединилась с мелководной шельфовой зоной платформенной части бассейна. Вместе с тем, судя по сейсмическим данным, эта приподнятая область оставалась местом формирования рифов вплоть до ранней перми. С конца каменноугольного времени Северное Предуралье оказалось под воздействием сжатия. Это привело к фррмированию пояса надвигов одновременно с образованием многочисленных левосторонних сдвигов во внутренних районах Тимано-Печорского бассейна. Формирование пояса надвигов Северного Урала сопровождалось быстрым погружением в Верхнепечорской впадине. Это привело к захоронению банки под толщей пермо-триасовых слоев, замаскировавших структурный рельеф рифовмещающих комплексов верхнего девона - ранней перми.

Новая геометрия разломов в зоне складчатого фронта Северного Урала создает возможности для выявления новых ловушек углеводородов. В частности, наличие структур клиновидного вдвига объясняет значительное несоответствие структурных планов отложений на разных глубинах. В результате, под моноклинально залегающими пермскими молассами могут быть обнаружены крупные антиклинальные структурные формы, способные вмещать значительные скопления углеводородов.

Значительный потенциал связывается с Верхнепечорской карбонатной банкой. Представляется, что наибольший интерес в этих условиях представляют верхнедевонские рифы, пласты их облекания, а также зоны обломочных шлейфов на склонах карбонатного плато. Наилучшие резервуары прогнозируются во франских

рифах. Меньшие по размерам рифовые образованию прогнозируются в каменноугольных и нижнепермских отложениях. Существенный интерес могут представлять ловушки выклинивания, развитые на нескольких стратиграфических уровнях.

Литература

1. *Богацкий В. И., Жемчугова В. А.* Система рифогенных образований Тимано-Печорской провинции и их нефтегазоносность// Наследие А. Я. Кремса в трудах ухтинских геологов. Ухта, 1992, С. 97–114.

Катагенез органического вещества визейских терригенных отложений Верхнепечорской впадины по данным палинологического анализа

Т. В. Стукова

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть», Пермь

В основу статьи положены результаты палинологических исследований визейских терригенных отложений, проведенные автором по глубоким разведочным скважинам северной части Верхнепечорской впадины (ВПВ) (1991–1992 гг.) и параметрической скважине (Волимская 1) в южной части ВПВ (2003–2004 гг.).

Палинологический метод особенно результативен для стратиграфического расчленения и сопоставления континентальных и морских отложений. Материалы исследования ранее были использованы при разработке стратиграфической основы нижнекаменноугольных отложений Печорского палеобассейна (Беляева, 1992, 1994; Костыгова, 2004; Рябинкина, 2005) и при стратиграфической характеристике Волимской параметрической скв. 1 (Сташкова и др., 2004).

Но существуют и другие прикладные аспекты палинологического метода в нефтегазовой геологии [4, 5]. Объекты палинологического анализа являются источником информации о древних обстановках осадконакопления, по цвету микрофитофоссилий можно говорить о степени зрелости органического вещества (ОВ).

При изучении ОВ использовалась методика Л. В. Ровниной [1]. Вся нерастворимая дисперсная органика, выделенная из образца породы, рассматривалась как обычное седиментационное вещество аллохтонного или автохтонного происхождения. По преобладанию тех или иных объектов органомацерата определялся тип ОВ, согласно традиционному делению по микрокомпонентам.

В визейских терригенных отложениях большинства изученных скважин северной части ВПВ определен лейптинитовый тип ОВ. В органомацератах преобладают миоспоры, содержание углистых частиц умеренное, отсутствуют зерна микрофитопланктона, фрагменты водорослевых талломов, скопления аморфного органического вещества. В части скважин в определенных интервалах разреза в органомацератах много углефицированных частиц, присутствуют фрагменты растительных тканей, количество миоспор незначительно, микрофитопланктон отсутствует. Это соответствует гумусовому типу ОВ (скв. 1 — Миш-Парма, долбления (д.) 23, 32, 33, 36; скв. 1 – Восточный Вуктыл, д. 24, 30, 31). Сапропелевый тип ОВ не установлен. Однако, в отдельных образцах наряду с миоспорами зафиксированы компоненты морского происхождения: акритархи, сколекодонты, одноклеточные водоросли. В таких случаях можно говорить о сапропелево-лейптинитовом типе ОВ (скв. 1-Белая, д. 21, 29; скв. 212 Северный Вуктыл, д. 26).

Другим важным аспектом комплексного изучения органомацератов является определение степени зрелости органического вещества.

Существует коррелятивная связь между цветом, сохранностью миоспор, составом нерастворимой дисперсной органики и палеотемпературами. Оболочки спор растений и другие микрофитофоссилии состоят из спорополленина. Являясь составной частью ОВ, в процессе литогенеза, под воздействием палеотемператур, они проходят широкий диапазон катагенетической превращенности. Прозрачные в момент захоронения и образования осадков под воздействием температуры и давления в процессе литогенеза микрофитофоссилии изменяют цвет. Они становятся желтыми, затем коричневыми, далее черными и непрозрачными. Цвет микрофоссилий определяется по семибальной шкале: 1 — бесцветный с зеленоватым оттенком; 2 — светло-желтый с зеленоватым оттенком; 3 — желтый и желто-оранжевый; 4 — темно-желтый с коричневым оттенком; 5 — светло-коричневый; 6 — коричневый до черно-коричневого; 7 — черный.

Индексы изменения цвета микрофитофоссилий и их сохранность в методике Л. В. Ровниной сопоставлены со стадиями литификации осадочных пород, палеотемпературами и нефтегазоносностью по И. И. Аммосову, а также со шкалой градаций катагенеза осадочных образований по С.Г. Неручеву, Н.Б. Вассоевичу и др.

Изменение цвета микрофитофоссилий в зависимости от степени прогревания осадочных пород может быть использовано в качестве индикатора максимальной температуры. Цветовой индекс микрофитофоссилий и спепень их сохранности соответствует определенному уровню катагенеза ОВ, частью которого они являются.

Для севера ВПВ в визейских терригенных отложениях зафиксированы индексы цвета (ИЦ) миоспор 4 и 5, что соответствует стадиям мезокатагенеза (МК) — 1 и 2 (главная фаза нефтеобразования, ГФН) и ИЦ 6, характеризующий стадию МК — 3 (начало главной фазы газообразования, ГФГ) (см. рисунок).

Глубины современного залегания нижневизейских отложений, где по цвету миоспор зафиксированы стадии МК 1 и 2 (ГФН), имеют большой диапазон. От 3000-3500 м (1 – Белая, 1 – З. Вуктыл), 4300–4500 м (212, 215 – С. Вуктыл, 58 – Вуктыл) до 4700–4900 м (1 – Кылым Ель). Для стадии МК 3 (начало ГФГ) зафиксированы глубины от 4300–4400 (41 – Вуктыл), 4700-4800 м (1 – В. Вуктыл) до 5100–5250 м (1 – Миш Парма). При сопоставлении разрезов зависимость степени катагенеза от глубины залегания выражена нечетко по причине наложения геотектонического фактора, положения скважины в структурном плане. Как видно из приведенных примеров, скважины с параметром катагенеза МК 3, могут находиться на меньших глубинах, чем скважины, где степень зрелости органического вещества ниже (МК 1, 2).

Выводы о степени зрелости ОВ по результатам палинологического анализа скважин ВПВ, согласуются с региональными представлениями о степени катагенеза, полученными по геохимическим данным [2]. В частности, в Вуктыльской зоне ВПВ выявлены залежи нефти и газа. Как указывают Л. А. Анищенко и С. С. Клименко (2003 г.): «...анализ схем катагенеза ОВ нижневизейских отложений свидетельствует о том, что на большей части юга Печорского нефтегазоносного бассейна породы не вышли из зоны, отвечающей в разрезе стадиям катагенеза МК 2 – МК 3».

Вполне сопоставимы данные по палинологии и комплексным геохимическим исследованиям: пиролизу, ИК – спектроскопии, термогазовой хроматографии в конкретных разрезах. Так на юге ВПВ в Волимской параметрической скв. 1 в визейских терригенных отложениях по данным палинологии определен лейптинитово-гумусовый тип ОВ. По индексу цвета миоспор установлена стадия зрелости ОВ МК 2.

По данным пиролиза в аргиллитах бобриковского горизонта выявлен очень богатый нефтегенерационный потенциал. Индекс нефтяной продуктивности низок. T_{max} 448–453° соответствует стадии среднего мезокатагенеза (МК 2). Водородный индекс характерен сапропелево-гумусовому типу ОВ. По данным ИК – спектроскопии сапропелево-гумусовое вещество преобразовано до стадии МК 1. Результаты ТГХ подтверждают реализацию нефтематеринского потенциала бобриковских пород и возможное вступление отложений в переходный этап к ГФГ (МК 3) [3].

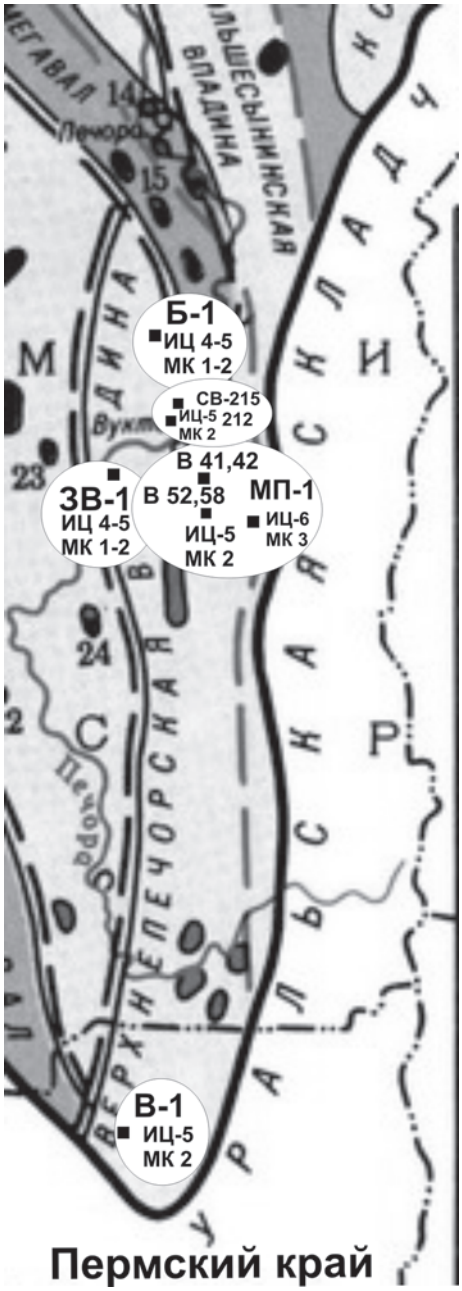


Схема расположения изученных скважин (Верхнепечорская впадина).
Условные обозначения: ИЦ 4, 5, 6 — индекс цвета миоспор; МК-1, 2, 3 — стадии мезокатагенеза органического вещества; скважины: Б-1 – Белая 1; ЗВ-1 – Зап. Вуктыл 1; В-41, 42, 52, 58 – Вуктыл 42, 52, 58; СВ-212, 215 – Сев. Вуктыл 212, 215; В-1 – Волимская 1

Однако, при более детальном сравнении результатов по определению типа и степени катагенеза прямых оптических методов и показателей кос-

венных методов отмечаются и противоречивые данные, особенно, в конкретных разрезах. В частности, А.А. Суханов, А.А. Отмас (ст.), И.Р. Макарова на конкретных примерах показали ошибки интерпретации результатов пиролитического метода и доказали необходимость комплексирования разных методов исследования (в том числе, и палинологического) для достоверной характеристики ОВ [6].

В заключение к вышесказанному, представляется, что приведенный фактический материал найдет свое применение и наряду с геохимическими методами поможет обеспечить достоверную оценку нефтегазоносности нижневизейских отложений ВПВ и правильному выбору наиболее перспективных локальных объектов.

Литература.

1. *Ровнина Л. В.* Методика определения исходного типа и уровня катагенеза органического вещества палинологическим методом // РД-39-11-1142-84. М.: ИГиРГИ, 1984.

2. *Рябинкина Н. Н.* Условия формирования и перспективы нефтегазоносности визейского терригенного комплекса Печорского бассейна. Екатеринбург:УрО РАН, 2006. 103 с.

3. *Сташкова Э. К.* и др. Перспективы нефтегазоносности южной части Верхнепечорской депрессии (по результатам бурения Волимской параметрической скв. 1) // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. 69 с.

4. *Стукова Т. В.* Палинологические исследования в Пермском крае: возможности и перспективы // Современные проблемы геологии: Мат. IV геологической конференции КамНИИКИГС. Пермь, 2008. С. 122–125.

5. *Стукова Т. В.* Возможности палинологического метода в определении типа и степени катагенеза органического вещества в связи с диагностикой нефтегазоносности территории Пермского края // Нефтяное хозяйство. 2014, № 3 (в печати).

6. *Суханов А. А., Отмас А. А. (ст.), Макарова И. Р.* Сравнение результатов исследования органического вещества доманикоидных отложений различными методами в связи с диагностикой нефтегазоносности силурийских отложений Калининградской области // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012, № 3. С. 1–11.

Комплекс современных методов изучения доманикоидных толщ и оценка их углеводородных ресурсов

А. А. Суханов, С. С. Челышев, И. Р. Макарова
ФГУП «ВНИГРИ»

Проблема изучения доманикитов как источников «сланцевых» углеводородов настоящее время весьма актуальна. Вклад ФГУП «ВНИГРИ» в методические разработки изучения доманикитов и сланцев приведен в таблице. Поскольку основными целями изучения потенциально нефтегазоматеринских сланценосных толщ являются выделение перспективных объектов, а также оценка ресурсов и запасов содержащихся в них углеводородов, то нами был проведен анализ методов, которые в настоящее время наиболее широко применяются в зарубежной практике в ходе поисково-разведочных и оценочных работ на сланцевые нефть и газ. По результатам анализа зарубежных работ следует отметить два момента, во-первых, все эти методы, за весьма небольшим исключением, используются для выявления и оценки как нетрадиционных (сланцевые газ и нефть) так и вполне традиционных объектов; во-вторых, среди широко используемых в зарубежной практике методов исследования, на результатах которых ныне основывают выделение и оценку перспективных нефтегазовых объектов в сланценосных толщах, отсутствуют методы и даже методические направления, хорошо зарекомендовавшие себя в практике изучения традиционных нефтегазовых объектов. К ним относятся, прежде всего, методы и методические подходы, позволяющие надёжно охарактеризовать и оценить исходный состав органического вещества, его исходное содержание, степень его термической зрелости, содержание сингенетичных и миграционных битумоидов. Следует также отметить, что зарубежный комплекс геофизических исследований в значительной степени отвечают задачам выделения в изучаемых сланценосных толщах потенциально нефтегазоносных зон. Что касается весьма популярного в настоящее время использования скважинных геофизических методов исследования для получения количественных характеристик обогащённости пород органическим веществом и степени термической зрелости, то следует сразу чётко ограничить область применения этих результатов, поскольку возможная погрешность такой оценки *может составлять сотни процентов.* Нами установлено, что источ-

Комплекс современных методов изучения сланценосных отложений России по разработкам ФГУП «ВНИГРИ»

Геофизические методы		Лабораторные методы		Методы оценки ресурсов УВ
Стандартные	Специальные	Литолого-петрографические и стратиграфические исследования	Физические и геохимические исследования	Методы и подходы ВНИГРИ
Кавернометрия; индукционный каротаж активным и реактивным зондами; радиоактивный каротаж – ГК, НГК (НКТ), ГГКП; акустический каротаж с определением амплитудных и временных параметров; термометрия в выстоявшейся скважине.	Определение зон генерации углеводородов сланценосных толщ (доманикитах) по данным ГК-каротажа с калибровкой по содержанию урана и органического вещества ИК-спектроскопическим методом (О. М. Прищепа, А .А. Суханов, С. С. Челышев и др..., в печати).	Метод больших шлифов ВНИГРИ; Методическое руководство по литолого-петрографическому и петрохимическому изучению осадочных пород-коллекторов (под ред. А. М. Жаркова, 2009); углепетрографический метод Г. М. Парпаровой (Парпарова, Жукова); Оценка минеральных компонетов доманикитов (Неручев и др..,1986); ядерно-магниторезонансная (ЯМР) томография - изучение литологических свойств породы и фауны без дезинтеграции керна (Журавлев, Вевель, 2012).	Рациональный комплекс методов изучения керогена базе оптико-спектроскопических методов (Макарова, Суханов, 2011); Калибровка данных Rock-Eval в доманикитах по данным ИК-спектрометрии (Суханов, Отмас, Макарова, 2012); Определение палеотемператур катагенеза безвитринитовых отложений по оптическим характеристикам микрофитофоссилий (О. М. Прищепа, И. Р. Макарова, А. А. Суханов в печати); определение зрелости сапропелевого органического вещества нефтегазоматеринских толщ по данным оптико-спектроскопических измерений (О. М. Прищепа, А. А. Суханов, И. Р. Макарова, В. М.Бакулев, в печати).	Вариант объемно-генетического метода (Неручев, Рогозина, 2010) Оценка прогнозных ресурсов УВ за счёт применения новых методических подходов, исключающих использование в расчётных параметрах значений, полученных косвенным путём (априорные предположения, метод аналогий и т. д.) (инновационная технология в разработке).

никами этой погрешности являются: во-первых, принципиальная для всех геофизических методов неоднозначность интерпретации получаемых количественных характеристик, т. е. невозможностьгарантировать, что измеряемый физический показатель контролируется только лишь целевым параметром исследуемой толщи; во-вторых, использование в качестве калибровочных данных количественных значений показателей, таких как TOC или R^0, с недостаточной надёжностью и точностью характеризующих содержание в породе органического вещества, его состав и степень его термической зрелости. Проведенный анализ геохимических методов исследования, используемых в зарубежной практике оценки прогнозных ресурсов нефти и газа сланценосных толщ, свидетельствует о сравнительно низком уровне её достоверности, которого можно достичь на основе использования этих методов. Среди основных причин этого следует выделить:

1. Использование моделей нефте- газогенерации, неспособных учесть количественные характеристики процессов, происходящих в нефтематеринских породах. Одним из примеров этого может служить отсутствие экспериментальных методов определения показателя HI^0 при расчёте генерации и эмиграции УВ на основе пиролитических показателей метода Rock-Eval. Результаты нашей работы указывают на возможность экспериментального определения HI^0. В качестве другого примера можно привести отсутствие методов осуществления отдельной оценки генерации нефти и газа изучаемой толщей. Следует также отметить, что для сапропелитов морского генезиса выделение зон преимущественной нефте- или газогенерации на основе отражательной способности витринита является весьма грубым и, зачастую, недостоверным.

2. Использование данных пиролитических методов исследования в качестве основного источника экспериментальных данных для характеристики нефтематеринских толщ и расчёта генерации ими УВ.

Полученные в результате анализа сведения о методах оценки прогнозных ресурсов УВ позволяют констатировать, что она осуществляется на основе объёмно-генетического метода (ОГМ). Хорошо известно, при осуществлении прогнозной оценки ресурсов традиционных объектов на основе ОГМ результаты, относящиеся к плотности генерации и эмиграции отличаются наиболее высокой точностью и достоверностью. Значительно меньшей достоверностью отличается проводимый в рамках ОГМ расчёт миграционных потерь УВ на путях миграции от материнских пород до потенциальных зон аккумуляции. Количественная оценка прогнозных ресурсов производится по разности между количеством УВ, эмигрировавших и потерянных на путях миграции, поэтому причиной сравнительно невысокой её достоверности применительно к традиционным нефтегазовым комплексам, является значительная величина дистанции между зонами генерации и аккумуляции УВ. При этом высокая точность оценки генерации и эмиграции УВ для традиционных объектов может считаться избыточной. Другое дело, в значимости точной оценки генерации и эмиграции для сланцевых УВ, поскольку в случае сланценосных нефтегазоматеринских толщ дистанция между зонами генерации и аккумуляции УВ значительно меньше, соответственно значительно увеличивается возможность осуществления достоверной оценки эффективности аккумуляции. Отсюда следует, что повышение точности оценки генерации и эмиграции УВ является весьма важным для повышения достоверности результирующей прогнозной оценки УВ сланценосных толщ.

Учитывая выше приведенные данные, среди наиболее перспективных направлений методических работ, предлагаемых ФГУП «ВНИГРИ», нацеленных на повышение достоверности и детальности оценок прогнозных ресурсов УВ в сланценосных толщах можно выделить следующие направления:

1. Методический комплекс экспериментального (аналитического) обеспечения достоверной оценки уровня катагенеза ОВ в безвитринитовых толщах и сложных геологических районах, основанного на исследовании образцов осадочных пород.

2. Обеспечение достоверности характеристик нефтематеринских пород, получаемых на основе данных пиролитической хроматографии (Rock-Eval) путём калибровки на основе результатов оптико-спектроскопических методов исследования органического вещества пород.

3. Получение количественных оценок плотности генерации и эмиграции УВ зональных и локальных объектов; оценка прогнозных ресурсов УВ за счёт применения новых методических подходов, исключающих использование значений расчётных параметров, полученных косвенным путём (априорные предположения и т. д.).

4. Разработка генерационных моделей, позволяющих на основе результатов применения вышеперечисленных экспериментальных методов исследования нефтематеринских пород осуществить раздельную оценку нефте- и газогенерации с высокой степенью точности.

Методические подходы установления причин нарушения катагенетической зональности в доманикитах с целью повышения эффективности ГРР (на примере Калининградской НГО и ТП НГП)

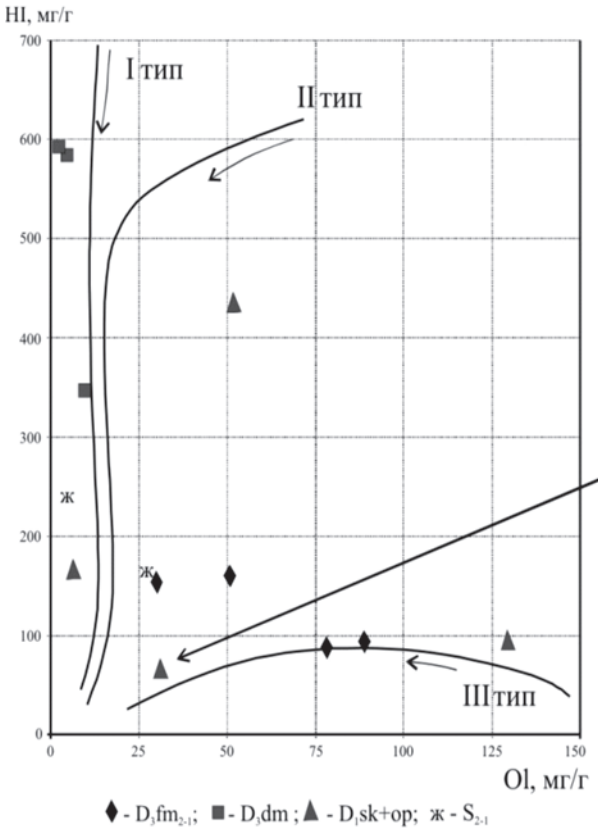
А. А. Суханов, И. Р. Макарова, С. С. Челышев
ФГУП «ВНИГРИ»

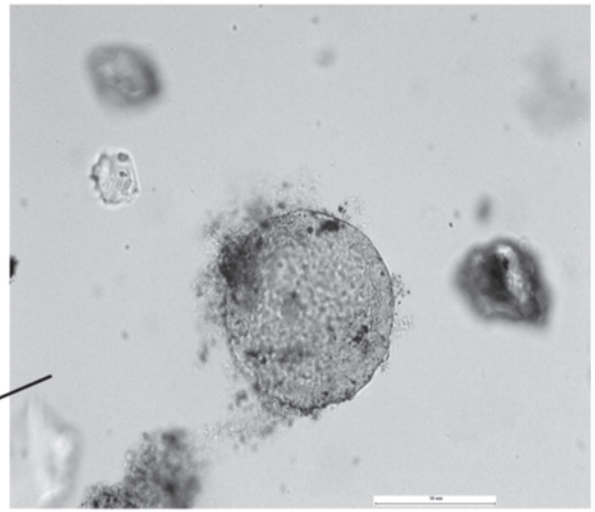
Калининградская нефтегазоносная область (КНГО) — единственная нефтегазоносная область, где добывается преимущественно легкая нефти и где в настоящее время установлен только один продуктивный горизонт — в отложениях среднего кембрия. Помимо них, к потенциально нефтематеринским породам могут быть отнесены отложения силура, повсеместно распространенные на территории КНГО и представленные терригенными и терригенно-карбонатными породами. В структурном плане они сохраняют унаследованное от подстилающих толщ строение, которое обусловлено погружением кровли фундамента и кровли осадочных отложений подстилающих отложения кембрия и ордовика с востока на запад. Мощность отложений изменяется от 1200–2900 м на западе до 350–420 м на востоке КНГО. С целью выявления новых нефтегазопоисковых объектов в последние годы были проведены работы по изучению и оценке перспектив нефтегазоносности силурийских отложений, где развиты доманикиты, ОВ которых представлено остатками фитопланктона и граптолитовой фауны. Однако, несмотря на значительный объём проведенных научно-исследовательских и геологоразведочных работ, значительных приростов запасов углеводородов в Калининградской области ни в кембрийских отложениях, ни в других потенциально нефтегазоносных комплексах отмечено не было. На наш взгляд, такое положение дел обусловлено не столько «исчерпаемостью» нефтегазопоисковых объектов или недостаточностью средств их выявления, сколько недостаточным учетом геологических факторов, контролирующих генерацию и эмиграцию УВ на территории КНГО, при выборе методических подходов к выявлению и оценке перспективных объектов. Например, методы выявления и оценки перспективных объектов в Калининградской области в значительной степени основаны на модели глубинной зональности катагенеза. В то же время, при изучении доманикитов КНГО в пределах одного и того же глубинного интервала 1200–2400 м отложений силурийского возраста специалистами ФГУП «ВНИГРИ» А.А. Сухановым и И.Р. Макаровой было установлено (впервые для территории Калининградской области) несоответствие уровня катагенеза исследуемого нерастворимого ОВ (керогена) модели глубинной катагенетической зональности [2]. Это несоответствие проявлялось в следующем: в пределах одного разреза более глубоким интервалам не соответствовал более высокий уровень термической зрелости (катагенеза) ОВ; сравнительно небольшому интервалу глубин (инт. 2130-2250 м в скв. Южно-Калининградская-1) соответствовал весьма широкий диапазон термической зрелости ОВ от ПК до $МК_2$–$МК_4$; сравнительно небольшим глубинам погружения 2050-2250 м соответствовали образцы с аномально высоким уровнем катагенеза до значений градаций $МК_3$ и $МК_4$ (скв. Малиновская -2; Южно-Калининградская-1).

Сходное с вышеописанным нарушение катагенетической зональности было отмечено позднее в из районов Тимано-Печорской НГП (территория гряды Чернышова). При этом (нами в соавторстве с профессором СПб ГУ А.М. Яфясовым) было экспериментально установлено, что его определяющим фактором является воздействие горячих пластовых флюидов на органическое вещество пород [1]. Для обозначения этого фактора авторами был предложен термин «гидротермогенез», отличающийся от гидротермального метаморфизма — процесса преобразования минеральных компонентов породы, исключительной направленностью своего воздействия на преобразование органического вещества и нефтяные углеводороды в зоне влияния термальных вод [1].

Несмотря на отсутствие экспериментальных работ по прямому доказательству определяющей роли гидротермального фактора в термическом созревании ОВ в зонах выявления нарушений катагенетической зональности в КНГО, и единичного характера установления этого фактора для территории гряды Чернышева, есть основания предполагать наличие сходной причины нарушения катагенетической зональности в этих двух случаях. Одним из аргументов в пользу указанного сходства является сходный характер распределения органического вещества из зон нарушения катагенетической зональности для этих двух территорий.

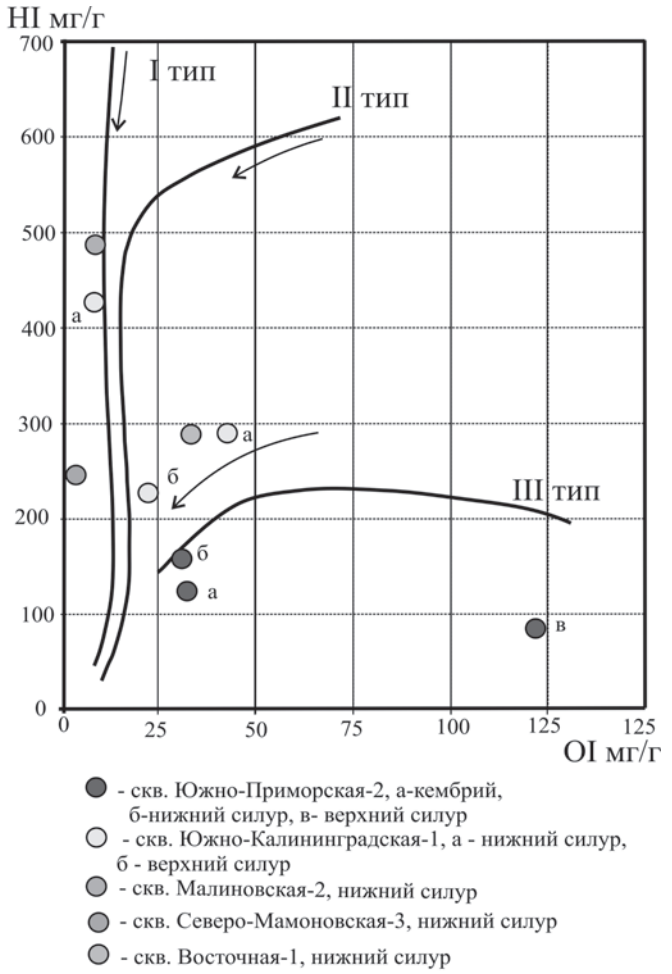
На рисунке (а) приведены данные, где по результатам комплексного исследования органического вещества оптико-спектроскопическими





Долб. 40, увеличение X 600.
Подкомплекс 2б. Tasmanites sp.
Уровень катагенеза - $МК_2$

а — распределение образцов в отложениях силура и верхнего девона (ссылка) Тимано-Печорской НГП (Данилов и др.., 2011)



б — распределение образцов в доманикоидных толщах силура Калининградской нефтегазоносной области

Аналоги диаграммы Ван-Кревелена с распределением образцов керогена второго типа по подтипам в зависимости от исходного состава ОВ, где вблизи оси ординат представлены образцы подтипа II-1 с преобладанием зоопланктона и повышенным содержанием водорода ; образцы вблизи оси абцисс содержат кероген подтипа II-2 (окисленный), образцы подтипа II-3 в средней части диаграммы формировались в нормальной в восстановительной и слабовосстановительной среде

исследованиями и по данным пиролитической хроматографии выделены три подтипа керогена второго типа, на площади, где были установлены проявления гидротермогенеза в отложениях силура—верхнего девона на территории гряды Чернышова [1]. На рисунке (б) приведены аналогичные данные, полученные для территории КНГО [2]. Следует обратить внимание на сходный характер распределения образов по подтипам, и на наличие образцов с высокими значениями водородного индекса, в которых по данным ИК- спектроскопии был установлен высокий уровень термической зрелости ОВ. В связи с этим, авторами была поставлена задача выявить геологические причины возможного гидротермального фактора нарушений катагенетической зональности на территории КНГО.

Решение задачи осуществлялось на основе обобщения и анализа геологических данных и их комплексирования с результатами лабораторного исследования зрелости керогена и минеральных примесей с использованием световой микроскопии и инфракрасной спектрометрии. В процессе анализа рассмотрели ряд возможных причин несоблюдения закономерного увеличения уровня катагенеза с глубиной в отложениях силура рассматриваемого региона. Главными факторами в различии зрелости ОВ силурийского возраста в КНГО по нашим данным являются: различное расстояние положение одновозрастных отложений силура в зависимости от фундамента (от 130 м на востоке до 600 и более метров в ее центральной и западной части); крайне неравномерное распределение величины теплового потока по кровле фундамента с повышенными значениями до 70–80 (Вт); наличие гидротермальных пластовых вод, местами выходящих на поверхность и разгружающихся в водоносные горизонты пресных подземных вод и в водные поверхностные объекты; различие в составе ОВ и его низкое качество, в т. ч. и вследствие «биохимической окисленности», (термин предложенный Л.А. Анищенко) на регрессивной фазе осадконакопления. В результате проведенной работы было сделано предположение, что силурийские породы содержат органическое вещество достаточной степени зрелости для генерации нефтяных углеводородов. Кроме того, полученные нами результаты могут важное методическое значение при решении вопросов повышения эффективности ГРР в нефтегазоносных регионах в целом

Литература

1. *Суханов А. А., Макарова И. Р., Яфясов А. М.* Применение физических методов исследования для выявления гидротермального механизма генерации углеводородов в осадочных породах // Вестник СПб ГУ. 2013. Сер. 4. Вып. 4. С. 4–9.

2. *Суханов А. А., Оттмас А. А. (ст.), Макарова И. Р.* Сравнение результатов исследования органического вещества доманикоидных отложений различными методами в связи с диагностикой нефтегазоносности силурийских отложений Калининградской области // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2012. Т. 7. № 3. http://www.ngtp.ru/rub/4/42_2012.pdf.

Приоритетные направления развития нефтегазового комплекса Республики Коми

Н. Н. Тимонина[1], Н. И. Тимушев[2], Т. М. Фаддеева[2]
[1]Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]Северо-Западный филиал ФГУП «ВНИГНИ», Сыктывкар

Устойчивое развитие нефтяной отрасли Республики Коми проявилось в успешном преодолении кризисных ситуаций, произошедших в стране в процессе перехода к рыночной экономике. В последние 20 лет нефтегазовый комплекс получил определенные преимущества для своего развития, в первую очередь за счет роста цен на нефть. К сожалению, Республика Коми не смогла в полной мере использовать это обстоятельство для своего развития в силу постоянного снижения доли поступлений от нефти в республиканский бюджет, которые к 2010 г. сократились до нуля. Не преодолены такие проблемы как нарушения проектных технологических решений, недостаточное использование методов увеличения нефтеотдачи, небольшой объем исследований, направленных на изучение объектов разработки, выработки запасов; а также сокращение объемов геологоразведочных работ, неудовлетворительное воспроизводство запасов по причине разрушения системы государственного управления геологической службой страны. Вопросам развития нефтегазового комплекса посвящено большое количество исследований, как в нашем регионе, так и за его пределами [1–4]. Наращивание объемов добычи нефти происходило с 88 т в 1930 г. до 19.4 млн т в 1986 г. Открытие в 60-х годах таких месторождений как Западно-Тэбукское, Усинское, Возейское, позволило говорить о большой нефти. С 1987 г. наметился спад объемов добычи нефти, который продолжался вплоть до 1995 г., когда уровень добычи нефти едва превысил 6.8 млн т. Начиная с 1996 г. наметился второй подъем уровней добычи, в 2013 г. объем добытой нефти с газовым конденсатом составил 13.8 млн т. Большую роль при этом сыграло сгущение эксплуатационной сетки скважин, применение современных технологий нефтедобычи.

Специфика нефтегазодобывающей отрасли требует непрерывно вовлекать в разработку новые запасы углеводородов для поддержания достигнутого уровня добычи. Увеличению добычи нефти во многом способствовал стабильный рост объемов эксплуатационного бурения, которые выросли с 10.8 тыс. м в 1999 г. до 327 тыс. м в 2012 г. Дополнительная добыча нефти из скважин, вновь введенных в 2012 г., превысила 1136 тыс. т, что составляет 8 % от общего объема добычи нефти.

Прирост добычи нефти в результате применения современных технологий и методов увеличения нефтеотдачи является вторым направлением развития нефтедобычи в республике. Среди факторов повышения эффективности добычи нефти следует выделить: совершенствование технологии буровых работ, применение рациональных систем разработки месторождения, широкое внедрение современных методов повышения нефтеотдачи пластов, применение прогрессивных технологических процессов, а также увеличение межремонтного периода работы скважин. Системы разработки залежей в республике не отличаются разнообразием: как правило, это заводнение вне зависимости от типа и характеристик коллектора и физико-химических свойств флюидов. Чаще всего применяется внутриконтурное заводнение с плотностью сетки от 25 до 50 га/скв, есть примеры приконтурного заводнения и разработки на естественном режиме.

Что касается плотности сетки, то здесь ситуация классическая. В проектах, как правило, определяется величина предельной плотности сетки, обеспечивающая безубыточность проекта, и, соответственно, на этой сетке планируются разнообразные мероприятия по повышению коэффициента извлечения нефти (КИН).

Плотность сетки, как известно, категория экономическая и определяется единственным показателем – плотностью запасов. Однако, ни один недропользователь не будет закладывать скважину глубиной 3500–4000 м на толщины менее 5 м. Для безубыточности проекта плотность сетки на таких объектах должна превышать 100 га/скв, что приводит к низкому охвату и низкому КИН. Однако уплотнение сетки невозможно по экономическим соображениям, а планировать при проектировании различные технологии повышения КИН – преждевременно из-за низкой изученности месторождения.

Выход может заключаться в том, что на этапе составления технологических схем планируется лишь выделение объектов разработки и размещение скважин с детальным обоснованием последовательности ввода. Величина конечного КИН на этом этапе является ориентировочной, конечный коэффициент нефтеизвлечения уверенно можно прогнозировать лишь после разбуривания основного фонда скважин и пост-

роения надежной геолого-гидродинамической модели.

Большую роль в увеличении добычи нефти играют методы интенсификации нефтеотдачи пластов. С этой целью на месторождениях республики используются разные методы: гидроразрыв пласта, приобщение пластов, перевод скважин на механизированную добычу, обработка призабойной зоны, оптимизация режимов работы оборудования. Наиболее эффективными признаны бурение горизонтальных скважин, вторых стволов, гидроразрыв пласта, переводы на другой объект. В последние годы дополнительная добыча по всем методам воздействия варьирует от 800 до 1000 тыс. т ежегодно.

Третьим слагаемым добычного потенциала является прирост запасов по результатам геологоразведочных работ. В целом, добычной потенциал Республики Коми еще довольно высок и способен не только стабилизировать, но и увеличить уровень годовой добычи нефти в регионе. В настоящее время извлечено около 47 % от разведанных запасов нефти [5]. По-прежнему, главным направлением поддержания и развития нефтедобычи в республике является освоение новых месторождений и ввод залежей нефти на уже разрабатываемых площадях. На данном этапе вводятся в разработку в основном мелкие по размерам месторождения.

Выполнение задачи восполнения добычи нефти запасами промышленных категорий с учетом большой разведанности и изученности территории республики требует не только увеличения объемов инвестиций в геологоразведку в несколько раз, но и обязательного государственного финансирования. Наиболее эффективными шагами со стороны государства может служить либо его участие в процессе подготовки запасов с последующей их продажей на аукционе, либо проведение региональных работ, снижающих риски, связанные с проведением работ на новых направлениях, глубинах и районах. Снижение этих рисков для инвестора связано с региональными либо опережающими поисковыми работами на выявление перспективных объектов.

Внедрение современных технологий сдерживается из-за сложившейся к настоящему времени законодательной и нормативной практики.

Недра и полезные ископаемые, находящиеся в них, принадлежат государству, которое временно предоставляет их недропользователям для поиска, разведки и добычи полезных ископаемых. Разработка месторождений должна вестись в полном соответствии с технологическими проектными документами, прошедшими Государственную экспертизу. В проектных документах должны быть учтены интересы государства и недропользователя. При разработке месторождений должна быть обеспечена охрана недр, окружающей среды и безопасные методы проведения всех видов работ. При экономической оценке вариантов разработки расчеты следует проводить по единым для каждого региона нормативам. Эксплуатация на всем протяжении жизни месторождения должна сопровождаться проведением исследований по контролю за процессом разработки и выработки запасов углеводородов, мониторингом разработки залежей.

Для успешного развития нефтяной отрасли республики необходимо следующее. На Федеральном уровне должна быть разработана стратегия развития отрасли, принятие законов, нормативных документов, стандартов, регламентов, методических руководств, регулирующих деятельность ТЭК, государству следовало бы взять на себя ведение НИОКР по важнейшим направлениям, обеспечивающим научно-технический прогресс в отрасли.

Контроль за деятельностью недропользователей должен производиться на уровне субъектов Федерации, которые должны производить мониторинг разработки и обустройства месторождений, включая выполнение проектных решений, внедрение МУН с последующим принятием управленческих решений по нормализации выявленных нарушений. Наряду с применением экономических санкций за нарушение недропользователями обязательств, необходимо предусмотреть стимулирование рационального использования запасов и повышения КИН, применения новых более совершенных технологий повышения нефтеотдачи.

Литература

1. *Муслимов Р. Х.* Пути повышения эффективности использования углеводородного потенциала в условиях прогнозируемого для РФ ухудшения конъюнктуры мирового рынка // Георесурсы. 2013. № 4 (54). С. 6–11.

2. Топливный сектор Республики Коми: направления и методы регулирования развития/ Отв.ред. В. Н. Лаженцев. Коми НЦ УРО РАН. Сыктывкар, 2002. 416 с.

3. Стратегия развития минерально-сырьевой базы углеводородов / А. П. Боровинских, В. И. Гайдеек, Л. З. Аминов, Н. Н. Тимонина и др. // Горный журнал. 2007. № 3. С. 52–56.

4. *Прищепа О. М., Подольский Ю. В.* Современное состояние и прогноз развития минерально-сырьевой базы и добычи нефти на период до 2030 г. //Высоковязкие нефти и природные битумы: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений. Материалы Международной научно-практической конференции. Казань: из-во «Фэн», 2012. С. 10–14.

5. Минерально-сырьевая база углеводородного сырья Республики Коми: современное состояние, перспективы / Е. Л. Теплов, А. В. Куранов, Н. И. Никонов, М. Б. Тарбаев, А. Б. Хабаров // Комплексное изучение и освоение сырьевой базы нефти и газа Севера европейской части России: Сб. материалов научно-практической конференции 4–7 июня 2012 г. С.-Петербург. СПб.: ВНИГРИ, 2012. С. 106–116.

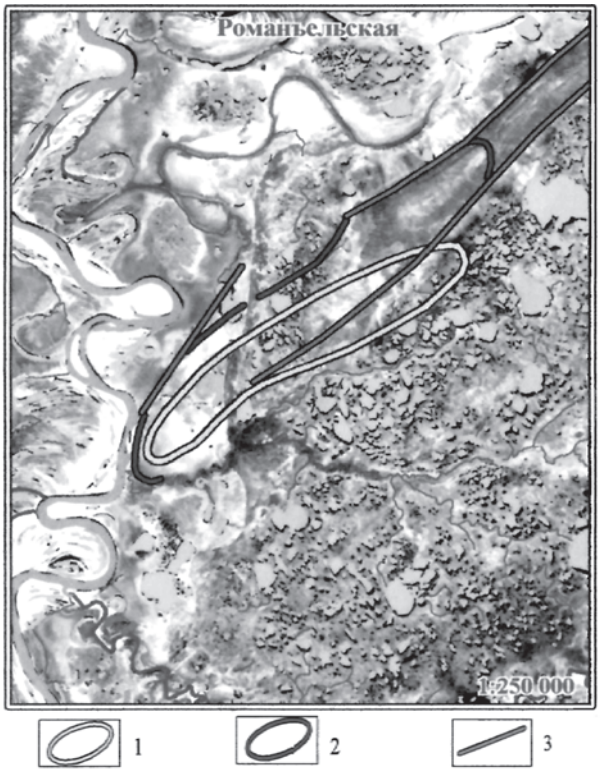
Сравнительная оценка вероятности прогноза месторождений углеводородов и стоимости работ по данным сейсморазведки и дистанционных методов на примере Косью–Роговской впадины

Д. М. Трофимов[1], М. К. Шуваева[1], И. С. Котик[2]
[1]ООО «Ресенойл», Москва
[2]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Основные задачи поисковых работ сводятся к выявлению ловушек, обоснованию их нефтегазоносности, оценке локализованных ресурсов с целью определения рентабельности освоения конкретных структур и лицензионных участков. Эти задачи решаются двумя рассматриваемыми методами.

1. Выявление структурных ловушек. Основное различие между ними заключается в том, что сейсморазведка выявляет локальные поднятия на уровне продуктивных толщ, а дистанционные методы картируют отражение их планового положения на земной поверхности. При преобладающем площадном перекрытии контуров структур, установленных сейсморазведкой, и общем простирании отмечается некоторое отличие их по форме. Это обусловлено воздействием деформаций и дислокаций за постскладчатый этап развития (рис. 1). Они, несмотря на их малоамплитудность, влияли на деформирование ловушек, изменение гипсометрии продуктивных горизонтов и, соответственно, на залежи углеводородов. То есть, сейсморазведка в соответствии со своими разрешающими возможностями регистрирует структуры, сформированные на палеотектоническом этапе развития, а дистанционные методы достраивают их за счет последующих малоамплитудных тектонических движений.

Освоение Косью-Роговской впадины началось в 70-е годы с открытий Интинского, Кожимского и Падимейского месторождений, а затем Кочмесского и Романьельского. В настоящее время на балансе 2013 года не числится ни одной выявленной или подготовленной структуры. Их картирование дистанционными методами началось по инициативе «Севергазпром» в 2003 году. По итогам проведенных работ было спрогнозировано 32 локальных поднятия. Их средние статистические оценки подтверждаемости сейсморазведкой колеблются по другим районам Тимано-Печорской провинции и территориям в интервале от 0.6 до 0.8. Этот показатель в значительной степени определяется плотностью сети сейсмопрофилей, пересекающих эти объекты. Из приведенных данных можно сделать вывод, что около 75% спрогнозированных поднятий считаются достоверными, совпадая с локальными геофизическими аномалиями и структурами, выявленными сейсморазведкой на отдельных площадях. Они могут являться первоочередными объектами для постановки сейсморазведки.



1 - контуры структур, выделенных сейсморазведкой;
2 - контуры структур, прогнозируемых по космическим данным;
3 - разрывные нарушения, прогнозируемые по космическим данным

Рис. 1. Контуры Романъельского поднятия по сейсморазведочным и дистанционным данным



Рис. 2. Количественная оценка перспектив нефтегазоносности локальных поднятий по спектрометрическим данным

2. Оценка перспектив нефтегазоносности спрогнозированных и подготовленных к поисковому бурению локальных поднятий. В настоящее время достоверность оценки наличия залежей углеводородов сейсморазведкой является неоднозначной или не проводится. Работы сводятся в основном к определению качества ловушки и ресурсов. За последние десять лет на основе дистанционных методов был разработан новый арсенал средств для решения рассматриваемой задачи с использованием много- и гиперспектральных, тепловых и радиолокационных съемок. Для этого были использованы все разбуренные структуры: открытые месторождения и пустые структуры. Первые служили эталонами, а вторые—антиэталонами для самообучения и формирования их количественных образов. Опыт работ по многим регионам позволил установить, что они существенно различаются в спектральном и геотемпературных полях (рис. 2).

Много– и гиперспектральные съемки регистрируют разновременно устойчивые спектральные аномалии, связанные с повышенной миграцией углеводородов к земной поверхности над ловушками и осложняющими их разрывными нарушениями.

Тепловые инфракрасные съемки, регистрирующие локальные геотемпературные аномалии, при совпадении с выявленными структурами характеризуются повышенным тепловым потоком, связанным с накоплением тепла теплоизоляцией ловушек и геотермическими реакциями в залежах (рис. 3).

Радиолокационные съемки позволяют выявлять современно активные локальные поднятия и разрывные нарушения. Первые статистически считаются перспективными, а вторые, яв-

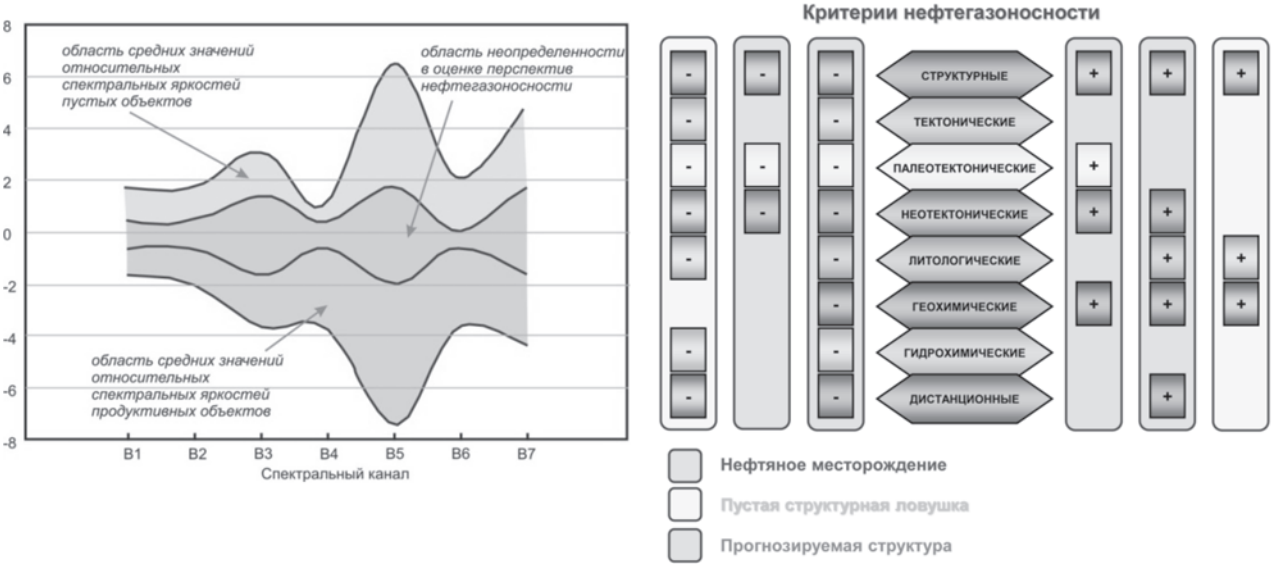


Рис. 3. Геотемпературные и спектральные показатели месторождения и пустого разбуренного поднятия



Рис. 4. Фрагмент карты нефтегазоносности выявленных по дистанционным и геофизическим данным структур по спектральным и геотемпературным данным и степени их близости к эталонным объектам

ляясь сквозными, обеспечивают связь продуктивных горизонтов с земной поверхностью для определения наличия углеводородов и их состава.

На основе данной методики проводилась оценка перспективности локальных поднятий Косью-Роговской впадины (рис. 4). В ее западной, наиболее изученной части было установлено четыре наиболее перспективных и восемь перспективных поднятий, которые могут входить в ресурсную базу этого региона, так как по ним проведена оценка прогнозных локализованных ресурсов.

3. Стоимость работ. Сравнительная оценка стоимости выявления одного локального поднятия в данном районе определялась исходя из затрат на проведение сейсморазведочных работ по методике 2D, плотностью 1,2 погонных километра на 1 км^2, необходимой для выявления локальных поднятий, и затрат на проведение дистанционных работ, включая покупку космических снимков и выполнение комплекса исследований с целью выявления локальных поднятий и определения их перспектив нефтегазоносности. Стоимость одного погонного километра сейсморазведки 2D составляет на сегодняшний день в районе крайнего севера порядка 400 тыс. рублей, стоимость одного км^2 проведения дистанционных работ — 20 тысяч рублей. Экономическая эффективность подготовки объектов методами дистанционного зондирования для постановки детальной сейсморазведки в 20 крат выше, чем при стандартном подходе.

Приведенные сведения показывают, что оптимальная методика поисковых работ должна базироваться на получаемых дистанционных данных, на основе которых проводится сейсморазведка на наиболее перспективных объектах. Комплексирование этих методов увеличивает достоверность работ, их сроки и стоимость освоения лицензионных участков.

Эффективность поисково–разведочных работ на нефть и газ в Республике Коми за 2011–2013 годы

А. Б. Хабаров[1], И. Л. Мартынова[2], М. М. Носова[2], Ю. В. Малюга[2]
[1]Управление по недропользованию по Республике Коми (Коминедра), Сыктывкар
[2]ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», Ухта

Геологоразведочные работы за период 2011–2013 гг. осуществлялись в соответствии с «Программой развития и использования минерально-сырьевой базы Республики Коми на 2006–2010 гг. и на период до 2015 года». Реализация программы включала задачи федерального и регионального уровней.

Наиболее важным направлением расходов федерального бюджета оставались научно-исследовательские и региональные сейсморазведочные работы 2D.

За счет средств республиканского бюджета в ООО «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр» проводились научно-исследовательские работы по обобщению и анализу выполняемых геологоразведочных работ, состоянию и использованию минерально-сырьевой базы Республики Коми и оценки ее перспективного развития.

В последние годы наметился устойчивый рост объемов научно-исследовательских работ, проводимых за счет средств бюджета РФ (рис. 1). В структуре распределения затрат госфинансирование составило 1.9 % (за 2011–2013 гг.). Даже это незначительное увеличение позволило расширить направления геологоразведочных работ с выходом на север Ижма-Печорской синеклизы, где совместно с научно-исследовательскими работами отработано 567 пог. км сейсмопрофилей, в Предуральский краевой прогиб, где отработан профиль 30-РС протяженностью 430 пог. км и скорректировано местоположение параметрической скважины 10-Сырьягинская, на западный склон Урала, где результаты тематических работ позволят предложить новые участки для лицензирования.

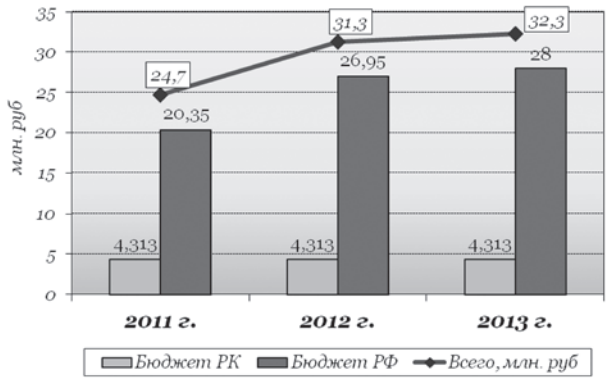


Рис. 1. Объемы бюджетного финансирования НИР

Подавляющая часть объемов геологоразведочных работ проводилась за счет средств недропользователей и включала все поисково-оценочные и детальные исследования.

Объемы проходки за 3 года составили 129.1 тыс. м, в т.ч. поисково-оценочного бурения – 51 тыс. м, разведочного – 78.1 тыс. м (рис. 2). Планируемые «Программой...» 348 тыс. м реализованы всего на 37 %. Данный период характеризуется ежегодным увеличением объемов глубокого бурения и ежегодным ростом доли ООО «Лукойл-Коми», которая за трехлетний период составила 54 %. Стоимость 1 м бурения в 2011 г. составила 86.7 тыс. руб., в 2012 г. – 88.5 тыс. руб., в 2013 г. – 99.8 тыс. руб.

Объемы поисковых сейсмических исследований 2D составили 2.27 тыс. пог. км (доля ООО «Лукойл-Коми» – 38 %) (рис. 3). Работы проводились в центральной части Ухта-Ижемского вала (Среднеседъельская площадь), в пределах Ижма-Печорской синеклизы, Печоро-Кожвинского мегавала, Денисовского прогиба, на юге Хорейверской впадины, в Верхнепечорской впадине (Курьино-Патраковская площадь) и в Коротаихинской впадине (Северо-Воркутинский-1 участок).

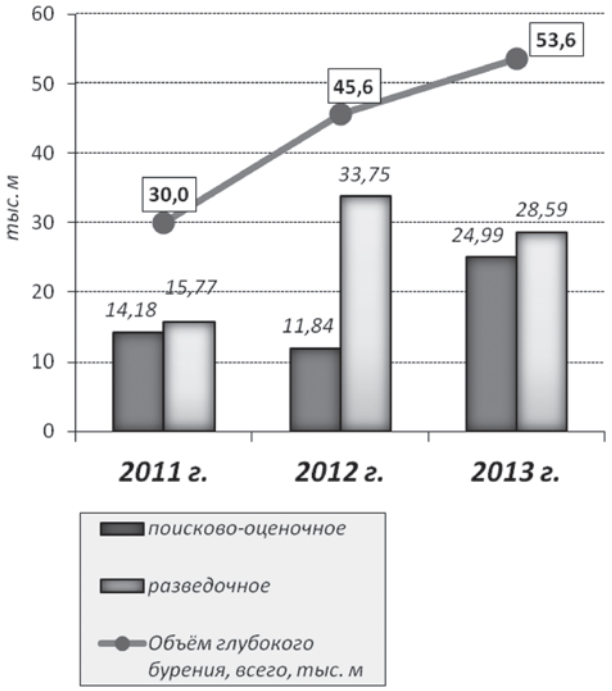


Рис. 2. Динамика объёмов глубокого бурения по категориям скважин за 2011–2013 гг.

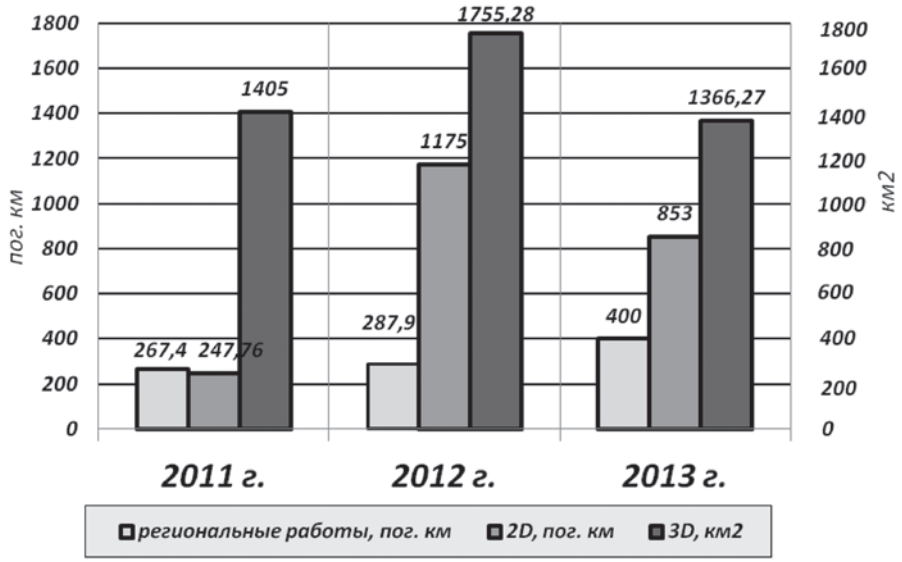


Рис. 3. Динамика объёмов сейсморазведочных работ в РК в 2011–2013 гг.

Период 2011–2013 гг. обеспечил существенный прирост ресурсов углеводородов, который составил 190,6 млн. т.у.т. категории C_3 при запланированных «Программой...» 146 млн т. у. т. Подготовлены и переподготовлены к глубокому бурению 30 локальных структур. Впервые введены в глубокое бурение 5 структур – Мичаельская, Северо-Зеленоборская, Среднемичаельская, Южно-Баяндыская и Северо-Ипатская.

Хорошей тенденцией за рассматриваемый период явилось увеличение объемов детальных сейсмических работ 3D. Всего отработано 4.5 тыс. кв. км (доля ООО «Лукойл-Коми» 73 %), показатели более чем в 3 раза превысили плановые. Основной объем работ был сосредоточен у крупных недропользователей, причем большая их часть 63 % проводилась на крупных структурных объектах, предворяя поисково-разведочное бурение. Это северо-западные районы Ижма-Печорской синеклизы, Денисовский прогиб, участки гряды Чернышева и Хорейверской впадины, центральная часть Косью-Роговской впадины (Кочмесский участок) и юг Верхнепечорской впадины (Курьино-Патраковский участок). Оставшиеся 37% работ проводились на месторождениях с целью их доразведки и увеличения добычи.

В течение рассматриваемого периода был обеспечен прирост запасов углеводородного сырья в объемах, превышающих годовой уровень их добычи в 1.8 раза.

В 2011–2013 гг. было открыто 6 нефтяных месторождений (Восточно-Ламбейшорское, Восточно-Турышевское, Северо-Зеленоборское, Кочмесское, Мичаельское, Северо-Кэиньюское) с суммарным приростом запасов нефти категории C_1 2.76 млн т у. т. Наиболее значительное открытие периода – Восточно-Ламбейшорское месторождение с извлекаемыми запасами 2.03 млн т. у. т., по величине извлекаемых запасов нефти относящееся к категории средних.

В среднеордовикско-нижнедевонском карбонатном НГК в 2013 г. ЗАО «Нэм Ойл» в юго-западной части Хорейверской впадины в пределах Сандивейского поднятия открыто Северо-Кэиньюское месторождение. Залежь нефти приурочена к карбонатным отложениями веякской свиты нижнего силура.

В среднедевонско-франском НГК ООО «Инвест-Трейд» впервые на Каменской площади установлена промышленная нефтеносность поддоманиковых джьерских и яранских отложений верхнего девона.

В доманиково-турнейском карбонатном НГК было открыто 4 новых месторождения.

В центральной части Денисовского прогиба ООО «Лукойл-Коми» открыто Восточно-Ламбейшорское нефтяное месторождение в карбонатных рифогенных отложениях задонского горизонта нижнефаменского подъяруса верхнего девона. В юго-западной части Сандивейского поднятия Хорейверской впадины открыто Мичаельское месторождение с залежью в одновозрастных отложениях.

В центральной части Лемьюской ступени Омра-Лыжской седловины ООО «Косьюнефть» открыты Восточно-Турышевское и Северо-Зеленоборское месторождения в зоне развития сирачойского рифа.

ООО «Газпром переработка» в результате бурения и испытания скважины 6-Северо-Югидская, заложенной в пределах тектонически ограниченного блока, открыта самостоятельная газоконденсатная залежь в среднедевонско-джьерских отложениях, которая вошла в состав Северо-Югыдского нефтегазоконденсатного месторождения.



Рис. 4. Соотношение добычи, прироста запасов и ресурсов УВС за 2011–2013 гг.

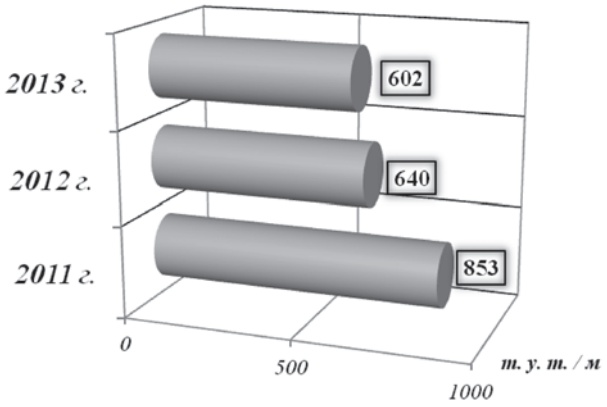


Рис. 5. Эффективность ГРР в 2011–2013 гг.

В средневизейско-нижнепермском НГК в 2012 г. в Косью-Роговской впадине Предуральского краевого прогиба ООО «НК «Союз» открыто Кочмесское месторождение нефти в карбонатных отложениях ассельского и артинского ярусов нижней перми.

За рассматриваемый период прирост запасов УВ за счет ГРР, без учета списания, составил 112.5 млн т у. т. (в т. ч. 25.5 млн т нефти по Яреговскому месторождению). Значительный объем – 109.97 млн т у. т (или 98 %) получен в ходе доразведки на ранее выявленных месторождениях.

Хотя суммарный прирост извлекаемых запасов нефти за рассмотренный период компенсировал добычу, при этом полученные запасы качественно несопоставимы с запасами, обеспечивающими текущую добычу (рис. 4). Поскольку открываемые в пределах провинции месторождения и залежи характеризуются небольшими запасами и невысокими дебитами.

Эффективность ГРР за период 2011–2013 гг. составила 871 т у. т на метр проходки, что в 1.5 раза больше, чем в предыдущий трехлетний период. Затраты на подготовку 1 т у. т составили 106 руб. (рис. 5).

В целом результаты ГРР за истекшие три года можно считать удовлетворительными.

С целью поддержания достигнутого уровня основной объем поисково-оценочных работ, кроме Денисовского прогиба и Хорейверской впадины, необходимо сосредоточить в наиболее перспективных в отношении нефтегазоносности районах Предуральского краевого прогиба (гряда Чернышева, Косью-Роговская впадина и Западно-Уральская складчато-надвиговая зона) и в малоизученных районах северной части Ижма-Печорской синеклизы.

Новые залежи в старых скважинах Тимано–Печорской нефтегазоносной провинции

А. М. Хитров
Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

Тимано-Печорская провинция, особенно ее южная часть на территории Республики Коми, весьма часто, и не вполне обоснованно, считается старым добывающим районом, с которым сложно связывать серьезные перспективы прироста запасов и добычи углеводородов. Между тем в южной части провинции остаются практически не изученными структурные элементы первого порядка, впадины Предуральского прогиба – Косью-Роговская, Большесынинская и Верхнепечорская. Объем осадочного чехла этих впадин как минимум соизмерим с объемом осадочного чехла более или менее изученных районов центра провинции, нефтегазоносные комплексы в этих впадинах те же. Судя по последним данным сейсморазведки и бурения , можно в ближайшие 3–5 лет ожидать значительных открытий в Предуральском прогибе, где геологоразведочные работы были фактически остановлены в конце прошлого века. Несмотря на кризисные явления в экономике и некоторое замедление темпов лицензирования новых перспективных участков, как крупные, так и мелкие компании реализуют, пусть и не в ударных темпах, программы геологоразведочных работ.

Для некоторого оптимизма есть основания благодаря возможности использовать не только

новые данные геологоразведочных работ, но и данные бурения скважин и сейсморазведки конца прошлого века в Тимано-Печорской провинции, в том числе во впадинах.

Часто при переинтерпретации данных каротажа старых скважин на площадях, выведенных в свое время из бурения с отрицательными результатами, обнаруживаются неиспытанные возможно продуктивные пласты. Такие пласты ранее не испытывались по разным причинам – от несовершенства старых комплексов и методик интерпретации каротажа, до представлений о строении природных резервуаров тех лет, которые сегодня уже сильно изменились. Кроме того, в обсаженных скважинах часто встречаются случаи получения пластовой воды из-за некачественного цементажа колонн и заколонных перетоков.

Эти, и другие подобные факторы приводили в прошлом к тому, что площадь выводилась из бурения после бурения первой же скважины, в которой по разным причинам не удавалось получить промышленного притока. Особенно эта проблема обострилась в конце 1980-х и в начале 1990-х годов, когда прекратились камеральные работы по анализу причин отрицательных результатов на введенных в бурение структурах.

По опубликованным в 2013 году данным ВНИГРИ, в результате переинтерпретации данных каротажа 100 старых скважин, в провинции только в нераспределенном фонде недр установлено более 50 так называемых «пропущенных» ранее залежей с общими извлекаемыми запасами только нефти до 100 млн т.

При этом возникает проблема классификации запасов или ресурсов подобных залежей – действующие сегодня нормативные документы (временные «Классификация запасов и ресурсов...» и «Положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ» не предусматривают оценку объемов таких залежей по категории предварительно оцененных запасов категории C_2, поскольку на площади нет промышленного притока (нет запасов категории C_1) . Сложно оценить объемы таких залежей даже по категории перспективных ресурсов C_3. При этой оценке использование данных каротажа нормативными документами не предусматривается, а факт получения воды в перфорированной колонне (пусть из-за заколонного перетока) или фильтрата бурового раствора, обычно формально трактуется как отсутствие залежи, несмотря на нефтенасыщенность пластов по каротажу и/или по керну.

Типичным примером такого рода является лицензионный участок Кочмесский-10 в Косью-Роговской впадине. В его пределах на Поварницкой площади в 1980-е годы были пробурены 3 скважины, в одной из них в колонне был получен неустойчивый затухающий приток нефти объемом от 2 до 5 куб. м с сутки. Площадь была выведена из бурения с отрицательными результатами, поскольку в других скважинах притоков из этой залежи получено не было, а в остальных интервалах была получена вода из-за заколонных перетоков. Новая интерпретация старого каротажа и старой сейсморазведки 2Д показали, что на площади есть как минимум 3 возможных тектонически экранированных залежи , каждая из которых содержит около 15 млн т извлекаемых объемов нефти. После непростых экспертиз на госбалансе запасов полезных ископаемых было учтено около 45 млн тонн извлекаемых перспективных ресурсов категории C_3 . При этом у экспертов было ясное понимание того, что категорийность оценки не вполне корректна, поскольку надежность картирования таких залежей с учетом данных бурения выше, чем для оценки ресурсов C_3, но ниже, чем по категориям запасов C_1 и C_2. Согласно западным классификациям запасов в таких случаях аудиторами возможно использование понятий «возможных» или «вероятных» запасов. При этом очевидно, что риски поискового бурения на такой площади значительно ниже, чем на вновь подготовленной сейсморазведкой к бурению структуре с таким же разрезом. На Поварницкой площади очевидно можно бурить скважину-дублер с целью сделать открытие залежей на известных с точностью до метра глубинах залегания нефтенасыщенных по каротажу пластов-коллекторов . Риски здесь связаны только с неопределенностями оценки характера насыщения коллекторов по каротажу, но никак не с неопределенностями сейсморазведки.

Если исходить из простого предположения о весьма частых подобных примерах, то можно полагать, что ресурсный потенциал потенциал Тимано-Печорской провинции сегодня сильно занижен, возможно в 2–3 раза.

Веякская свита нижнего силура юга Хорейверской впадины. Фации и коллекторы.

Л. Л. Шамсутдинова, М. В. Мезрина
ООО «Тимано-Печорский Научно-исследовательский Центр», Ухта

Южная часть Хорейверской впадины согласно нефтегазогеологическому районированию принадлежит Колвависовскому НГР Хорейверской НГО (рис. 1). В этой части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции одним из наиболее перспективных является нижнесилурийский карбонатный подкомплекс.

Авторами статьи в последние годы проводились детальные исследования по скважинам, пробуренным в южной части Хорейверской впадины (Северо-Баганского, Баганского и Восточно-Мастеръельского и др. нефтяных месторождений), где продуктивна веякская свита нижнего силура. Выделены литологические типы пород, слагающие веякскую свиту, и прослежены закономерности их распределения по разрезу и по латерали [1].

Продуктивная веякская толща имеет неоднородный состав и представлена чередованием пластов-коллекторов и плотных пород. Неравномерный размыв нижнесилурийских отложений обусловил зональное распространение коллекторских толщ под региональной тиманско-саргаевской покрышкой.

По ГИС и вещественному составу веякская свита делится на три подсвиты: нижнюю (vk_1), среднюю (vk_2) и верхнюю (vk_3). Средневеякская подсвита разделена на три пачки: vk_2-I, vk_2-II и vk_2-III, верхневеякская – на две vk_3-I и vk_3-II.

На Северо-Баганской площади свита представлена только нижневеякской подсвитой и нижней и средней пачками средневеякской подсвиты. В восточном и южном направлениях от Северо-Баганского месторождения происходит наращивание разреза, на Баганской площади появляются верхняя пачка средневеякской подсвиты и верхневеякская подсвита (рис. 2), а затем и верхнесилурийские отложения (Восточно-Мастеръельская площадь).

Формирование веякской свиты происходило в пределах мелководно-шельфовой зоны с отмелями и преимущественно водорослевой седиментацией. Поэтому в разрезах преобладают доломиты замещения, образовавшиеся по водорослевым известнякам. В разрезе также встречаются органогенные и иловые разности вторичных доломитов. Подчиненное значение имеют сгустково-комковатые и органогенно-детритовые известняки.

В южной части Хорейверской впадины наилучшими коллекторскими свойствами обладают нижневеякская подсвита, пачки I и III средневеякской подсвиты, особенно, когда они выходят непосредственно под тиманско-саргаевскую покрышку. На таких участках породы наиболее подвергались выщелачиванию, приобретая улучшенные фильтрационно-емкостные свойства. По мере удаления от поверхности предпозднедевонского размыва коллекторские свойства



Рис. 1. Выкопировка из карты тектонического районирования

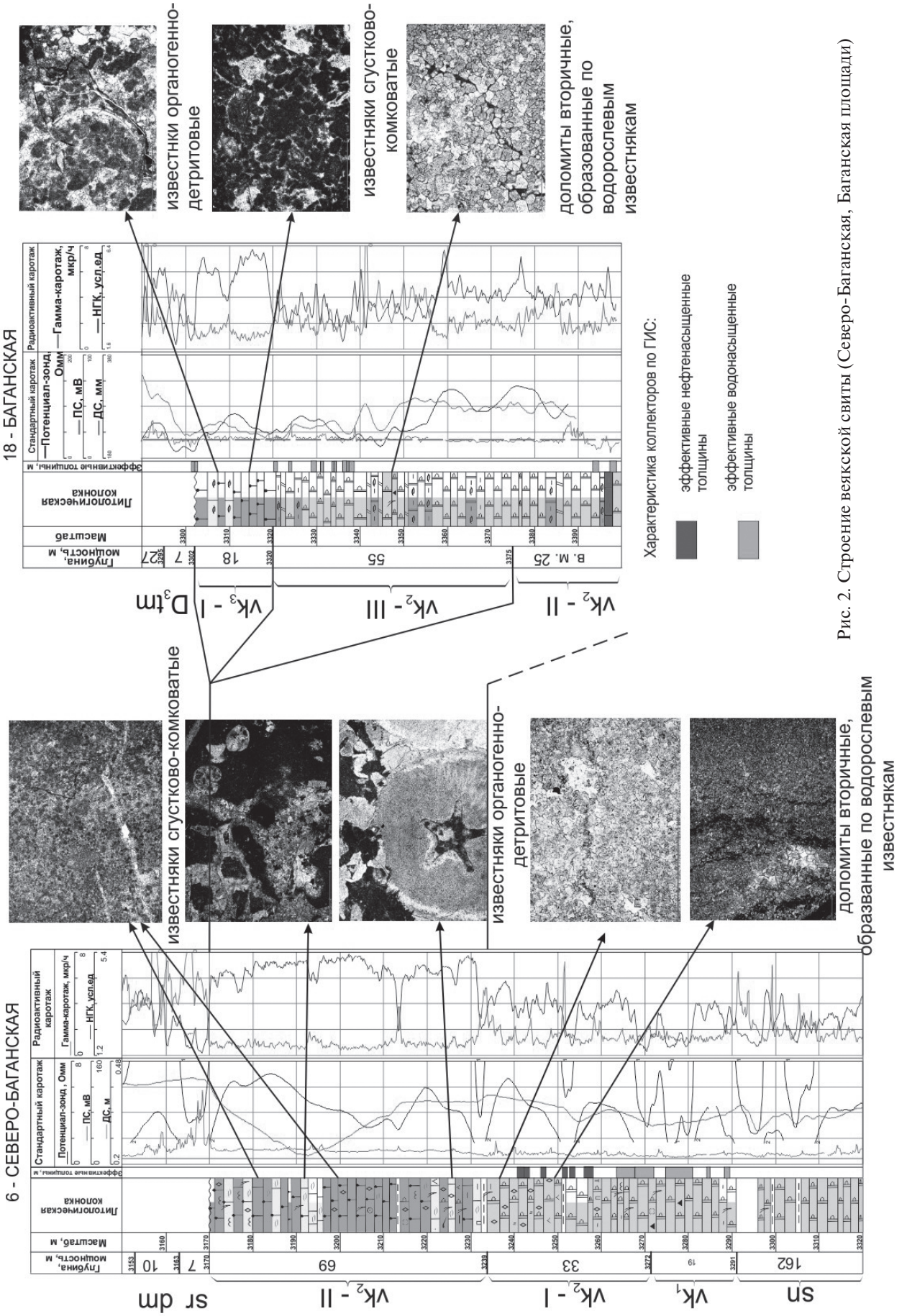


Рис. 2. Строение веякской свиты (Северо-Баганская, Баганская площади)

пород снижаются. Коллекторы сложены преимущественно доломитами замещения по водорослевым известнякам.

По данным промыслово-геофизических исследований на Северо-Баганском месторождении пористость пластов-коллекторовы нижневеякской подсвиты и пачки I средневеякской изменяется от 7.4 до 12.7 %. Перекрываются коллекторские пачки на Северо-Баганской площади пачкой vk_2-II мощностью от 25 до 69 м, которая залегает под тиманско-саргаевской покрышкой и, по сути, является проводящей толщей для залежей нефти пачки vk_2-I. Представлена пачка vk_2-II водорослевыми известняками и, реже, органогенно-детритовыми известняками. При опробовании наибольшие притоки нефти получены в скважинах с небольшой мощностью проводящей толщи (скважины 31, 101, 620). В том случае, когда мощность перекрывающей пачки II средневеякской подсвиты достаточно большая (более 45 м), коллектоторские свойства пачки vk_2-I ниже (пористость 8–10 %). Еще глубже от по-

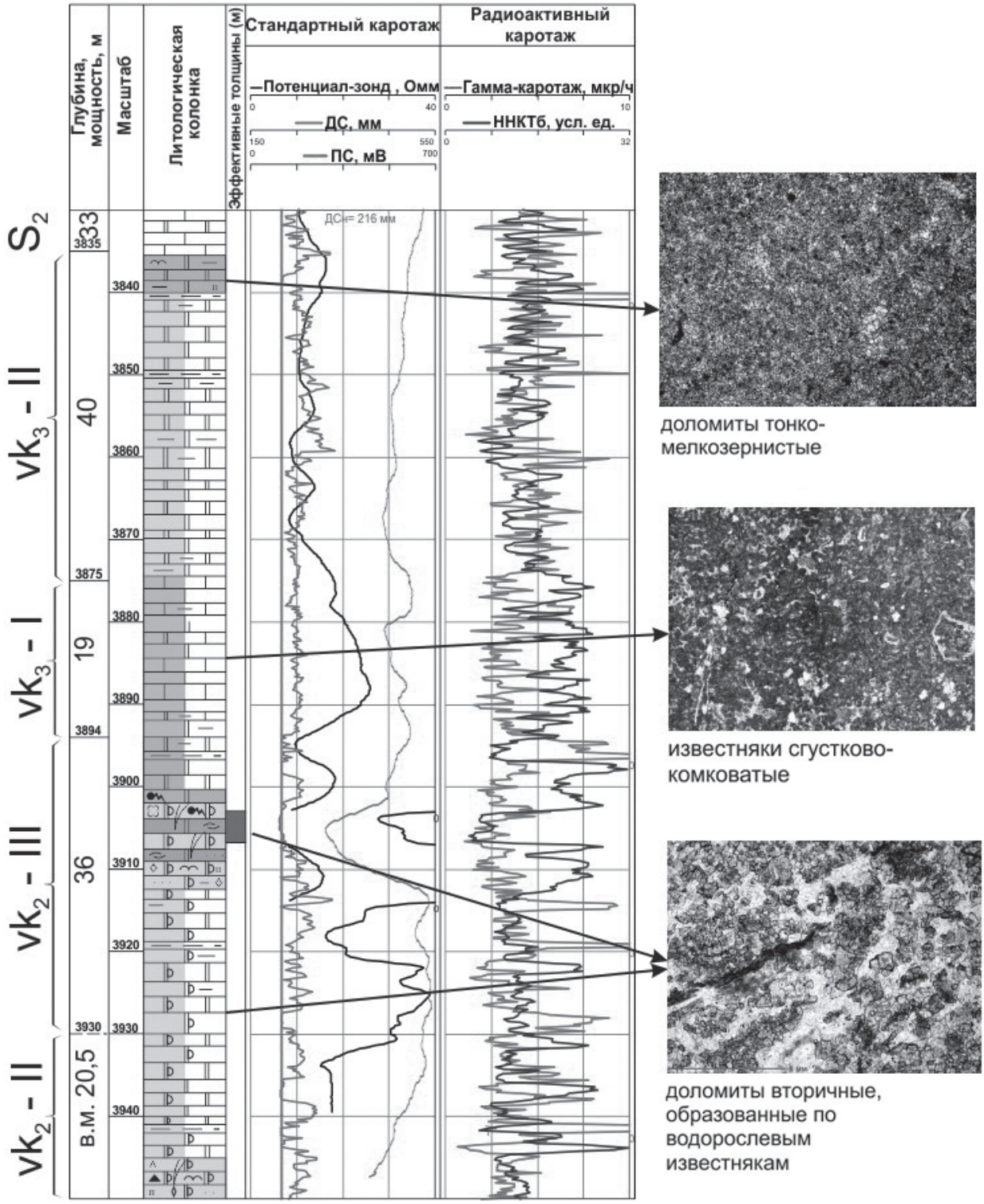


Рис. 3. Литолого-стратиграфический разрез силурийских отложений скважины 1-Восточно-Мастеръельская

верхности размыва пачка vk_2-I залегает на Баганской площади (под пачками II и III средневеякской подсвиты), ее фильтрационно-емкостные свойства еще ниже (пористость по ГИС 5 – 6 %).

В пределах Баганской группы поднятий под поверхность предтиманского размыва выходит и является продуктивной пачка III средневеякской подсвиты (vk_2-III). По промыслово-геофизическим исследованиям пористость отдельных проницаемых пластов достигает 18.1 % (в скважине 43).

На юге и юго-востоке Хорейверской впадины в зонах выхода под тиманско-саргаевскую покрышку преимущественно плотных пород верхневеякской подсвиты и гердъюского горизонта верхнего силура фильтрационно-емкостные свойства залегающей ниже пачки vk_2-III продолжают оставаться достаточно высокими. Это подтверждено получением притоков минерализованной воды при опробовании интервала залегания пачки во многих скважинах: 1-Восточно-Ярокутавожская, 18-Баганская, 5-Южно-Баганская. Пористость пластов-коллекторов по ГИС изменяется от 7 до 13.5 %.

Предположительно из пачки vk_2-III получены притоки нефти в скважине 1-Восточно-Мастеръельская, пробуренной на самом юге Хорейверской впадины (Сынянырдская котловина) в зоне выхода под тиманско-саргаевскую покрышку верхнесилурийских отложений (рис. 3). Коллекторы представлены вторичными доломитами, образованными по водорослевым и органогенно-детритовым известнякам. Пористость для подсчета запасов принята 10.2 %. Покрышка, скорее всего, локальная внутриформационная — глинистый пласт, перекрывающий пласт-коллектор. В данном случае на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов положительное влияние оказали процессы перекристаллизации и доломитизации, развивавшиеся по водорослевым и органогенно-детритовым известнякам. Трещиноватость доломитов также способствовала улучшению коллекторских свойств пород.

Учитывая результаты опробования и испытания скважин, данные обработки ГИС, лабораторного изучения петрофизических свойств по керну в южной части Хорейверской впадины, выделены и прослежены зоны, благоприятные для развития коллекторов и образования залежей УВ в силурийских отложениях под региональной тиманско-саргаевской покрышкой.

Литература

1. *Мезрина М. В.* Литологическая характеристика продуктивных силурийских отложений юга Хорейверской впадины // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 21-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2012. С. 155–157.

Тектоногеодинамические стресс–факторы позднего мезозоя и кайнозоя в эволюции Баренцевоморской континентальной окраины и их влияние на становление ее углеводородного потенциала

Э. В. Шипилов
ПГИ Кольского НЦ РАН, Мурманск

Акцентируется внимание на двух тектоногеодинамических факторах, внесших наиболее заметный вклад в трансформацию литосферы и перераспределение углеводородного потенциала Баренцевоморской континентальной окраины – это юрско-меловой базальтоидный магматизм и кайнозойские тектонические деформации.

Рассмотрены проявления юрско-мелового базальтоидного магматизма в осадочном чехле Баренцевоморской континентальной окраины зафиксированные различными методами геологических и геофизических исследований [5]. Установлено, что «аномальные сейсмические горизонты», обусловленные базальтоидными интрузиями – силлами, насыщают разрез терригенных отложений и в плане прослеживаются от архипелага ЗФИ в виде языка далеко на юг вдоль Восточно-Баренцевской троговой системы, придерживаясь полосы ее депоцентра с трансформированной утоненной земной корой. Оконтурен ареал распространения Баренцевоморской магматической провинции. Она имеет близкую к Т-образной конфигурацию с размахом с юга на север около 1300–1400 км, а с запада на восток (от Западного Шпицбергена до желоба Святой Анны) — около 1300 км. Площадь провинции по приближенным подсчетам составляет порядка 800 000 км^2 [5]. Полученные датировки абсолютного возраста, в сопоставлении с известными данными о возрасте базальтоидов Канадского Арктического архипелага, севера Гренландии и Новосибирских островов, свидетельствуют о том, что наиболее ранние проявления базальтоидного магматизма (ранняя юра), обусловленные начальным этапом

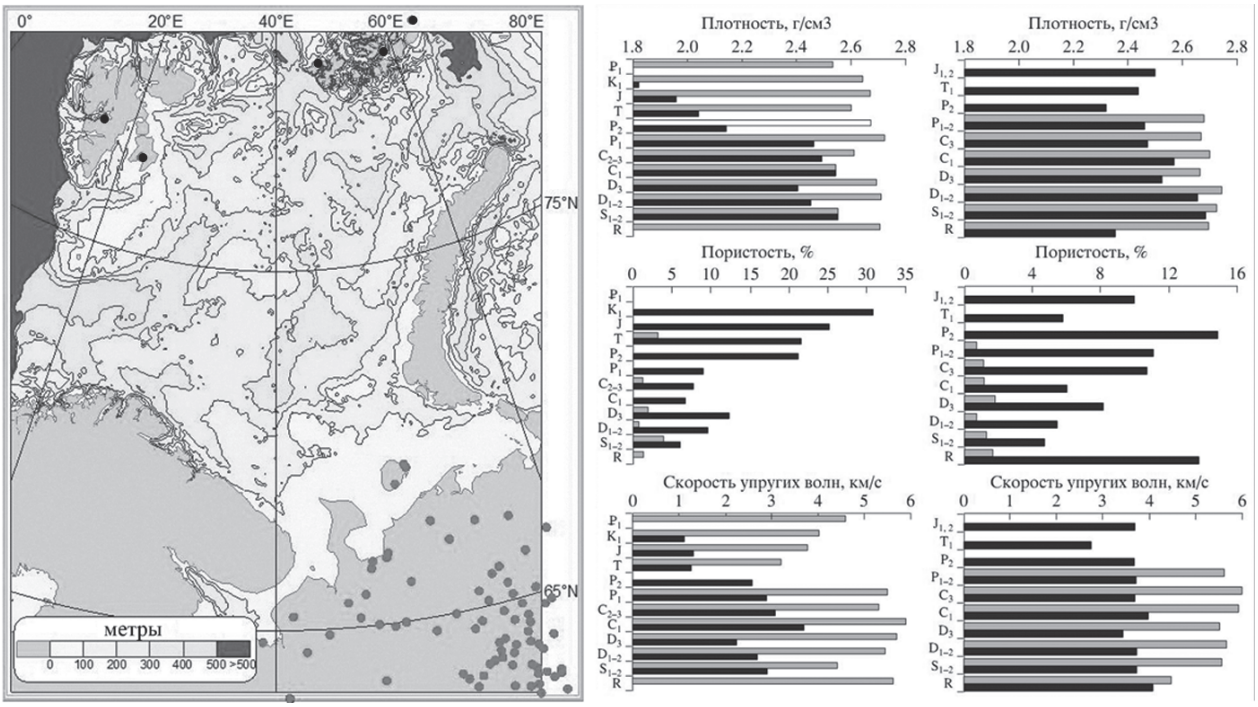


Схема расположения скважин (слева) и диаграммы петрофизических характеристик пород (справа), вскрытых скважинами на континентальном (черные полосы) и островном (серые полосы) обрамлении Баренцевоморской окраины [7]. Свойства терригенных пород – левый столбец, карбонатных пород – правый столбец

действия суперплюма, имели место на архипелаге Земля Франца-Иосифа. Изучение сейсмических материалов показывает, что многочисленные тела силлов в триасовых отложениях отмечаются на сейсмических разрезах пересекающих Штокманско-Лунинский порог и в том числе и под локальными структурами таких месторождений УВ, как Штокманское, Ледовое и Лудловское. Результаты сейсмостратиграфического анализа и определения возраста проявлений базальтоидного магматизма с большой вероятностью указывают на то, что формирование и рост локальных структур рассматриваемых месторождений УВ, впрочем, как и самого Штокманско-Лунинского порога, и процесс интрузивной магматической деятельности проистекали практически одновременно [3, 6].

Второй, не менее значимый, «мультитектонический» стрессовый для окраины фактор связан преимущественно с кайнозойским этапом ее эволюции. Обусловлен он тем, что развитие океанических бассейнов протекало в их неразрывном тектоническом и геодинамическом взаимодействии с рассматриваемой окраиной. Прежде всего, в данном случае это проявляется в обособлении и оформлении Баренцевоморской шельфовой платформы – как объекта неотектонических преобразований в эпоху раскрытия молодых океанических бассейнов. Трансформация ее структуры происходила на фоне дробления и блокового разобщения континентальной коры (деструкция и фрактализация) сопровождавшихся мощными фазами ее аплифта, денудационного среза и эрозии. На это указывают данные о вулканизме (палеоген, неоген, квартер) окраины, развитии тектономорфных желобов (грабенов), современная аномальность геофизических свойств земной коры (в том числе тепловая и сейсмическая активность) и, кроме того, специфические деформации осадочного чехла [4, 7].

На основе сравнительного анализа петрофизических свойств пород островной и континентальной периферии Баренцевоморского шельфа [7] выяснены их существенные различия, свидетельствующие об интенсификации тектонических процессов в северо-западном сегменте окраины. Этот выступ континентальной коры можно рассматривать как своеобразный «концентратор» напряжений находящийся под перекрестным влиянием обрамляющих его спрединговых бассейнов и суммирующий поступающие из них тектоно-геодинамические импульсы. В контексте этого установленные показатели петрофизических свойств пород фанерозоя в целом (от рифея до мела-палеогена) северо-западного сегмента окраины (по результатам бурения на арх. Шпицберген и Земля Франца-Иосифа) свидетельствуют о том, что они более интенсивно подвергались процессам катагенеза и дислокационного метаморфизма, чем породы тыловой области. Таким образом, параметры коллекторских свойств пород осадочного чехла дают основание говорить о более низких перспективах нефтегазоносности северо-западного сегмента окраины

по сравнению с ее южными районами (см. рисунок). Подтверждением этому служит и наличие на Земле Франца-Иосифа остаточных битумоидов [2, 8]. Их проявления, по мнению автора, являются результатом не только термального влияния юрско-мелового базальтоидного магматизма на вмещающие образования, но и следствием воздействия стрессовых тектонических обстановок кайнозоя. Многократные поднятия и эрозия, растяжение и сжатие и пр., в которые были вовлечены породы северо-западного сегмента окраины в кайнозое, привели их к так называемому эффекту «отжатой губки». Но это не исключает открытия здесь небольших по запасам месторождений углеводородов, на что указывают многочисленные известные проявления нефтегазоносности в естественных обнажениях и скважинах на арх. Шпицберген [1].

В геодинамическом и тектоническом отношении полученные результаты показывают, что структура Баренцевоморской окраины не оставалась «законсервированной» в юрско-меловое и кайнозойское время, а трансформировалась, реагируя на главные события связанные с процессами формирования океанических бассейнов Арктики. Это запечатлено в геологическом строении осадочных комплексов, проявлениях магматизма, тектонических деформациях и физических параметрах пород, что непосредственным образом отразилось на условиях распределения УВ потенциала.

Литература

1. *Верба М. Л.* Проявления природных углеводородов в осадочном чехле Шпицбергена // Нефтегазовая геология. Теория и практика. Электронный научный журнал. 2007. № 2.

2. *Клубов Б. А., Острой А. С.* О первых находках природных битумов на Земле Франца Иосифа // Доклады АН СССР. 1995. Т. 342. № 6. С. 785–788.

3. *Шипилов Э. В.* О тектономагматическом факторе в формировании месторождений-гигантов углеводородов Восточно-Баренцевского бассейна // ДАН. 2010. Т. 434. № 4. С. 509–514.

4. *Шипилов Э. В., Верниковский В. А.* Строение области сочленения Свальбардской и Карской плит и геодинамические обстановки ее формирования // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 1. С. 75–92.

5. *Шипилов Э. В., Карякин Ю. В.* Баренцевоморская магматическая провинция: геолого-геофизические свидетельства и новые результаты определения Ar^{39}/Ar^{40} возраста // ДАН. 2011. Т. 439. № 3. С. 376–382.

6. *Шипилов Э. В., Мурзин Р. Р.* Месторождения углеводородного сырья западной части российского шельфа Арктики: геология и закономерности размещения // Геология нефти и газа. 2001. № 4. С. 6–19.

7. *Шипилов Э. В., Тюремнов В. А., Глазнев В. Н., Голубев В. А.* Палеогеографические обстановки и тектонические деформации Баренцевоморской континентальной окраины в кайнозое // ДАН. 2006. Т. 407. № 3. С. 378–383.

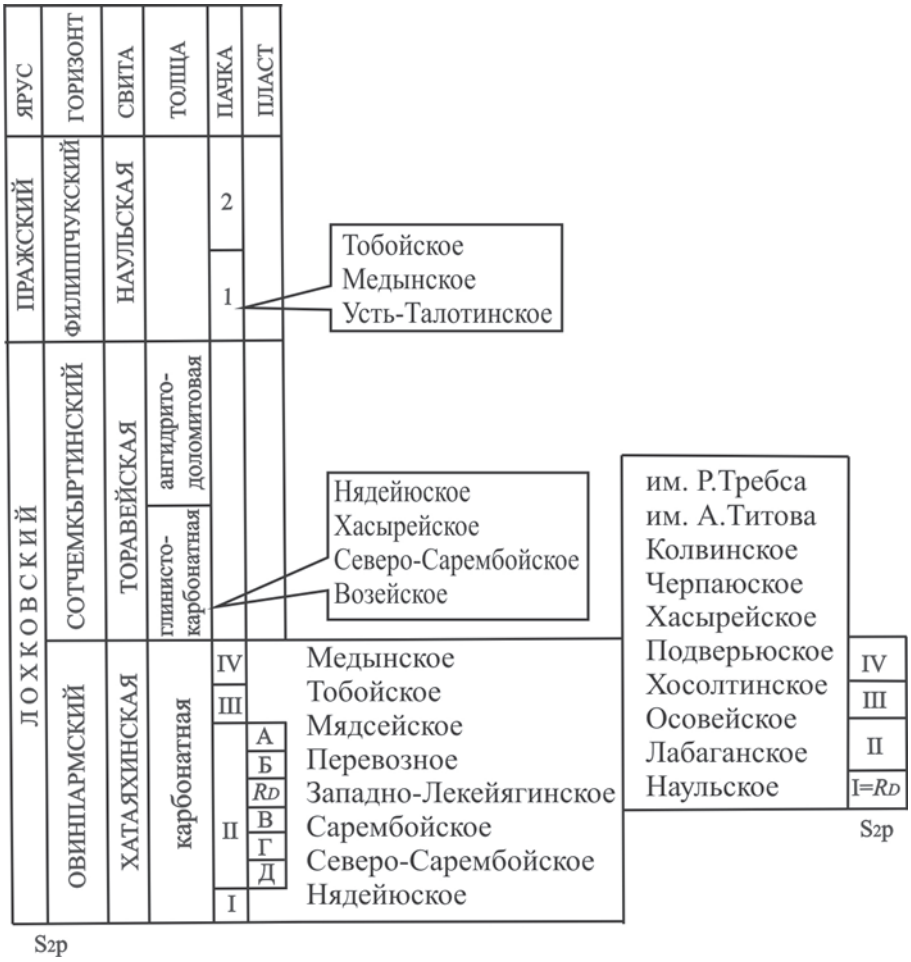
8. *Шкатов Е. П., Старк А. Г., Качурина Н. В., Безруков В. М.., Винокуров И. Ю.* К вопросу о перспективах нефтегазоносности северных областей Баренцево-Карского шельфа (желоб Франц-Виктория) // Геология нефти и газа. 2001. № 4. С. 20–24.

Залежи нефти в нижнедевонских отложениях Тимано–Печорской провинции

З. П. Юрьева
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

На территории Тимано-Печорской провинции нижнедевонские отложения содержат промышленные запасы углеводородов, что определяет её уникальность в сравнении с другими известными провинциями. Мощность отложений значительно изменяется от 2000 м до полного выклинивания. Только одно Возейское месторождение открыто на территории Колвинского мегавала. 20 месторождений установлены на северо-востоке провинции — в западной бортовой зоне Хорйверской впадины и Варандей-Адзьвинской структурной зоне (ВАСЗ).

Нижнедевонские отложения ритмично построены, довольно уверенно коррелируются. Это помогает сопоставлять продуктивные уровни в латеральном плане. Залежи нефти приурочены к пластовым резервуарам. Большинство месторождений являются многопластовыми. Основной продуктивный стратиграфический горизонт в разрезе нижнего девона — овинпармский. Пять залежей содержат карбонатные пласты пачки II овинпармского горизонта. Они являются объектом разработки на месторождениях в северной части Сарембой-Лекейягинского вала. Флюидоупорами для залежей служат плотные карбонатные и глинисто-карбонатные породы, разделяющие пласты-коллекторы, и карбонатно-глинистые породы пачки III (рисунок). В овинпармских



Положение залежей нефти в разрезе нижнего девона Тимано-Печорской провинции

отложениях Западно-Лекейягинского, Северо-Сарембойского месторождений к диапазону нефтеносности присоединяются коллекторы пачки IV. На Сарембойском и Нядейюском месторождениях отложения пачки III утрачивают свойства флюидоупора и вместе с коллекторами пачки IV представляют продуктивный интервал нефтеносных карбонатных коллекторов.

Условия осадконакопления, а также события в течение всей истории геологического развития обусловили различное положение залежей в разрезе нижнего девона и разнообразие залежей нефти по типу экрана. Приподнятым тектоническим блокам фундамента соответствуют зоны развития нижнедевонских отложений уменьшенной мощности. Мелководные условия осадконакопления в зоне шельфа, влияние эрозии отложений и сокращение базальных пластов овинпармского горизонта проявились в формировании карбонатной толщи на востоке Хорейверской впадины, южной части ВАСЗ.

Зависимость положения пластовых залежей от фациальных особенностей отложений отразилась в положении залежей в разрезе хорейверской нижнедевонской клиноформы. Залежи месторождения им. Р. Требса находятся в карбонатных коллекторах пачек II и IV. На месторождениях Колвинском и им. А. Титова продуктивными являются пласты вторичных доломитов пачек III и IV.

Тектонические разломы, надвиги усложняют строение месторождений, увеличивают число залежей. Ловушки нефти с тектоническим и стратиграфическим экранами установлены в северной части клиноформы (месторождение им. Р. Требса), на валах Сорокина, Гамбурцева. Пластовые стратиграфически экранированные залежи открыты на месторождениях им. А. Титова, Колвинском. В пликативных локальных структурах пластовые сводовые залежи нефти разведаны на Сарембой-Лекейягинском вале (Медынское, Тобойское, Мядсейское, Западно-Лекейягинское и др).

Формирование пород-коллекторов обусловлено характером осадконакопления в раннем девоне. Значительное влияние имели более поздние геологические факторы. Проявление тектонической активности в предсреднедевонское и позднепалеозойское время нашло отражение в образовании трещин, увеличении емкостных свойств карбонатных пород. Сложность строения карбонатных коллекторов определяется избира-

тельностью процессов выщелачивания и вторичной доломитизации, которые привели к образованию пустотного пространства. Структуры пород, в зависимости от того, насколько интенсивно протекали процессы вторичной доломитизации, меняются от микро-тонкозернистой до средне-мелкокристаллической [1]. По данным петрофизических исследований продуктивные пласты сложены в основном доломитами замещения, развитыми по известково-доломитовой породе с биоморфной структурой. Органический материал представлен остатками остракод, брахиопод, пелеципод, гастропод, криноидей, полностью преобразованный в эпигенетический доломит. Среди вторичных процессов преобразования пород на формирование коллектора оказали выщелачивание, доломитизация и трещинообразование. В результате суммарного воздействия вторичных процессов произошло образование вторичной ёмкости, неравномерно развитой в породе [2].

Нефтенасыщенные поровые и порово - трещинные коллекторы установлены в базальной части сотчемкыртинского горизонта. Притоки нефти получены на Нядейюском, Хасырейском и Северо-Саембойском месторождениях. На Возейской структуре из карбонатных пород нижней пачки сотчемкыртинского горизонта получены промышленные притоки нефти [3]. Ангидрито-доломитовые толща являются полупокрышкой для залежей в овинпармском горизонте.

Гранулярные нефтенасыщенные коллекторы пражского яруса увеличивают стратиграфический диапазон нефтеносности нижнего девона. Залежи нефти литологически экранированные установлены на Тобойском, Медынском месторождениях. В разрезе Вашуткино-Талотинского надвига на Усть-Талотинской площади выявлены нефтенасыщенные песчаники, при испытании которых получен приток нефти.

В области значительного размыва нижнедевонских отложений карбонатные коллекторы овинпармского горизонта выведены под нижнефранский флюидоупор, образуя природный резервуар оптимального строения. Стратиграфическое экранирование залежей обусловлено несогласным перекрытием коллекторов глинистыми нижнефранскими породами. Здесь проявляется важное и надёжное условие сохранения залежей нефти – флюидоупор непосредственно налегает на резервуар. Структурный фактор и литологические экраны способствовали сохранению скоплений нефти, удалённых от регионального нижнефранского флюидоупора. Глинистые породы пачки I и регионального глинистого пласта R_D являются нижним флюидоупором для залежей в овинпармском горизонте.

Литература

1. *Дузин В. И., Симоненко Е. П., Зарипова В. В.* Выделение и оценка карбонатных коллекторов нижнего девона Тимано-Печорской провинции на примере Западно-Лекейягинского месторождения // Проблемы и основные направления научных исследований в ОАО «Архангельскгеолдобыча». М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2001. С. 29–45.

2. *Зарипова В. В.* Физико-литологическая характеристика карбонатных пород-коллекторов в продуктивных пластах нижнего девона и методика их выделения // Проблемы и основные направления научных исследований в ОАО «Архангельскгеолдобыча». М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2001. С. 60–71.

3. *Майдль Т. В., Малышев Н. А., Чупров В. С.* Особенности строения и нефтегазоносности нижнедевонских отложений Колвинского мегавала // Литология и нефтегазоносность карбонатных отложений (материалы 2-го Всероссийского литологического совещания и Восьмого Всероссийского симпозиума по ископаемым кораллам и рифам). Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 150–151.

Особенности генезиса нижнепалеозойских карбонатных коллекторов надвиговых зон севера Печорского НГБ

Т. В. Майдль, И. И. Даньщикова
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

В связи с истощением фонда локальных структур, все больший интерес вызывают вопросы перспектив нефтегазоносности надвиговых систем, широко развитых в пределах восточного и северо-восточного обрамления Печорской плиты. Нами проводилось исследование влияния характера тектонических деформаций на формирование карбонатных коллекторов O_3–D_1 комплекса на примере ряда разрезов Адакской площади гряды Чернышева и вала Гамбурцева.

Гряда Чернышева – сложная веерообразная структура во фронте Косью-Роговской надвиговой пластины. Современное залегание отложений на гряде Чернышева обязано комбинации поддвигания и надвигания мощных осадочных толщ за счет послойного срыва в условиях тангенциального сжатия. Осадочный чехол разделен надвиговыми нарушениями на крупные тектонические пластины, ограниченные снизу единым подошвенным надвигом – детачментом, приуроченным к эвапоритовым отложениям верхнего ордовика. Наряду с надвигами и взбросо-надвигами в строении структур принимают участие вдвиги и сдвиговые деформации [8, 2].

Вал Гамбурцева также образован в условиях тангенциального сжатия и приурочен к фронтальным частям взбросо-надвига, сместитель которого выполаживается в нижних горизонтах осадочного чехла. Спецификой его образования являлось также существенное влияние горизонтальной сдвиговой составляющей, которая проявлена в морфологии антиклинальных структур, приуроченных к кулисообразно подставляющим друг друга тектоническим нарушениям [6].

Нефтеносность O_3–D_1 комплекса вала Гамбурцева и гр. Чернышева локализуются в карбонатных толщах S_2–D_1, коллекторами в которых являются трещиноватые, кавернозно-пористые известняки и доломиты, а покрышкой – тиманско-саргаевские глинистые известняки, аргиллиты и глины. При сравнении коллекторов отложений S_2–D_1 месторождений гр. Чернышева и вала Гамбурцева [4, 2] можно отметить, что в целом они характеризуются однотипным строением пустотного пространства и относятся к сложным средне-низкоемким коллекторам трещинно-каверново-порового, трещинно-порового и трещинного типов. Благоприятным для аккумуляции УВ фактором является отсутствие или сокращение мощности карбонатно-сульфатной пачки D_1sk, выполняющей в строении резервуаров роль рассеивающей толщи.

Следует отметить, что сложные низко-среднеемкие типы карбонатных коллекторов характерны для нижних горизонтов осадочного чехла, наиболее подверженных тектоническим стрессам. Известно, что в надвиговом поясе в интервале доскладчатых палеоглубин 1–5 км потеря пористости в среднем составляет от 12 до 2 %. Уменьшение пористости отчасти компенсируется трещиноватостью, концентрирующейся в локальных зонах растяжения - сводах рамповых антиклиналей, в верхних частях дуплексирующегося комплекса [7].

В широком смысле надвиго-поддвиговые обстановки можно рассматривать как обстановки горизонтального сдвига вдоль горизонтальной же плоскости. Характерно, что сдвиговые зоны в узком смысле (т. е., горизонтального сдвига вдоль вертикальной плоскости), широко развитые как в пределах плиты, так и ее обрамлений, происходили также в режиме тангенциального сжатия. Существующие модели сдвигов предполагают два главных механизма их формирования: 1) простого и 2) чистого сдвигов. Элементы простого сдвига создают моноклинную сингонию при значительной ротационной компоненте главного поля напряжений. В общем случае обстановки и структуры сжатия локализуются во фронтальных частях обоих крыльев разрыва, а обстановки растяжения - в тыловых частях противоположных крыльев разрыва, где формируются трещины отрыва. Чистый сдвиг формирует относительно короткие сопряженные системы разрывов сдвиговой кинематики и, как правило, не связан с ротациями. И надвиговые и сдвиговые системы проходят несколько этапов развития: 1) от эмбрионального сдвига и образования густой сети коротких трещин отрыва, 2) через преобразование ее в узкие зоны более протяженных сколов и 3) формирования четко выраженной плоскости сместителя и тектонического меланжа [1, 3]. Очевидно, что аккумуляционный потенциал входящих в эти системы структур будет зависеть как от стадии развития сдвига, так и от положения в системе. Особый интерес вызывают так называемые трансферные зоны, формирующие поднятия и обладающие повышенной трещиноватостью [6].

При изучении нижнепалеозойских карбонатных отложений, вскрытых бурением на вале Гамбурцева и Адакской площади гряды Черны-

шева, отмечаются многочисленные признаки тектонических деформаций, проявленных как в характерных текстурных новообразованиях, так и в эпигенетических преобразованиях пород, вызванных процессами тектогенеза [5]. В разрезах отмечаются как *катакластические тектониты* (брекчии, катаклазиты, мелониты) - продукты хрупкого разрушения пород, так и *стресс-тектониты* (результат пластического течения: будины, складки волочения) и их переходные разности. Катакластические тектониты (катаклазиты в широком смысле слова) образуются при высоких скоростях деформации, низких давлениях и температурах (P < 5 кбар, T < 200°C). Обычно они приурочены к сдвигам и сбросам, реже связаны с надвигами. В изученных разрезах фиксируются два уровня регионального развития тектонических брекчий, связанных с послойными срывами: по соленосной толще малотавротинской свиты O_3 на гряде Чернышева и по поверхности регионального стратиграфического несогласия D_1–D_3 на вале Гамбурцева. В первом случае брекчии приурочены к верхней пачке малотавротинской свиты (O_3^2), во втором – к карбонатной толще D_3tm_1. Первичные отложения интенсивно переработаны деформациями. В керне присутствуют как катакластические тектониты — продукты хрупкого разрушения пород (брекчии, катаклазиты), так и стресс-тектониты, (рекристаллизация, пластическая деформация течения, смятия, эпигенетическая сульфатизация и пр.), а также их переходные разности. Эти же процессы отмечаются и в удаленных от поверхности срыва толщах. Горизонты тектонического брекчирования, микровзбросы и их системы отмечаются на разных уровнях вскрытого разреза силура и девона. Режим растяжения в толщах фиксируются развитием трещин скола, частично или полностью залеченных агрегатами ангидрита, доломита реже флюорита. Отмечается также прожилковая сульфидная и сульфатная эпигенетическая минерализация, связанная с системой микротрещин отрыва. Эпигенетическая минерализация тесно связана с рассольным эпигенезом, активированным тектоническими процессами. С зонами сжатия ассоциируют стилолиты, микроструктуры которых свидетельствуют об участии в их образовании флюидных потоков. В незначительно разобщенных с ними в пространстве зонах растяжения, трещины отрыва и прожилки с баритом, целестином или кремнеземом. С системой микротрещин связаны также процессы выщелачивания, нефте- и битумонасыщения самих трещин и прилегающих участков пород. Структурный рисунок расположения в породе дает представление о морфологии трещинной системы в целом. На вале Гамбурцева он демонстрирует разные стадии развития сдиговой ячейки, на гряде Чернышева – преобладает надвиговый характер деформаций.

Распределение значений пористости в S_2–D_1 карбонатных коллекторах под поверхностью предфранского несогласия вала Гамбурцева демонстрирует концентрацию наиболее емких (Кп >5 %) коллекторов в достаточно узком интервале глубин –100 ... –300 м от поверхности несогласия в доломитизированных карбонатных толщах D_1ov и S_2gr. Их формирование, возможно, связано с зоной растяжения тыловой части крыла сдигового нарушения, фиксируемого развитием нижнетиманских брекчий. Формирование коллекторов гряды Чернышева и их нефтеносность также во многом определялась формированием и развитием трещинной системы, обусловленной обстановками локального растяжения и сжатия в условиях развития надвиговых и сопряженных с ними деформаций.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-5-6-012-АРКТИКА «Формирование углеводородных систем в толщах верхнего палеозоя в арктическом районе Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна».

Литература

1. *Гончаров М. А., Талицкий В. Г.* Зарождаются ли «трещины скалывания» путем скалывания? // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1998. № 3. С. 18–22.

2. *Данилов В. Н., Иванов В. В., Гудельман А. А.* и др. Перспективы нефтегазоносности центральной части поднятия Чернышева по результатам геологоразведочных работ на Адакской площади // электр. науч. журн. Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т.6, №2. С. 1–30.

3. *Игнатов П. А., Новиков К. В., Бушков К. Ю., Толстов А. В.* Реконструкция кинематики разломов на закрытых территориях по данным анализа микронарушений в керне // Известия вузов. Геология и разведка. 2011, № 3. С. 55–60.

4. *Майдль Т. В.* Литология и коллекторы продуктивных отложений нижнего девона вала Гамбурцева. Тр. Ин-та геологии Коми науч. Центра УрО АН СССР. 1989. Вып.69. С. 34–46.

5. *Майдль Т. В., Данщикова И. И.* Проявление тектонических деформаций в карбонатных породах Адакской площади (гряда Чернышева) / Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2013. № 2. С. 7–9.

6. *Малышев Н. А.* Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов европейского севера России. Екатеринбург, 2002. 269 с.

7. *Прокопьев А. В., Фридовский В. Ю., Гайдук В. В.* Разломы (Морфология, геометрия, кинематика). Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. 148 с.

8. *Юдин В. В.* Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург:Наука, 1994. 285 с.

Неантиклинальные ловушки в палеозойских отложениях Малоземельско–Колгуевской моноклинали

В. С. Чупров
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Малоземельско-Колгуевская моноклиналь (МКМ) расположена в крайней северо-западной части Печорской синеклизы. В пределах моноклинали выделяются Нарьянмарская и Удачная ступени, осложненные рядом локальных поднятий (Нарьянмарским, Долгим и др.), прослеживающихся по всем горизонтам осадочного чехла. Глубины залегания фундамента составляют здесь 2–4 км [2].

В пределах МКМ пробурено около 100 параметрических, поисковых и разведочных скважин, при этом общий метраж глубокого бурения составил 227,5 тыс. пог. м при средней плотности бурения 10,2. пог. м/км^2. На сегодняшний день территория МКМ остается одной из наиболее слабо изученных территорий Печорского осадочного бассейна, плотность сейсморазведочных работ МОГТ составляет лишь 0,29 пог. км/км^2.

В ходе проведения сейсморазведочных работ было выявлено и подготовлено к поисковому бурению более 20 неантиклинальных структур разного типа (рифогенных, литолого-стратиграфических, стратиграфически экранированных, тектонически экранированных), некоторые из них впоследствии были выведены из бурения с отрицательными результатами.

На основании нефтегазогеологического районирования территория МКМ относится к самостоятельному Малоземельско-Колгуевскому нефтегазоносному району (НГР). На долю НГР приходится 3,5 % от извлекаемых начальных суммарных ресурсов (НСР) нефти всей Тимано-Печорской провинции и 1,3 % свободного газа [1]. Наибольшее количество НСР нефти (51,1 %) приходится на средневизейско-нижнепермский карбонатный нефтегазоносный комплекс (НГК). С отложениями этого комплекса связано Верхнехарицейское месторождение нефти – пока единственное на территории МКМ. Залежь нефти приурочена к рифогенным известнякам позднекаменноугольного возраста. Ловушка представляет собой двухкупольную антиклинальную складку, ограниченную на востоке региональным Западно-Шапкинским разломом в зоне сочленения с Шапкина-Юрьяхинским валом Печоро-Колвинского авлакогена.

Рассмотрим распределение и перспективы нефтегазоносности выявленных и подготовленных к поисковому бурению неантиклинальных структур осадочного чехла континентальной части МКМ по нефтегазоносным комплексам.

Среднеордовикско-нижнедевонский терригенно-карбонатный НГК

В отложениях комплекса выявлены и подготовлены к бурению Черновская, Северо-Потловейская, Неросовейская, Приярбаяхинская, Западно-Паншорская, Залесская, Восточно-Залесская, Восточно-Ярбояхинская, Балбаяхинская, Потловейская, Лембейская и Западно-Лембейская стратиграфически и тектонически экранированные структуры. Все они связаны с зонами эрозионного среза силурийских отложений во время раннефранского перерыва в осадконакоплении.

Силурийские отложения выходят с угловым несогласием под поверхность раннефранского размыва и перекрываются отложениями джъерского и тиманского горизонтов франского ярусов верхнего девона, которые в зависимости от условий осадконакопления могут быть и предполагаемыми покрышками, и содержать пласты коллекторов. В целом коллекторские свойства силурийских пород оцениваются низко. Перекрывающие их нижнефранские отложения представлены породами мелководно-морского генезиса с обломочным и глинисто-обломочным осадконакоплением. Тиманско-саргаевские отложения могут являться хорошим флюидоупором только в восточных частях МКМ, прилегающих к Шапкина-Юрьяхинскому валу.

Таким образом, отложения НГК в пределах МКМ являются малоперспективными из-за низких коллекторских свойств пород, отсутствия нефтематеринских пород и надежного регионального нижнефранского флюидоупора.

Среднедевонско-франский терригенный НГК

В этих отложениях подготовлены к бурению Западно-Пашшорская и Нийхабарьюская тектонически-экранированные структуры, расположенные в юго-восточной части Удачной ступени в Пятейской депрессии.

Именно в восточной части Удачной ступени предполагается развитие зоны выклинивания и эрозионного среза среднедевонских (?), а также яранско-джъерских отложений нижнего франа. Наличие в этой зоне тиманско-саргаевской покрышки с удовлетворительными экранирующими свойствами позволяет достаточно высоко оценивать перспективы ее нефтеносности. Это

подтверждается открытием залежей нефти в отложениях рассматриваемого НГК на близлежащих Пашшорской и Верхнегрубешорской площадях. Наибольший интерес для поисков залежей углеводородов в этом районе представляет Западно-Пашшорская тектонически экранированная ловушка.

Доманиково-турнейский карбонатный НГК

В этом комплексе подготовлены к бурению Западно-Пашшорская и Нийхабарьюская структуры.

Перспективы нефтегазоносности НГК оцениваются низко в связи с локальным развитием коллекторов и отсутствием надежных покрышек. На большей части территории МКМ осадконакопление пород комплекса происходило в прибрежно-морских условиях при близости области сноса и плохой сортировке материала. Вскрытый разрез является карбонатно-терригенным с преобладанием терригенных пород в отличие от граничащих с востока районов Печорского осадочного бассейна, характеризующихся в основном карбонатным составом. Из-за близости области сноса породы комплекса сильно обогащены алевритовым материалом и имеют низкий генерационный потенциал.

Определенный интерес для поисков залежей нефти в сирачойских отложениях представляет Западно-Пашшорская структура, находящаяся вблизи зоны развития краевых рифов доманиково-сирачойского возраста, промышленная нефтеносность которых доказана на Пашшорской и Верхнегрубешорской площадях.

Верхневизейско-нижнепермский карбонатный НГК

В этом комплексе выявлены и подготовлены к бурению Комаринская литолого-стратиграфическая, Табъягская и Рогачихинская рифогенные, Нийхабарьюская и Западно-Пашшорская тектонически экранированные структуры.

Вскрытый скважинами сульфатно-карбонатный разрез нижней части НГК характеризуется более или менее благоприятным сочетанием коллекторов и покрышек, но является водонасыщенным. Пласты-коллекторы относятся к поровому и кавернозно-поровому типам, но залежей нефти в пределах комплекса, кроме крайней северо-восточной части МКМ (Верхнехарицейское нефтяное месторождение), не выявлено. Кроме того, органическое вещество, содержащееся в верхневизейско-нижнепермских отложениях, характеризуется низкой степенью катагенеза, генерация нефти этими отложениями невозможна.

Наиболее высокоемкие коллекторы приурочены к зонам развития ассельско-сакмарских органогенных построек, с которыми связываются основные перспективы нефтеносности моноклинали. В северной части Удачной ступени подготовлены к бурению Табъягская и Рогачихинская рифогенные структуры. В южной части Удачной ступени на восточном склоне Пятейской депрессии первоочередной интерес для поисков залежей в ассельско-сакмарских отложениях представляет Западно-Пашшорская структура.

Пермско-триасовый терригенный НГК

Комплекс распространен на большей части МКМ. Разрез комплекса снизу вверх представлен: мелководно-морскими, прибрежно-морскими (P_1к), дельтовыми (P_2) и континентальными (T_1) отложениями и содержит значительно больше песчано-алевролитовых пород, чем в других районах севера Печорского осадочного бассейна, покрышки хорошего качества здесь отсутствуют.

В отложениях комплекса подготовлены к бурению ЮшмановскаяII и Коткинская литолого-стратиграфические ловушки, связанные с зоной частичного выклинивания и эрозионного среза верхней части верхнепермских образований на склонах Юшмановской структуры. Однако в настоящее время они не представляют интереса для поисков залежей нефти в связи с неопределенностью их перспектив.

Выводы. В силу специфики геологической истории перспективы нефтегазоносности большей части Малоземельско-Колгуевской моноклинали оцениваются крайне низко.

Значительно более перспективна в отношении поиска залежей углеводородов восточная часть МКМ, примыкающая к Шапкина-Юрьяхинскому валу. Это связано с развитием тектонически экранированных структур, а также возможных стратиграфически экранированных ловушек вдоль восточного борта Удачной ступени. Тектонически экранированные структуры ступени, существующие начиная со среднего палеозоя и ограниченные с востока долгоживущим Западно-Шапкинским разломом, могли стать ловушками, в которых аккумулировались углеводороды, мигрирующие со стороны Печоро-Колвинского очага нефтегазогенерации. Здесь перспективны отложения яранского и джъерского горизонтов нижнего франа в области улучшения экранирующих свойств тиманско-саргаевской покрышки, прогнозируемые по сейсмическим данным доманиково-сирачойские рифогенные постройки, а также верхневизейско-нижнепермские отложения.

Литература:

1. *Тарбаев Б. И., Садов С. Л., Никонов Н. И.* Вероятностный геолого-экономический анализ поисково-разведочных работ на нефть и газ. Сыктывкар, 2010. 220 с.

2. *Дедеев В. А., Юдин В. В., Богацкий В. И., Шарданов А. Н.* Тектоника Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (Объяснительная записка к «Структурно-тектонической карте Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции» масштаба 1:1000000). Сыктывкар, 1989. 28 с.

Органическая геохимия

Основные черты органической геохимии осадочного разреза Вычегодского прогиба (в связи с оценкой его нефтегазопроизводящих свойств)

Т. К. Баженова, А. И. Шапиро
ФГУП «ВНИГРИ», Санкт-Петербург

Рассматривается геохимия разрезов трех глубоких скважин – Серёговской, 1; Сторожевской, 1 и Кельтменской,1, вскрывших отложения от триаса и перми до рифея включительно. На различных горизонтах V_2 в разрезах упомянутых скважин залегают отложения либо D_3, либо C_2. На западе, в разрезе Серёговской скв. 1 присутствует уфтюгская свита V_1; её остатки наблюдаются и в Сторожевской скв.1; в Кельтменской скв. 1 она отсутствует. По сопоставлению с разрезами Мезенской синеклизы вскрытый рифей Серёговской скв. 1 датируется как дорогорская свита R_3; рифей Сторожевской скв. 1 – как няфтинская и дорогорская свиты R_3 и пезская свита R_2; карбонатный разрез рифея Кельтменской скв. 1, вероятно, представляет собой верхнюю часть рифейских отложений региона в целом, т. е. в Мезенских скважинах именно эта часть разреза была размыта в предвендское время, что и обусловило наличие там катагенетического несогласия между рифеем и вендом. Таким образом, в осадочном выполнении Вычегодского прогиба наблюдается несколько этапов погружения. Лимитированный объем не позволяет подробно останавливаться на геологической и катагенетической истории региона. Сошлемся на нашу предыдущую работу [1]. Скажем только, что в результате сложной истории погружений и размывов, амплитуда которых менялась и во времени, и по латерали, в результате изменений термоградиента возникающие катагенетические несогласия между толщами в последующем нивелировались, а фиксированный диапазон катагенеза ОВ в Вычегодском прогибе определяется градациями от $ПК_{1-2}$ в палеозое до $МК_3$ в нижних горизонтах рифея.

Самыми «молодыми» из исследованных нами образцов оказались два образца C_2m доломитов московского яруса C_2m с небольшим нефтенасыщением в виде мальт (Серёговская скв. 1, 1015–1090 м). Содержание битумоидов (вторичных) – 0.005–0.176 %. Других вторичных проявлений нами встречено не было. Видимо, те насыщенные интервалы, что отмечались в литературе, были выбраны до нас.

В Сторожевской скв.1 был встречен прослой (1000–1005 м) настоящего доманикита D_3dm очень низкой степени зрелости (S_1 – 0.91 мг/г; S_2 – 34.42 мг/г; HI – 524 мг/г). Содержание $C_{нк}$ – 7.09 %, синбитумоида – 0.83 %, $\beta^{ХБА}_{Снк}$ – 11.71 %; битумоид наполовину представлен асфальтенами, а масел всего 5.67 %. Среди УВ 54.84 % – насыщенная фракция; ароматическая – моно- и биарены поровну при отсутствии полиаренов, что характерно для высокоасфальтенистых синбитумоидов невысокой степени преобразованности. В образце высокое содержание изопреноидов (∑ изопреноидов/ ∑ н-алканов — 0.72). Распределение нормальных алканов ступенчатое с максимумом н-C_{17} и групповым максимумом н-C_{15}–н-C_{20}, т. е. в целом н-алканы довольно лёгкие.

В Кельтменской скв. 1 на семилукском уровне были встречены только известняки с $C_{нк}$ – 0.07 %. В то же время по данным КамНИИГиКС на этом уровне был отобран «сланец» с содержанием $C_{нк}$ – 1.84 %. Вероятно, доманиковые фации в семилукское время заходили отдельными «языками» в пределы Вычегодского прогиба, однако мощность их невелика, а зрелость ОВ слишком низка и они не могли быть источником УВ для данного района.

В сероцветной терригенной формации V_2 содержание $C_{нк}$ – от первых сотых до первых десятых долей, очень редко до 0.5–0.7 %, в среднем не выше 0.2 %. Содержание битумоидов крайне низкое – 0.001÷0.007 %. Пиролитические характеристики также весьма «убогие» – HI редко достигает 100 мг/г; все эти характеристики в пределах 1 км с глубиной не меняются. Поскольку катагенез ОВ в V_2 не выше $МК_1$ (только в низах V_2 Кельтменского разреза $МК^1_2$), то низкая битуминозность и низкий остаточный потенциал ОВ обусловлены не катагенезом, а изначальными свойствами ОВ, прежде всего его низкой исходной липидностью и диагенетической окисленностью. ОВ в V_2 представлено почти нацело донными бурыми водорослями; их плёнки в породах часто видны невооруженным глазом. Битумоиы являются исходными, а не остаточными, т.е. эмиграции не было и быть не могло и отложения V_2 Вычегодского прогиба не являются материнскими, в отличие от своих возрастных аналогов более южных районов Русской плиты.

Исходных синбитумоиды V_2 из сборных проб Кельтменской скв.1 и Сторожевской скв.1 при идентичном катагенезе ОВ ($МК_1$) существен-

но различаются между собой групповым и углеводородным составом, и характером распределения нормальных алканов. Битумоид Кельтменской скв. 1 при содержании $C_{нк}$ в породах 0.12–0.34 % и битумоидов 0.004–0.005 % содержит всего 14.79 % масел, в отличие от Сторожевского битумоида, в котором 46.51 % масел (при среднем содержании $C_{нк}$ в породах 0.09 % и синбитумоидов 0.007 %). В Кельтменском битумоиде доля насыщенной фракции 23.33 %, а в Сторожевском – 83.75 %; в последнем ароматика представлена только моноаренами, а в Кельтменском битумоиде присутствуют все три ароматические фракции. Распределение нормальных алканов в Кельтменском битумоиде ступенчатое, а в Сторожевском плавное; при идентичных индивидуальных и групповых максимумах в Кельтменском образце несколько больше н-алканов выше н-C_{25}. Кельтменский битумоид тяжелее Сторожевского аналога. Возможно, в ОВ Сторожевского образца ощутима доля планктона.

Среди рифейских образцов наиболее интересным оказался образец из верхней темноцветной пачки карбонатной толщи R_3 Кельтменской скв. 1. При содержании $C_{нк}$ 0.38 % и битумоида 0.048 % очень высоким оказалось содержание масел – 67.72 %, а в них насыщенной фракции УВ – 88.14 %. Полиарены отсутствуют. В образце крайне низкое количество изопреноидов, характерное для битумоидов рифея (е изопреноидов/ е н-алканов – 0.10). Распределение нормальных алканов плавное, «классическое», свойственное существенно планктонному рифейскому ОВ. Индивидуальный максимум н-алканов – н-C_{17}, групповой – н-C_{15}÷н-C_{20}; н-алканы > C_{30} – 3.41 %, т. е. их совсем мало. Этот образец находится на границе $МК_2^1 / МК_2^2$, т. е. на «главном пике» главной фазы нефтеобразования (ГФН), когда новообразование битумоидов превышает их отдачу.

Среднее содержание $C_{нк}$ в верхней пачке 0.47 % (т. е. близкое к доманикоидному), битумоида – 0.057 %, $\beta^{ср}_{Снк}$ – 12.12 %; мощность пачки не менее 100 м. В нижней пачке среднее содержание $C_{нк}$ 0.32 %, битумоидов – 0.015 %, – 4.69 %; мощность пачки порядка 150 м. Градация катагенеза ОВ в нижней пачке $МК_3$, т. е. битумоиды здесь носят более остаточный характер по сравнению с верхней пачкой.

Битумоид средней пробы аргиллитов пезской свиты R_2 Сторожевской скв. 1 ($C_{нк}$ – 0.18÷0.46 %, битумоид – 0.006 %, – 1.30÷3.33 %, катагенез – $МК_3$) обладает относительно невысоким содержанием масел – 27.03 %, но значительным содержанием насыщенной фракции в них – 70 %; содержание асфальтенов довольно высокое – 22.70 %. Распределение н-алканов прихотливое, ступенчатое, с преобладанием нечётных н-алканов в «тяжелой» половине ряда. По концентрации $C_{нк}$ породы R_2pz относятся к субдоманикоидам, т. е. нефтепроизводившим, однако слишком низкие содержания битумоидов в породах и в ОВ свидетельствуют скорее о том, что эти битумоиды являются исходными, а не остаточными при «низком качестве ОВ», в котором, вероятно – как и в большинстве образцов V_2 – преобладают донные бурые водоросли.

Интересно сравнить состав алкановой фракции битумоидов венда и рифея Вычегодского прогиба с таковым одновозрастных битумоидов и нефтей Сибирской платформы. Последние чётко подразделяются на две группы. Первая группа – битумоиды рифея, – отличаются плавным распределением н-алканов, крайне низким содержанием изопренанов и отсутствием 12-метил- и 13-метилзамещённых алканов. Вторая группа – битумоиды венда. Распределение н-алканов в них в той или иной мере ступенчатое, количество изопренанов значительно выше, а упомянутые метилзамещённые алканы присутствуют. Синбитумоиды обеих групп практически не имеют исключений. Вышерассмотренные особенности транслируются нефтям, что позволяет надёжно коррелировать пары: «материнская порода – нефть». В битумоидах и рифея, и венда Вычегодского прогиба 12–13-метил-замещённых алканов не обнаружено, изопренанов очень мало и в тех, и в других (в вендских чуть больше), а распределение н-алканов в обоих случаях ступенчатое, за исключением синбитумоида рифея Кельтменской скв. 1, т. е. в битумоидах Вычегодского прогиба индивидуального «возрастного лица» обнаружить не удалось. Возможно, это связано с особенностями биоценотического состава ОВ.

Наши исследования позволили выявить пока только два нефтегазопроизводивших уровня в Вычегодском прогибе: две темноцветные пачки в карбонатной толще R_3 Кельтменской скв.1. Их параметры приведены выше. Используя эти параметры, мы подсчитали плотности эмиграции УВ из этих пачек. Для верхней пачки плотность эмиграции жидких УВ – 240 тыс. т/км^2; плотность генерации газа – 50 млн нм^3/км^2; для нижней пачки эти величины соответственно составляют 643 тыс. т/км^2 и 197 млн нм^3/км^2. Плотности вполне очаговые. Эти пачки пока известны на востоке прогиба. При условной площади распространения верхней пачки 5000 км2, а нижней – 10 000 км2 суммарные масштабы эмиграции составят: жидких УВ 7630 млн т, а газообразных 2220 млрд нм^3. При условном коэффициенте аккумуляции 5% величина возможных скоплений – 381 млн т нефти и 111 млрд нм^3 газа. Вопрос о нефтегазопроизводивших способностях пезской свиты R^2 пока остаётся открытым.

Литература

Баженова Т. К., Богословский С. А., Шапиро А. И., Васильева В. Ф., Рогозина Н. А. Органическая геохимия осадочного выполнения Вычегодского прогиба и его геотермическая теория // Нефтяная геология. Теория и практика. 2013. Т. 8 № 3. http: //www.ngtp.ru/rub/9/27_2013.pdf

Органическое вещество доманиковой формации D_3 Тимано–Печорского бассейна и его трансформация в верхней половине катагенетической шкалы (в связи с проблемой «сланцевой нефти»)

Т. К. Баженова, А. И. Шапиро, В. Ф. Васильева, Л. И. Климова
ФГУП «ВНИГРИ», Санкт-Петербург

Доманиковая формация D_3 является наиболее обогащённой ОВ среди всех нефтегазоматеринских формаций Тимано-Печорского бассейна (ТПБ) [1]. Здесь рассматривается нижняя, семилукская часть формации, имеющая наиболее широкое распространение в ТПБ (кроме его западной части) и именно она наиболее богата ОВ; среди всех НГБ России по богатству ОВ она уступает лишь баженовской свите J_3 Западной Сибири.

Биоценотический состав ОВ D_3dm весьма своеобразен: зоопланктон (*Pteropoda*) и альгопланктон (*Tasmanites, Acritharha*) в различных соотношениях, что накладывает отпечаток на состав продуцируемых ОВ синбитумоидов. Литологический состав D_3dm представлен глинисто-карбонатными и кремнисто-карбонатными породами, в той или иной мере обогащёнными ОВ с ярко выраженной слоистостью различной «размерности». Литолого-геохимическая неоднородность разреза создаёт хорошие условия образования трещиноватости и соответственно дренажа генерировавшихся флюидов.

Наиболее изученным с позиций и стратиграфии, и литологии, и геохимии является разрез Ухтинского района (р.р. Доманик, Чуть, Ухта). Концентрация ОВ ($C_{нк}$) распределена в нём неравномерно, прихотливо, в целом наиболее обогащены нижние две трети разреза; статистические параметры распределения $C_{нк}$ таковы: $\bar{x}$ — 5.57 (0.13–21.00) %; me – 5.19 %; mo_1 – 0.72 %; mo_2 – 7.44 %. По степени катагенетической превращенности ОВ D_3dm Ухтинского района находится в начале градации $МК_1$, т. е. в начале так называемого «нефтяного окна»; на этом этапе уже начинаются, как правило, процессы эмиграции битумоидов.

Синбитумоиды распределены в разрезе также неравномерно, как и $C_{нк}$; диапазон распределения столь же велик (0.01–2.18 %; — 0.78 %; me – 0.56 %; mo_1 – 0.21 %; mo_2 – 1.24 %), т. е. в целом разрез обладает высокой битуминозностью. Однако углеводородная часть в синбитумоидах не более четверти, и высока доля асфальтенов (как правило, более 20 %).

На остальной территории ТПБ полные разрезы D_3dm не обнажены; вынос керна скважин по этому интервалу также никогда не бывает полным; поэтому судить о количестве и качестве ОВ D_3dm приходится по фрагментам.

Ранее нами были закартированы концентрации $C_{нк}$ в D_3dm и в верхней части доманиковой формации (s.lato), а также катагенез ОВ. Осреднённые современные (т.е. посткатагенетические) концентрации $C_{нк}$ в D_3dm изменяются в диапазоне от менее 1 % до более 5 %. Максимальные (доманикитные, т. е. > 5 %) концентрации характерны для Ухто-Ижимского вала, Лыжско-Ираёльской ступени, южной части Колвинского мегавала, центральной части Хорейверской впадины, гряды Чернышёва и гряды Чернова; минимальные – для Печоро-Кожвинского магавала [1]. Катагенез ОВ варьирует в широком диапазоне – от $МК_1$ё на западе ТПБ до $МК_{4-5}$–$АК_1$ в Предуральском прогибе и в северной части Печоро-Кожвинского мегавала [1].

Наша генерационно-эмиграционная балансовая модель предусматривает расчёт степени расхода (и соответственно сохранности) ОВ и $C_{нк}$ в процессе катагенеза. На этом основании были рассчитаны и закартированы начальные (предкатагенетические) концентрации $C_{нк}$ для D_3dm ТПБ. Диапазон восстановленных осреднённых концентраций $C_{нк}$ – 2÷9%, характер распределения максимумов и минимумов сохранился. Естественно, степень изменения концентрационных значений тем больше, чем выше степень катагенеза. Поля доманикитных концентраций $C_{нк}$ (> 5%) после восстановления вместо «пятен» стали занимать добрую половину площади развития формации D_3dm.

В пределах собственно ТПБ, т. е. к СВ от Тиманского кряжа, породы D_3dm с ОВ подстадии протокатагенеза (ПК) неизвестны. Недавно нами

были обнаружены и исследованы таковые в разрезе Сторожевской скв. 1 Вычегодского прогиба. Доманикитный мергель ($С_{нк}$ – 7.09 %) с глубины 1000 м (палеоглубина ~ 1200 м) по характеристикам ОВ является наименее преобразованным (примерно $ПК_2$) и для наших построений «стартовым». Степень битуминизации на этой градации уже довольно высока (–11.71 %), однако битумоид наполовину состоит из асфальтенов (49.36 %), а углеводородная часть очень мала (5.67 %); спиртобензольные смолы в четыре раза превосходят бензольные. В элементном составе мало углерода и водорода (74.96 и 8.36 % соответственно). В углеводородном составе насыщенная фракция составляет 54.84 %, а в ней преобладают цикланы; в алкановой фракции велика доля изоструктур, в том числе изопренанов (S изопр./S н-алк. – 0.72). Во фракции н-алканов доля УВ $С_{14}$–$С_{20}$ – 53.48 %. Однако ощутимо количество УВ $С_{>30}$ – 5.47 %. Отношение пристан/фитан (пр/фт) невелико – 0.58. Таков «стартовый» облик доманикового битумоида на начальных этапах катагенеза.

К началу $МК_1$ возрастает значение β, прежде всего $\beta^{УВ}$, т. е. увеличивается доля углеводородов (УВ) в ОВ – от 0.7 до 5–6 % и в породе – от 0.05 до 0.3–1 %, а также падает доля асфальтенов (от 50 до 17–20 % на битумоид); «облегчается» фракция н-алканов, снижается значение:

$$К_i = \frac{пр + ф}{нС_{17} + нС_{18}},$$

возрастает значение пр/фт, снижается остаточный потенциал ОВ (HI) от 520 до 460 мг/г $С_{нк}$. Если в образце на $ПК_2$ количество идентифицированных низкокипящих УВ (НКУВ) было столь малым, что их расчёт был бы не корректен, а среди лёгких алканов были обнаружены только $С_{10}$, то в начале $МК_1$ количество НКУВ заметно выше и идентифицированы все УВ состава нефтяной фракции н. к. – 200 °С. В НКУВ преобладают нафтены (88 %), а среди алканов – изоструктуры. Отношение циклогексаны/циклопентаны (ЦГ/ЦП) 1.01. Таким образом в начале $МК_1$ в D_3dm зафиксирована активная генерация битумоидов и их восстановление.

К концу $МК_1$ степень битуминизации снижается, особенно $\beta^{УВ}$ (до <1–1.5 %), доля асфальтенов возрастает, алкановая фракция несколько «утяжеляется», отношение пр/фт вновь становится меньше 1. Такая трансформация битумоида связана с эмигарцией его наиболее лёгкой, прежде всего углеводородной части на фоне дальнейшей генерации. На градации $МК_2$ наблюдается ещё два «генерационных пика», когда $\beta^{УВ}$ вновь возрастает до 6 % ($МК_2^1$), а в дальнейшем до 7.5 % ($МК_2^2$); при этом происходит значительное «облегчение» фракции нормальных алканов (УВ $С_{14}$÷$С_{20}$ – 65 и 78 %; УВ С>30 отсутствуют), отношение пр/фт вновь больше 1 (до 4,5). Содержание УВ в породах на этих «генерационных пиках» — соответственно 0.2 и 0.5 %.

К концу $МК_2$ – началу $МК_3$ эмиграция уже заведомо преобладает: снижается и $\beta^{ХБА}$ (90.5%) и все составляющие: $\beta^{УВ}$ – 2.1 %; $\beta^{смол}$ – 2.7 %; $\beta^{асф}$ – 1.2 %. Фракция н-алканов вновь несколько «утяжеляется»: снижается доля $С_{14}$–$С_{20}$ и вновь появляются УВ $С_{>30}$. Содержание УВ в породе 13 %.

Итак, среди детально изученной нами коллекции пород D_3dm максимальное зафиксированное содержание УВ в породе 1 % вес., т. е. примерно 2.5 % об.; это при максимальной концентрации $С_{нк}$ – 21 % (очень редко встречаются концентрации выше – до 25÷30%). Как уже говорилось, средние концентрации $С_{нк}$ в D_3dm не выше 5.5 %; при максимальном наблюдаемом значении $\beta^{УВ}$ – 7÷8 % содержание в породе составит ~ 0.4 %, с учётом растворённых в УВ кислых компонентов 0.5 %.

Таким образом напрашивается вывод, что накопление жидких углеводородных продуктов в хорошо дренируемой доманиковой формации D_3 **in situ** маловероятно. Образование в ней залежей нефти могло происходить лишь **с тем или иным, пусть маломасштабным, но нефтесбросом.** Либо надо искать литологически более однородный – с затруднённым дренажем и соответственно оттоком флюидов – вариант доманиковой формации.

Литература

1. Органическая геохимия Тимано-Печорского бассейна / Т. К. Баженова, В. К. Шиманский, В. Ф. Васильева, А. И. Шапиро, Л. А. Яковлева, Л. И. Климова // СПб.: ВНИГРИ, 2008. 162 с.

Изучение катагенеза органического вещества осадочных пород по экспериментальным данным

Н. С. Бурдельная, Д. А. Бушнев
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Поведение органического вещества (ОВ) осадочных пород при искусственном созревании во многом предопределяется его исходным составом и степенью имеющейся зрелости [1–11]. В естественных условиях катагенез ОВ осуществляется при температурах более низких, чем того требуют лабораторные условия, но длительность преобразования структуры ОВ в природе составляет несколько десятков или даже сотен миллионов лет, и это не позволяет увидеть историю процесса трансформации ОВ на каждой его катагенетической стадии. Важнейшим моментом в изменении структуры керогена осадочных пород на начало катагенеза является подготовка структурообразующих компонентов к массовой генерации углеводородов. Именно на данной стадии происходит разрушение менее прочных связей и соответственно перестройка химически активных структурных элементов в керогене, готовых при дальнейшем повышении температуры генерировать нефтяные компоненты [4, 5, 7–9].

В данной работе приводятся результаты экспериментального моделирования катагенеза ОВ ордовикских сланцев (кукерсит, диктионемовый сланец), верхнепермского бурого угля (Неченского месторождения), доманиковых сланцев Тимано-Печорского бассейна и верхнеюрских горючих сланцев Сысольского сланценосного района, выполненные в ИГ Коми НЦ УрО РАН за последние несколько лет. Зрелость ОВ исходных образцов не превышает стадии $ПК_{2-3}$ [8].

Экспериментальное моделирование катагенеза осуществляли в автоклавах объемом 78 мл при 300 °С в течение 24 часов для каждой исследуемой породы и в температурном интервале от 250 °С до 325 °С с шагом 25 °С для доманиковых и волжских сланцев. Исходная порода перед автоклавированием предварительно была проэкстрагирована. Дальнейшая обработка заключалась в экстракции битумоида и его детальном исследовании, а также выделении остаточного керогена с последующим его анализом различными методами [7–9].

Преобразования, протекающие в структуре керогена в ходе гидротермального эксперимента при 300 °С, позволяют свидетельствовать о достижении начальной стадии мезокатагенеза ($МК_1$) для обедненных водородом керогенов (это переходные формы II/III и III тип керогена), а также осерненного (II-S тип) ОВ. II и I тип керогена, представленные доманиковым, волжским сланцем и кукерситом соответственно, едва достигают стадии $МК_1$. Изменения в структуре керогена вызваны значительной потерей кислородсодержащих групп и алкильных цепей. Химическая структура керогена диктионемового сланца мало изменяется в процессе автоклавирования [8].

После фракционирования термобитумоида исследуемых образцов, полученных после прогрева при 300 °С, наблюдается резкое увеличение содержания асфальтенов и снижение выхода полярной и углеводородной фракций по сравнению с исходными пробами ХБА. Это может свидетельствовать в пользу стадийного разрушения керогена в процессе водного пиролиза, где на начальных этапах катагенеза происходит отщепление крупных структурных гетероатомных блоков (асфальтенов), из которых впоследствии (при вторичном разрушении) высвобождаются углеводородные компоненты [10, 11].

Для изучения изменений, произошедших в химической структуре керогена, были использованы деструктивные (пиролитическая газовая хроматография) и спектральные (^{13}С ЯМР спектроскопия в твердом теле) методы исследований. Для всех изученных образцов основным изменением оказалось повышенное содержание алифатических структур в составе пиролизата (алканы/алкены) и резкое снижение сернистых компонентов (тиофенов), при этом в пиролизате термообработанных керогенов доминируют ароматические соединения относительно сернистых компонентов. В ^{13}С ЯМР спектрах керогена, изученных нами до и после водного пиролиза, можно видеть общую тенденцию изменения спектральной картины, направленной на снижение сигнала, характерного для метиленовой группы, отвечающей за потерю алкильных цепей, увеличение сигнала в области, отвечающей за присутствие ароматических структур. Изменения в области ароматического углерода могут говорить о том, что происходит перестройка моно-, бициклических систем в более компактную конденсированную полиароматическую структуру, что одновременно сопровождается ароматизацией ациклических и циклических метиленовых цепей и потерей метильных групп [8]. Использование твердофазной ^{13}С ЯМР спектроскопии позволило зафиксировать разрушение простых эфирных связей в структуре слабопреобразованного керогена на ранних стадиях

катагенеза. Так, сигнал в области 60–90 м. д., отвечающий углероду, соединенному с кислородом простой связью (характерный для первичных/вторичных простых эфиров и спиртов) и наблюдаемый преимущественно в волжских сланцах, исчезает после термообработки в автоклаве.

Нами также были проведены эксперименты по гидротермальному воздействию на породу при различных температурах от 250 °С до 325 °С с шагом 25 °С [7, 9]. В качестве объектов для моделирования катагенеза были взяты верхнеюрский сланец, отобранный из обнажения по р. Сысола (с. Койгородок) [9] и доманиковый сланец, отобраный из обнажения по р. Чуть (Ухтинский район) [7]. Рост температуры водного пиролиза исследуемых пород привел к постепенному росту содержания растворимого органического вещества. Содержание органического углерода также постепенно снижается с ростом температуры автоклавирования, при этом резкий скачок наблюдается после 300 °С. С ростом температуры автоклавирования возрастает содержание асфальтеновых компонентов, незначительно возрастает содержание углеводородов, снижается содержание смол, что указывает на то, что разрушение крупных структурных блоков керогена еще не началось. Данные элементного состава и результаты Rock-Eval пиролиза свидетельствуют о преобразовании структуры керогена и достижению стадии $МК_1$ –начало $МК_2$ при максимальной температуре нагрева, т. е. едва достигающей начала главной фазы нефтеобразования (ГФН). На начало мезокатагенеза в верхнеюрском сланце часть алифатических структур удаляется из керогена при разрушении простых эфирных связей. Метод ^{13}C ЯМР спектроскопии в твердом теле показал значительные изменения, происходящие в структуре керогена, связанные с потерей алифатических цепей, но все еще составляющих существенную часть геополимера, при этом содержание метильных группировок остается более или менее стабильным. В спектре керогена верхнедевонского сланца увеличение температуры обработки породы в автоклаве также приводит к перераспределению интенсивности сигналов в области алифатического (20–50 м. д.) и ароматического (100–140 м. д.) углерода с нарастанием последнего. Отсутствие сигналов алифатического углерода, связанного с кислородом ординарной связью, может объясняться более высокой зрелостью ОВ доманика, где кислородсодержащие функциональные группы теряются на самых начальных стадиях катагенеза [12].

В итоге проведённые исследования дали возможность смоделировать в лабораторных условиях катагенетические изменения органического вещества пород, соответствующие переходу от протокатагенеза к раннему мезокатагенезу. Наблюдаемые изменения связаны с обогащением термобитума асфальтеновыми компонентами и незначительной долей углеводородных компонентов, что может являться отличительной особенностью смоделированного катагенеза в лабораторных условиях относительно природного, где разрушение керогена связано с постепенным отрывом низкомолекулярных углеродистых структур и накоплению углеводородов. Сравнительный анализ состава продуктов пиролиза керогена исходной породы и породы, подвергшейся автоклавированию указывает на значимые изменения, произошедшие в структуре нерастворимого органического вещества.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН № 12-М-57-2047.

Литература

1. *Winters J. C., Williams J. A., Lewan M. D.* A laboratory study of petroleum generation by hydrous pyrolysis. In Advances in Organic Geochemistry 1981, ed M. Bjroy et al., Pergamon, Oxford, 1983. Pp. 524–533.

2. *Lewan M. D.* Laboratory simulation of petroleum formation hydrous pyrolysis. In Organic Geochemistry, ed. M.H. Engler and S.A. Macko. Plenum Press, New York, 1993. Pp. 419–442.

3. *Меленевский В. Н., Конторович А. Э., Вуу-Лианг Хуанг, Ларичев А. И., Бульбак Т. А.* Аквапиролиз органического вещества рифейского аргиллита // Геохимия, 2009. № 5. С. 504–512.

4. *Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С., Терентьев А. В.* Изменения состава битумоида и химической структуры керогена сернистого горючего сланца при водном пиролизе // ДАН, 2003. Т. 389. № 3. С. 360–364.

5. *Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С., Шанина С. Н., Макарова Е. С.* Генерация углеводородных и гетероатомных соединений высокосернистым горючим сланцем в процессе водного пиролиза // Нефтехимия, 2004. Том 44. № 6. С. 1–13.

6. *Шиманский В. К., Шапиро А. И.* Эволюция углеводородного состава битумоидов в процессе катагенеза по данным лабораторного моделирования ступенчатого термолиза // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2006 (1).

7. *Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С.* Моделирование процесса нефтеобразования углеродистым сланцем доманика // Нефтехимия, 2013. Т. 53, № 3. С. 163–170.

8. *Бурдельная Н. С., Бушнев Д. А., Мокеев М. В.* Изменения состава битумоида и химической структуры керогена при гидротермальном воздействии на породу // Геохимия, 2013. № 9. С. 819–833.

9. *Бурдельная Н. С., Бушнев Д. А., Мокеев М. В.* Экспериментальное моделирование катагенеза средневолжского горючего сланца // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2012. № 11.

10. *Behar F., Lorant F., Lewan M.* Role of NSO compounds during primary cracking of a Type II kerogen and a Type III lignite // Org. Geochem., 2008. V. 39. P. 1–22.

11. *Behar F., Roy S., Jarvie D.* Artificial maturation of a Type I kerogen in closed system: Mass balance and kinetic modeling // Org. Geochem., 2010. V. 41. P. 1235–1247.

12. *Тиссо Б., Вельте Д.* Образование и распространение нефти. М. Мир. 1981. 504 с.

Изотопы углерода индивидуальных алканов нефтей позднедевонского комплекса Печорского бассейна

Д. А. Бушнев, Н. С. Бурдельная
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Изотопный состав углерода индивидуальных алканов является, в настоящее время, широко используемым в геохимических исследованиях показателем [1]. Это связано с высокой специфичностью данных по распределению изотопов углерода в нормальных алканах нефти и битумоида, что даёт возможность проведения высокодостоверной корреляции между нефтями в различных залежах по компонентам, составляющим собственно само «тело» нефти. Ранее выполненные в ИГ Коми НЦ УрО РАН исследования были посвящены преимущественно исследованию и интерпретации состава ациклических и полициклических биомаркеров нефтей описываемого комплекса [2].

Фракция, содержащая насыщенные углеводороды (алифатическая) выделялась из мальтенов нефти методом колоночной хроматографии на силикагеле при элюировании *н*-гексаном. Выделение фракции парафинов осуществлялось их соосаждением с мочевиной из этанола. *Газовая хроматография – изотопная масс-спектрометрия* (GC-IRMS) выполнялась на изотопном масспетрометре Delta V Advantage (Thermo Fisher), сопряжённом с газовым хроматографом Trace GC Ultra через окислительный реактор и систему переключения потоков GC IsoLink. Для хроматографического разделения использовалась колонка DB-5 30 м * 0.25 мм. Измерения изотопного состава углерода алканов проводились относительно углерода CO_2 (лабораторный стандарт).

Исследован изотопный состав углерода индивидуальных *н*-алканов и изопреноидов ряда образцов нефти из позднедевонского комплекса Печорского седиментационного бассейна. Установлено наличие нескольких типов профилей изотопов углерода индивидуальных алканов. В нефти Сюрхаратинского месторождения выявлено присутствие необычного для других нефтей позднедевонского комплекса 4-метилдокозана, содержащего углерод существенно более изотопно тяжёлый по сравнению с *н*-алканами и изопреноидами данной нефти.

Показано: 1) *н*-алканы нефтей позднедевонского комплекса неоднородны по изотопному составу их углерода, выделяется несколько основных видов изотопных профилей углерода н-алканов, 2) есть тип распределения изотопов углерода в н-алканах нефти широко распространённый в Печорском бассейне (Н.Чуть, Щельяюр, Сев.Сихорейское). Таким образом, анализ изотопных данных свидетельствует о существовании нескольких источников вещества нефтей позднедевонского комплекса Печорского бассейна.

Сопоставление с органическим веществом доманиковых разрезов. Нами был изучен битумоид доманиковых сланцев из разрезов р.Чуть и р.Шарью. Сравнивая ИСУ н-алканов битумоида доманика и н-алканов нефтей позднедевонского комплекса показывает, что углерод н-алканов битумоида тяжелее углерода н-алканов нефтей. Разница между $\delta^{13}C$ составляет от 1 до 3 ‰. Укажем, что ранее при исследовании ИСУ алифатической фракции термобитума полученного при обработке горючего сланца доманикового возраста в автоклаве установлено, что рост температуры приводит к утяжелению углерода этой фракции [3].

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект 12-У-5-1027.

Литература

1. B*ushnev D., Burdelnaya N.* Isotopic carbon composition of organic matter from domanic oil shales: natural samples and aqueous pyrolysis experiment bulk and molecular data // Organic Geochemistry: trends for the 21st century. Book of Abstracts of the Communications presented to the 26th International Meeting on Organic Geochemistry Costa Adeje, Tenerife – Spain. September 15–20, 2013. Vol. 2, pp. 356–357.

2. *Бушнев Д. А. Валяева О. В.* Условия образования и направления миграции нефтей верхнедевонского комплекса северной части Печор-

ского бассейна // Нефтехимия. 2000. № 5. С. 334–343.

3. *Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С., Смолева И. В.* Фракционирование изотопов углерода при искусственном созревании органического вещества горючих сланцев в автоклаве в присутствии воды // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 5. С. 15–18.

Исследование синергетического эффекта при совместном пиролизе лигнита и полиэтилена высокой плотности (ПЭВП)

Г. Гайица[1], Н. Джокович[2], Д. Митрович[2], И. Койич[3], Д. Животич[4], К. Стоянович[3]

[1]Центр химии, ИХТМ, Университет в Белграде, Сербия

[2]Инновационный центр, Химический факультет, Университет в Белграде, Сербия

[3]Химический факультет, Университет в Белграде, Сербия,

[4]Горно-геологический факультет, Университет в Белграде, Сербия

Эффективный метод для утилизации пластических отходов — пиролиз самой пластики или ее смеси с горючими ископаемыми (углем или горючим сланцем). Синтетические полимеры, как например полиэтилен, представляют источник водорода при проведении совместного пиролиза с углем или биомассой, в которых содержится меньше количество водорода [1].

Целью работы явилось установление влияния полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) на выход жидких продуктов и газа, как и на углеводородный состав жидких продуктов полученных при пиролизе непреобразованного керогена III типа из лигнита. Выходы продуктов, получены при пиролизе смеси лигнит/ПЭВП сравнены с теоретическими значениями выхода рассчитанными на основе пиролиза самих лигнита и ПЭВП, чтобы установить, существует ли синергетический эффект при пиролизе вышеуказанной смеси на выход жидких и газовых продуктов, а также определить температуру его выявления.

В экспериментах пиролиза использован лигнит (содержание органического углерода, $Corg$ = 33.42 %; водородный индекс, HI = 157 мг УВ/г Сорг; коэффициент превращения, PI = 0.03) месторождения Смедеревско Поморавле, бассейна Костолац, Сербия, залегающий на глубине 83.2 –85.2 м. ПЭВП использован в форме измельченного комерческого пластического пакетика для упаковки пищи.

Пиролиз дебитуминизированного лигнита (лигнит), ПЭВП и их смеси в массовом отношении 1:1 проводился в инертной среде (азот) при температурах 400 и 500 °C в течение 4 часов. Выбор температур сделан учитывая факт, что в температурном пределе 400–500 °C флуидность системы уголь/ПЭВП наибольшая [2]. Массы твердых и жидких продуктов пиролиза взвешивали и определили их входы, тогда как выход газовых продуктов рассчитан из разницы до 100 %. Все эксперименты пиролиза проводили 3 раза, и в настоящей работе использованы средние значения. Из жидких продуктов пиролиза осаждение асфальтенов проводили *н*-гептаном. Мальтены разделяли на фракции насыщенных-, ароматических углеводородов (УВ) и смол методом жидкостно-адсорбционной хроматографии. Насыщенные фракции анализировали методом хромато-масс-спектрометрии (ГЖХ-МС).

В таблице 1 приведен выход продуктов пиролиза лигнита, ПЭВП и их смеси на температурах 400 и 500 °C.

Таблица 1

Выход продуктов пиролиза лигнита, ПЭВП и их смеси (лигнит/ПЭВП) на температурах 400 и 500 °C

Образец	Выход (%)	Температура		Разница (%)*
		400 °C	500 °C	
Лигнит	Жидкий продукт	1.28	1.20	–0.08
	Газ	16.51	20.08	3.57
	Твердый продукт	82.21	78.72	–3.49
ПЭВП	Жидкий продукт	15.46	33.94	18.48
	Газ	9.91	5.77	–4.14
	Твердый продукт	74.63	60.29	–14.34
Лигнит/ПЭВП	Жидкий продукт	6.01	23.95	17.94
	Газ	46.48	40.00	–6.48
	Твердый продукт	47.51	36.04	–11.47

* Разница (%) = Выход продукта на 500 °C (%) – выход продукта на 400°C (%); Отрицательные значения указывают на понижение выхода с увеличением температуры.

При пиролизе самого дебитуминизированного лигнита на обеих температурах получается наименьший выход жидкого продукта и наибольшее количество твердого остатка. Наибольший выход жидкого продукта получен при пиролизе ПЭВП. Пиролиз смеси лигнит/ПЭВП на обеих температурах результирует наибольшим выходом газа и наименьшим выходом твердого остатка. Выход жидкого продукта увеличивается по сравнению с пиролизом самого лигнита, но ниже количества жидкого продукта, полученного при пиролизе ПЭВП (таблица 1).

Как и ожидалось, температура оказывает влияние на выход продуктов во всех трех экспериментах пиролиза. В общем, при температуре 500 °C образуется меньше твердого остатка, несмотря на исходное вещество, которое подвергали пиролизу, из-за более интенсивной термической деградации, которая способствует формированию жидких и газовых продуктов. При пиролизе дебитуминизированного лигнита на температуре 500 °C получено больше газа, чем на 400 °C, тогда как выходы жидкого продукта, на обеих температурах схожи. При пиролизе ПЭВП на 500 °C образуется значимо выше жидкого продукта чем на 400 °C, тогда как выход газообразных продуктов снижается за ~4 %. При пиролизе смеси лигнит/ПЭВП в результате увеличения температуры с 400 °C до 500 °C выход жидкого продукта увеличивается примерно 4 раза (таблица 1).

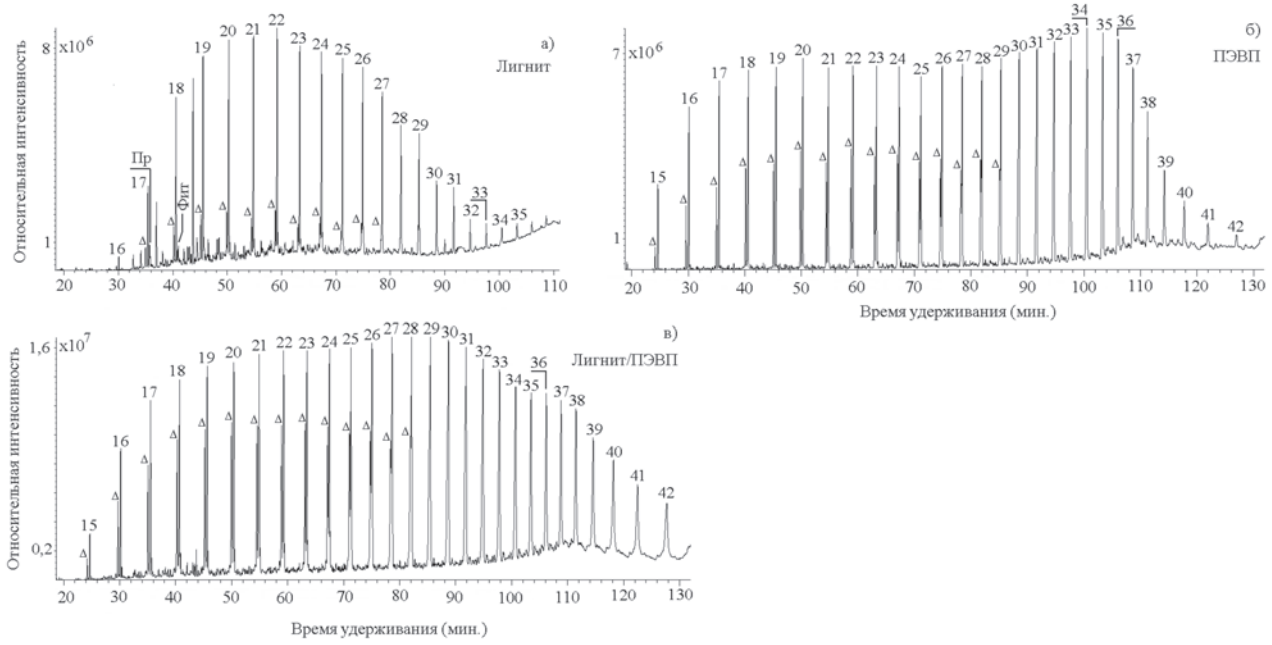
Чтобы установить, существует ли синергетический эффект при пиролизе смеси лигнит/ПЭВП, выходы жидких и газовых продуктов, полученные в экспериментах, сравнены с рассчитанными теоретическими значениями выхода. Теоретические значения рассчитали на основе выхода продуктов пиролиза самого лигнита и ПЭВП (учитывая их отношение в смеси 1:1) согласно уравнению:

Таблица 2

Сравнение полученного в экспериментах пиролиза смеси лигнит/ПЭВП выхода жидких и газовых продуктов с рассчитанным теоретическим выходом

Температура	400 °C			500 °C		
Жидкий продукт	Экспериментальный выход (%)	Теоретический выход (%)	Разница (%)*	Экспериментальный выход (%)	Теоретический выход (%)	Разница (%)*
	6.01	8.37	–2.36	23.95	17.57	6.38
Газовый продукт	Экспериментальный выход (%)	Теоретический выход (%)	Разница (%)*	Экспериментальный выход (%)	Теоретический выход (%)	Разница (%)*
	46.48	13.21	33.27	40.00	12.92	27.08

* Разница (%) = Экспериментальный выход (%) – теоретический выход (%)



ГЖХ-МС-анализ насыщенных фракций, выделенных из жидкого продукта пиролиза (при температуре 400 °C) лигнита (а), ПЭВП (б) и смеси лигнит/ПЭВП (в). Н-алканы обозначены согласно числу атомов углерода; Пр – Пристан; Фит – Фитан; Δ – Н-алкены, содержащие число атомов углерода как соответствующие н-алканы.

Теоретический выход, % = (выход при пиролизе самого лигнита, % + выход при пиролизе самого ПЭВП, %)/2.

В таблице 2 приведено сравнение полученного в экспериментах пиролиза смеси лигнит/ПЭВП выхода жидких и газовых продуктов с рассчитанным теоретическим выходом.

Данные из таблицы 2 показывают, что синергетический эффект на выход жидких продуктов при пиролизе смеси лигнит/ПЭВП осуществляется при температуре 500 °С, тогда как при температуре 400 °С экспериментальный выход ниже теоретического за 2.36 %. С другой стороны, учитывая газовые продукты, увеличение экспериментального выхода по сравнению с теоретическим указывает на синергетический эффект при пиролизе смеси лигнит/ПЭВП на обеих температурах (таблица 2).

Жидкий продукт пиролиза смеси лигнит/ПЭВП содержит меньше асфальтенов и больше углеводородов, чем жидкий продукт пиролиза самого лигнита на обеих температурах, причем эти разницы более выражены в продуктах пиролиза, полученных на 500 °С. Жидкий продукт пиролиза ПЭВП, полученный на обеих температурах, ожидаемо содержит только углеводороды. Хроматограммы полного ионного тока, полученные ГЖХ-МС анализом насыщенных фракций, выделенных из жидкого продукта пиролиза, приведены на рисунке. В жидких продуктах пиролиза, полученных во всех экспериментах, преобладают *н*-алканы, а за ними по количеству идут *н*-алкены. *н*-Алканы часто являются доминирующими углеводородами в нефтях. *н*-Алкены, идентифицированные в жидких продуктах пиролиза, относительно нетрудно подвергаются дальнейшей переработке (крекингу или конверсии в разветвленные и циклические УВ).

Полученные результаты позволяют предположить, что пиролиз ПЭВП и смеси лигнит/ПЭВП является нетрадиционным способом для получения жидких углеводородов и газовых продуктов, а также и для утилизации пластического отхода.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования, науки и технологического развития Республики Сербии (Грант № 176006).

Литература

1. *Aboulkas A., Makayssi T., Bilali L., El harfi K., Nadifiyine M., Benchanaa M.* // Fuel Processing Technology. 2012. V. 96, P. 209–213.

2. *Ishaq M., Ahmad I., Shakirullah M., Arsala Khan M., Ur Rehman H., Bahader A.* // Energy Conversion and Management. 2006. V. 47, № 18–19. P. 3216–3223.

Первичная диагностика фазового состава залежей УВ на больших глубинах (на примере южной части Денисовского прогиба)

С. В. Сенин[1], А. А. Савельева[2]

[1] ООО «Тимано-Печорский Научно-исследовательский Центр», Ухта

[2] Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПечорНИПИнефть», Ухта

Денисовский прогиб в Тимано-Печорском бассейне является одним из наиболее перспективных направлений геологоразведочных работ на нефть и газ. Всего с начала поисковых работ в Денисовском прогибе открыты 20 месторождений углеводородов различного фазового состава, включая крупные газоконденсатные Кумжинское, Василковское, нефтегазоконденсатное Лаявожское и другие месторождения. В последние годы компанией «ЛУКОЙЛ-Коми» здесь открыты два средних по запасам нефтяных месторождения – Баяндыское и Восточно-Ламбейшорское. Имеется значительный фонд локальных структур, подготовленных к бурению. Главные поисковые объекты, приуроченные к фаменским отложениям, залегают здесь на глубинах 3.6–4 км и более. Особую актуальность приобретает прогноз фазового состава ожидаемых залежей и корректная диагностика типа полученных флюидов.

Моделирование катагенетической зональности в недрах свидетельствует о прохождении нижней границы существования чисто нефтяных залежей на глубинах около 5 км, в силурийских отложениях. Только на юге Тибейвисской депрессии и в западной части Лодминской перемычки, где глубины залегания домаников-турнейского НГК максимальны, фаменские отложения переходят в зону существования газоконденсатных скоплений. По данным балансового моделирования объемов генерации жидких и газообразных УВ, для домаников-турнейского НГК на большей части Денисовского прогиба соотношение газовых и жидких УВ находится в диапазоне 66-130 м^3/т. Следовательно, сингенетичные пластовые системы данного НГК прогнозируются как чисто нефтяные.

Действительно, газосодержания пластовых нефтей домаников-турнейского НГК Денисов-

ского прогиба имеют сравнительно невысокие значения. Газосодержание на залежах Шапкина-Юрьяхинского НГР составляет 113–171 м^3/т с максимумом в надрифовой залежи Пашшорского месторождения. В Лайско-Лодминском НГР пластовые нефти Северо-Командиршорского и Тибейвисского месторождений содержат примерно одинаковое количество растворённого газа – 134 м^3/т и 129 м^3/т соответственно. В соседнем Харьяга-Усинском НГР диапазон газосодержаний примерно тот же – от 73.9 м^3/т до 164 м^3/т. На этом фоне выглядит аномалией залежь Верхнеамдермаёльского месторождения, числящаяся на Госбалансе как газоконденсатная, и большие вариации газосодержаний на Баяндыском и Восточно–Ламбейшорском нефтяных месторождениях.

Так, на Верхнеамдермаёльском месторождении при кратковременном испытании (первые часы работы единственной скважины № 1) интервала 4366–4415 м был получен приток газа дебитом до 50.1 тыс. м^3/сут через штуцер диаметром 11 мм. Наблюдалось вынесение из скважины совместно с газом жидкой углеводородной фазы, которая была первично определена как конденсат. На основе данных испытания при подсчёте запасов была принята однофазная газоконденсатная модель строения залежи.

В скважине 1-Баяндыская (интервал 3858–3881 м) количество растворённого газа по результатам однократного разгазирования составило 275.4 м^3/т. В скважине 21-Баяндыская (интервал 4086–4102 м), расположенной на расстоянии первых километров от скважины 1-Баяндыская, газосодержание достигло рекордной для Тимано-Печорской провинции величины 592.2 м^3/т. В скважине 28-Баяндыская в процессе испытания интервала 4108–4148 м после работы нефтью из скважины пошёл газ.

В скважине 1-Восточно-Ламбейшорская в процессе бурения проводилось исследование пластовых флюидов с помощью прибора MDT фирмы Schlumberger в открытом стволе. В результате однократной сепарации пробы нефти с глубины 3646.1 м получено газосодержание 218.4 м^3/т. Позднее в процессе испытания в этой же скважине интервала 3643–3696 м газосодержание по однократному разгазированию показало величину 300.8 м^3/т. В скважине 2-Восточно-Ламбейшорская (интервал 3656–3712 м) газосодержание достигло всего 183.4 м^3/т.

Перечисленные незакономерные на первый взгляд вариации газосодержания пластовых УВ систем могут быть объяснены с точки зрения условий испытания.

Так, известно, что скважины Баяндыского и Восточно-Ламбейшорского месторождений в ходе испытания давали дебиты нефти около 500 м^3/сут. Большие депрессии, необходимые для получения таких дебитов, могли привести к локальному снижению давления в пласте ниже давления насыщения. Это в свою очередь может стать причиной искажения истинного пластового газосодержания и давления насыщения. Подобные случаи широко известны и описаны в литературе [1]. В таком случае, глубинные пробы, которые отбирались в процессе бурения опробователем на каротажном кабеле MDT до начала испытания, т.е. до возникновения депрессионной воронки, более представительны.

На Верхнеамдермаёльском месторождении в процессе испытания создавались депрессии около 30 МПа, при этом забойные давления вполне могли оказаться ниже давлений насыщения. В таком случае логично предположить, что имела место работа скважины не свободным, а попутным газом, выделяющимся из пластовой нефти на забое или в пласте в результате чрезмерного снижения давления. Да и максимальный достигнутый на Верхнеамдермаёльском месторождении дебит газа 50.1 тыс.м^3/сут не представляется достаточно большим. При подобных депрессиях и ожидаемо высоких фильтрационных свойствах карбонатных коллекторов дебиты газа из газоконденсатной залежи должны быть выше на один-два порядка.

Ранее было показано, что нефти и конденсаты с уверенностью можно различать по темпу отгона светлых фракций и по индивидуальному составу длинноцепочечных УВ, и на основе изучения свойств жидких УВ флюидов Верхнеамдермаёльского и Западно-Командиршорского-II месторождений высказано предположение о наличие здесь нефтяных оторочек [2, 3].

Внимательный анализ и сравнение свойств нефтей Баяндыского, Восточно-Ламбейшорского и «конденсатов» Верхнеамдермаёльского месторождений приводит к заключению об их аналогии. Пробы жидких УВ Верхнеамдермаёльского месторождения демонстрируют «конденсатный» характер разгонки: темп отгона обнаруживает чётко выраженный максимум 0.4–0.6 % об./1 °С в диапазоне 80–180 °С.

Устьевые пробы из скважин 1-Баяндыская и 4-Восточно-Ламбейшорская имеют типично «нефтяной» вид графиков разгонки с темпами отгона в пределах 0.35 % об./1 °С. Глубинные пробы из скважин 1-Баяндыская, 21-Баяндыская и 1-Восточно-Ламбейшорская имеют на графиках темпа отгона выраженные экстремумы на уровне 0.4–0.5 % об./1 °С, что типично для конденсатов, но не для нефтей.

Выявлено чёткое различие фракционного состава устьевых и глубинных проб нефтей Баян-

дыского и Восточно-Ламбейшорского месторождений. По-видимому, глубинные пробы отбирались после работы скважин с максимальными дебитами, т. е. с максимальными депрессиями. Это вызвало перераспределение компонентов нефти в зоне депрессионной воронки. Руководствуясь приведённой логикой, можно предположить, что «конденсатоподобные» фракционные составы УВ флюидов Верхнеамдермаёльского месторождения также сформировались в результате техногенного влияния, а не являются природными особенностями данных залежей.

По результатам хроматографического изучения длинноцепочечных алканов УВ флюидов Денисовского прогиба выявлены типичные нефти и конденсаты, фазовая принадлежность которых не вызывает сомнения. При этом УВ флюиды залежей, числящихся на Государственном балансе как газоконденсатные – Верхнеамдермаёльского и Западно-Командиршорского-II - обладают практически идентичным между собой и при этом «нефтяным» УВ составом. Типичные конденсаты на Верхнеамдермаёльском и Западно-Командиршорском-II месторождениях по данным хроматографии не обнаруживались.

Таким образом, использованные прямые и расчетные геохимические критерии диагностики фазового состава для многих флюидов Денисовского прогиба могут быть проинтерпретированы двояко, как в сторону газоконденсатного, так и в сторону нефтяного типа залежей. Авторы статьи отдают себе отчет, что пока недостаточно данных для однозначного суждения о наличие или отсутствии газоконденсатных залежей в доманиковотурнейском НГК Денисовского прогиба. Разрешить этот вопрос должно запланированное бурение на Верхнеамдермаёльском месторождении. Для корректного определения свойств пластовых флюидов и диагностики их фазового состава необходимо соблюдать следующие рекомендации:

1. В новых скважинах выполнять дробное поинтервальное опробование при помощи опробователя пластов на кабеле MDT. При наличии газоконденсатной шапки в залежах это мероприятие позволит однозначно установить газонефтяной контакт.

2. Испытание скважин и отбор глубинных проб следует проводить с минимальными депрессиями, во избежание дегазации нефти на забое и в пласте.

3. Рекомендуется повторить отбор глубинных на Баяндыском и Восточно-Ламбейшорском месторождениях, с предварительной проработкой скважин с малыми дебитами. В случае не подтверждения первоначальных данных о высоких газосодержаниях потребуется пересчёт запасов нефти и растворённого газа, т. к. в таком случае увеличится пересчётный коэффициент. Возможно получить прирост запасов нефти только за счёт данного фактора.

Литература

1. *Мамуна В. Н., Требин Г. Ф., Ульянинский Б. В.* Экспериментальное исследование пластовых нефтей. М.: ГОСИНТИ, 1960. С. 34–35.

2. *Данилевский С. А., Склярова З. П., Трифачев Ю. М.* Геофлюидальные системы Тимано-Печорской провинции. Ухта, 2003.

3. *Склярова З. П.* Геохимия трудноизвлекаемых углеводородных флюидов Тимано-Печорской провинции. Ухта, 2007.

Некоторые вопросы использования корреляционного анализа в геохимии нефти

М. Б. Смирнов, Н. А. Ванюкова
Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва

Корреляционный анализ – базовый математический аппарат, применяемый для оценки степени зависимости параметров состава нефтей и/или рассеянного органического вещества (РОВ) между собой или с условиями залегания (см., например, [1]). Его методы и условия их применимости описаны во многих учебных пособиях и монографиях (см. [2–6] и цитируемую в [2–4] литературу).

Анализ геохимической литературе показал, что стандартно используют только парный коэффициент линейной корреляции Пирсона r. То, что оценки на его основе, строго говоря, возможны, только если частота встречаемости значений сравниваемых параметров описывается нормальным законом распределения [3, 5, 6], игнорируется. Хотя для нефтей и РОВ нет оснований полагать, что это условие часто выполняется. Поэтому необходимо рассмотреть, к чему может приводить некорректное использование коэффициентов корреляции Пирсона и продемонстрировать возможности иных, практически невостребованных методов корреляционного анализа.

Экспериментальным материалом для такого рассмотрения послужили данные о составе нефтей по 14-ти параметрам, полученным мето-

дами ЯМР ^{1}H (нефти Западносибирского, Волго-Уральского и Тимано-Печорского НГБ, всего около 300 проб) и ЯМР ^{13}C (нефти первых двух НГБ). Параметры характеризуют ароматические, непредельные и н-алкильные компоненты образцов. Их полный список приведен в [7].

Распределения для всех параметров состава как в пределах отдельных НГБ, так и в целом далеки от нормального, многие явно асимметричны. Корректная статистическая обработка таких данных возможна только ранговыми методами. Оптимальным представляется использование как основного парного коэффициента корреляции Спирмена r_s, тем более что при нормальном распределении и линейной зависимости между параметрами (то есть там, где работоспособен коэффициент корреляции Пирсона) $r \approx 2\sin(r_s Ч\pi/6) \approx r_s$ [3, 4, 6]. Для нефтей Западной Сибири, где в целом наблюдались простейшие и наиболее тесные связи между параметрами, рассчитаны все парные коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Показано, что по значению r невозможно надежно установить степень взаимосвязи величин. Из 76-ти пар параметров, для которых статистическая значимость корреляции ***P*** по r больше 0,95 в 36 случаях наблюдается заметная разница между r и r_s; в 14-ти при переходе от r к r_s ***P*** меняется радикально. Так, согласно значениям r, содержание непредельных углеводородов линейно зависит от трех параметров с $\boldsymbol{P} > 0.999$ (максимальный $r = 0.51$), еще от трех – с $\boldsymbol{P} > 0.99$ и еще от трех с $\boldsymbol{P} > 0.95$, тогда как из величин r_s однозначно следует отсутствие зависимостей даже относительно намного более широкого класса функций (любые монотонно возрастающие или убывающие). Наибольшая разница между r и r_s: $r = 0.54$, $r_s = 0.06$. Возможна и обратная ситуация, когда $|r_s|$ существенно больше $|r|$. Следовательно, достоверность полученных ранее выводов о взаимосвязях между параметрами состава, а также с условиями залегания является неопределенной. Все они нуждаются в проверке из-за некорректного применения математического аппарата. При анализе парных зависимостей следует использовать коэффициент корреляции Спирмена.

Для столь сложных объектов, как нефть, ограничиваться рассмотрением только парных коэффициентов корреляции представляется нецелесообразным. Например, пусть установлено, что три параметра (X, Y, Z) попарно взаимозависимы. Реальна ситуация, когда зависимость для одной пары, к примеру, между X и Y, обусловлена тем, что $X = f(Z)$ и $Y = F(Z)$, так что если «устранить зависимость от Z», то X и Y окажутся не связанными между собой «напрямую» или связь окажется иной. Для выяснения этих вопросов служит аппарат частных коэффициентов корреляции [5, 6]. Его эффективность демонстрируется следующими примерами.

Для нефтей Западной Сибири и Волго-Урала все парные r_s между долей углерода в ароматических цикла (общая мера ароматичности, C_{ap}), долей водорода в них же (незамещенные положения в ароматических ядрах, H_{ap}) и долей водорода в CH, CH_2 и CH_3-группах в а-положении к этим циклам (мера замещенности ароматики, H_a) более 0,9, кроме одного (для Волго-Урала), равного 0,84. Расчет частных коэффициентов корреляции Спирмена (последовательно устраняли влияние первого, второго и третьего параметра) показал, что для нефтей Волго-Урала реально доли водорода H_{ap} и H_a зависят от C_{ap} и не зависят друг от друга. Иная картина для нефтей Западной Сибири. Взаимозависимость между H_{ap} и C_{ap} мало меняется при устранении влияния H_a. Эти параметры связаны настолько тесно, что можно говорить о функциональной зависимости. В результате при устранении влияния на H_a одного из них остаточная зависимость от второго оказывается слабой (соответствующие частные коэффициенты корреляции меньше парных в несколько раз). Этот пример демонстрирует естественное ограничение на применимость частных коэффициентов корреляции: парные r_s не должны быть слишком велики (в рассмотренном примере r_s между H_{ap} и C_{ap} = 0.984). Содержательно же из этих данных следует, что закономерности для ароматических компонентов нефтей Западной Сибири и Волго-Урала разные и формирование этих компонентов в Западной Сибири проходило, если можно так выразиться, более унифицировано.

В нефтях Волго-Урала отношение H_a/H_{ap} растет с ростом H_{ap} (парный $r_s = 0.49$). При устранении влияния C_{ap} зависимость меняется на обратную: уменьшение отношения с увеличением H_{ap} (частный $r_s = -0.49$). То есть видимая при рассмотрении парного коэффициента корреляции зависимость между H_a/H_{ap} и H_{ap} обусловлена тем, что H_{ap} сильно связан с C_{ap}, а рассматриваемое отношение в целом увеличивается с ростом C_{ap} (общей ароматичности нефти). Хотя при «прочих равных условиях» величина, обратно пропорциональная H_{ap}, и уменьшается в среднем с ростом стоящего в знаменателе параметра. Таким образом, интерпретация данных на основе только парных коэффициентов корреляции требует большой осторожности и привлечение частных коэффициентов корреляции способно иногда прояснить картину.

Корреляционный анализ эффективен для установления различий в составе нефтей и РОВ разных структур, территорий или стратиграфических комплексов, т. к. ранговые коэффициенты корреляции можно рассчитать и в случае, ког-

да один или оба анализируемых параметра не числовые. Достаточно, чтобы их можно было формально как-то упорядочить [3, 4, 6]. Так, для Волго-Уральского НГБ рассмотрено изменение содержания ароматических соединений и непредельных углеводородов в нефтях между северными (Пермская обл. и Удмуртия), центральными (Татария, Башкирия) и южными (Самарская, Саратовская, Волгоградская и Оренбургская обл.) районами бассейна. Первая переменная (X) – $C_{ар}$ или мера содержания непредельных – доля водорода в изолированных двойных связях $H_{дв}$, вторая (Y) – номер региона. Чтобы получить упорядоченную картину с севера на юг можно принять Y = 1 для нефтей северной части, Y = 2 – центральной, Y = 3 – южной. Можно использовать и буквенные обозначения (Y = С, Ц и Ю, соответственно) и упорядочивать по Y в алфавитном порядке. Получится то же самое. Расчеты согласно [4, 6] по формулам для переменных с большим числом одинаковых значений при рассмотрении всех пар: север-центр, центр-юг, север-юг (то есть когда Y принимает значения С и Ц, Ц и Ю или С и Ю и рассматривают только пробы из соответствующих районов) дали r_s = 0.18, –0.62 и –0.30, соответственно. Значимость первого коэффициента – ~0.95, второго – более 0.9999, последнего – ~0.999. То есть практически достоверна меньшая (на это указывает знак r_s) общая ароматичность нефтей юга по сравнению с нефтями центра и севера и небольшое (на грани принимаемой обычно достоверности вывода) увеличение $C_{ар}$ при переходе от севера к центру. Для непредельных в тех же парах r_s = –0.37, –0.35, –0.63, то есть монотонное падение их содержания при движении с севера на юг. Аналогичные результаты получены для остальных 12-ти параметров состава. При таком анализе нечисловая переменная может иметь сколько угодно значений.

Преимущество корреляционного анализа для случая, когда нечисловая переменная принимает только 2 значения, по сравнению с иными методами (например, критерием Манна-Уитни, хотя по нему, строго говоря, поверяется несколько иное, см. детальный разбор в [3]) заключается в том, что аппарат позволяет сравнивать, насколько в разных случаях отличаются соответствующие сдвиги значений X. Для r_s существует оценка сверху величины среднеквадратичного отклонения: $СКО(r_s) = \{3(1-r_s^2)/n\}^{1/2}$, где n – число изученных объектов («число элементов выборки») [4]. Она дает завышенную величину СКО, так что при дальнейших вычислениях по критерию Стьюдента значимости разницы двух значений r_s можно принимать в качестве граничного не 0.95, а 0.9 или 0.85. Это преимущество сказывается при достаточно большом объеме данных (сотни образцов), когда СКО для типичных в геохимии значений r_s 0.4–0.7 оказывается 0.1 и менее.

Таким образом, корреляционный анализ предоставляет достаточно разнообразные возможности при анализе геохимических данных. Однако его использование требует четкого понимания границ применимости каждого метода.

Литература

1. *Гончаров И. В.* Геохимия нефтей Западной Сибири. М.: Недра. 1987. 181 с.

2. *Большев Л. Н., Смирнов Н. В.* Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983. 416 с.

3. *Орлов А. И.* Прикладная статистика: Учебник для вузов. М.: Экзамен. 2007, 672 с.

4. *Кендел М.* Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975. 216 с.

5. *Румшиский Л.З.* Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное пособие. М.: Наука, 1971. 192 с.

6. *Смирнов М. Б.* Основы обработки экспериментальных данных: Курс лекций: Учебное пособие для химиков и геохимиков. ИНХС РАН. М., 2013. 162 с. www.ips.ac.ru

7. *Смирнов М. Б., Ванюкова Н. А.* Закономерности распределения и степень взаимосвязи основных структурно-групповых параметров в составе нефтей Западной Сибири по данным ЯМР // Нефтехимия. 2014. Т. 54. № 1. С. 17–28.

Использование регрессии деминга при установлении зависимостей между параметрами в геохимии нефти

М. Б. Смирнов, Н. А. Ванюкова, Е. Н. Полудеткина
Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва
МГУ, Москва

В геохимии нефти при вычислении коэффициентов линейной зависимости между двумя параметрами $Y = aX + b$ стандартно используют обычный регрессионный анализ в том виде, в котором он реализован в пакете Excel. В результате получают так называемую регрессию Y на X, для которой принято обозначать коэффициенты как $a_{y|x}$, $b_{y|x}$. Однако этот математический аппарат применим только при строгом соблюдении следующих условий. Первое: причины, приводящие к появлению отклонений от аппроксимирующего данные тренда, вызывают изменение значений только переменной Y. Параметр X никак не влияет на разброс точек. Второе: абсолютная величина разброса точек относительно линии тренда одинакова во всем диапазоне значений переменных [1, 2]. При работе с геохимическими данными ни одно из этих предположений, как правило, не выполняется. Соответственно, получаемые уравнения линий тренда оказываются сдвинутыми против тех, которые обеспечивают оптимальную аппроксимацию данных и этот сдвиг тем больше, чем меньше коэффициент корреляции между переменными. В настоящем сообщении рассмотрен математический аппарат, адекватный решаемым в геохимии нефти задачам и ранее, по-видимому, в этой области не использовавшийся.

Таким адекватным аппаратом является регрессия Деминга [2]. Он позволяет вычислить коэффициенты прямой, наилучшим образом соответствующей данным, если заданы соотношения между величинами разброса значений по X и по Y. Однако конкретный вид регрессии Деминга (ортогональная, простая или общая), применимый в каждом конкретной задаче, критически зависит от того, каков характер распределения разброса точек относительно линии тренда и что о нем известно [2].

Объектами исследования служили 79 образцов нефтей и газоконденсатов Западной Сибири, список которых приведен в [3]. Там же представлены обоснования того, что изучаемый набор в первом приближении репрезентативен для данного НГБ. В качестве первого приближения для вычислений в настоящей работе рассмотрены отклонения измеренных значений по X и Y от простой регрессии Деминга (обозначения коэффициентов, соответственно, $a_{п,Д}$, $b_{п,Д}$) с отношением $a_{п,Д}/k = 1$ (определение коэффициента k см. ниже). Простая регрессия Деминга строится в предположении, что величины отклонений по X не зависят от значений X, а величины отклонений по Y не зависят от Y, так что относительный вклад в итоговый разброс этих отклонений одинаков для всех точек. Тогда мерой этих отклонений могут служить стандартные среднеквадратичные отклонения (СКО) σ_X, σ_Y и их отношение постоянно $\sigma_Y/\sigma_X = k = \text{Const}$. Регрессия Деминга с $a/k = 1$ соответствует случаю, когда приводящие к появлению отклонений от тренда причины симметрично воздействуют на значения X и Y [2], то есть в условиях отсутствия информации о причинах разброса (типичная для геохимии нефти ситуация) она дает среднее положение прямой.

Для приближенного определения величин отклонений по каждой переменной от полученной таким путем прямой весь диапазон значений разбивали на примерно одинаковые интервалы так, чтобы в каждом интервале было не менее 5-ти точек при общем числе интервалов 6 – 7. Разбиения точек на группы по значениям X и Y обычно не совпадали. Очевидно «выскакивающие» точки при этом временно исключали из рассмотрения. Вычисляли отклонения от прямой по X и Y: $\Delta x_i = x_i - (y_i - b_{п,Д})/a_{п,Д}$, $Dy_i = y_i - a_{п,Д}Чx_i - b_{п,Д}$ для каждой не «выскочившей» точки (i – индекс точки). После чего в каждом интервале m рассчитывали средние значения переменных ($X_{ср|m}$, $Y_{ср|m}$, $m = 1, 2, ..., 6$ или 7) и СКО Δx_i и Δy_i ($\sigma_{\Delta X|m}$, $\sigma_{\Delta Y|m}$). Достоверность наличия зависимости $\sigma_{\Delta X|m}$, $\sigma_{\Delta Y|m}$ от $X_{ср|m}$, $Y_{ср|m}$, соответственно, устанавливали, вычисляя коэффициенты корреляции Спирмена r_s [2, 4]. При $|r_s| > 0{,}9$ принимали, что $\sigma_{\Delta X|m}$, $\sigma_{\Delta Y|m}$ равны вычисленным за исключением случая, когда в одном из интервалов СКО оказывался меньше, чем на соседнем, хотя согласно общему тренду он должен быть больше. Тогда усредняли оба значения и принимали СКО одинаковым по данной переменной для этих интервалов. При отсутствии зависимости (значимость r_s мала) и разнице крайних величин СКО не более чем вдвое принимали $\sigma = \text{Const}$ (равно среднему по данной переменной из всех вычисленных). В промежуточных случаях анализировали общую тенденцию изменения σ для разных интервалов с учетом числа точек на интервале. Далее использовали аппарат, разработанный для неравноточных измерений и детально описанный в [2]. Веса каждого значения вычисляли, полагая одинаковыми величины $\sigma_{y,i}$

Коэффициенты прямых регрессий парных зависимостей структурно-групповых параметров состава нефтей Западной Сибири

X	Y	$r_s(X,Y)$	$a_{y\|x}$	$b_{y\|x}$	$a_{о,Д}$	$b_{о,Д}$	$s(a_{y\|x})$	$s(b_{y\|x})$
$H_{ар}$	$C_{ар}$	0.984	3.45	1.09	3.48	1.01	0.04	0.14
$H_{ар,2+}$	$H_{ар,1}$	0.80	0.67	0.37	0.74	0.23	0.011	0.02
$C_{ар}$	Σ *n*-Alk	–0.89	–1.43	40.19	–1.62	42.95	0.07	1.12
$H_{β}$	Σ *n*-Alk	0.70	1.92	–101.18	2.37	–129.09	0.26	16.57

и $\sigma_{x,i}$ в пределах каждого выделенного на предыдущем этапе интервала по каждой переменной. Исключение – отброшенные на этом этапе «выскочившие» точки, для которых принимали веса, в 10 раз меньшие, чем для прочих точек в пределах интервала по той или иной переменной. Такого занижения весов достаточно, чтобы «выскочившие» точки не оказывали критически большого влияния на результаты.

В таблице приведены результаты расчетов коэффициентов $a_{о,Д}$ и $b_{о,Д}$ для общей регрессии Деминга и регрессии Y на X, а также вычисленные согласно [1, 2] СКО последних коэффициентов ($s(a_{y|x})$, $s(b_{y|x})$) для некоторых пар X и Y с разными коэффициентами корреляции Спирмена r_s [2, 4]. Приняты следующие обозначения [3]:

— $H_{ар}$ — доля водорода в ароматических циклах с разбиением на два диапазона:

— $H_{ар,1}$ — водород преимущественно в моноциклоароматических структурах,

— $H_{ар,2+}$ — водород преимущественно в би-+полициклоароматических структурах (то есть $H_{ар} = H_{ар,1} + H_{ар,2+}$);

— $H_{β}$ — доля водорода групп $-CH_2-$ и $-CH<$, β- и более далеких по отношению к ароматическим кольцам, карбонильным группам или гетероатомам;

— $C_{ар}$ – доля углерода в ароматических циклах;

— Σn-Alk – общая доля углерода в *н*-алкильных фрагментах цепей.

Из данных таблицы видно, что различия между результатами расчета по регрессии Y на X и регрессии Деминга незначимы лишь при очень высоких значениях коэффициента корреляции. Уже при $r_s \approx 0.9$ разница коэффициентов превышает соответствующие СКО.

В заключение следует кратко остановиться на двух зависимостях. Первая – $C_{ар}$ как функция $H_{ар}$. СКО измеренных $C_{ар}$ от вычисленных при подстановке измеренных $H_{ар}$ в уравнение регрессии Деминга составило 0.5 абс. %. Хотя при фиксированном $C_{ар}$ величина $H_{ар}$ зависит от средней степени замещения ароматических циклов, соотношения между моно-, би-, ...-циклическими ароматическими соединениями, отношения $(H/C)_{ат}$ образца. Поэтому тот факт, что для флюидов Западной Сибири (как нефтей, так и газоконденсатов) величины $C_{ар}$ столь просто и практически однозначно (разброс подавляющего большинства точек – в пределах ошибок измерения) определяют значения $H_{ар}$, представляется удивительным. Это означает, что процессы нефтеобразования в этом бассейне обуславливают жесткие ограничения на строение и состав основной части ароматических компонентов вне зависимости от типа исходного вещества и условий их протекания. Наличие таких ограничений никак не следует из имеющихся представлений о химии нефтеобразования. Вторая – зависимость между $C_{ар}$ и Σ *n*-Alk. Ранее ничего подобного (например, связи между общим содержанием ароматических соединений и суммой *н*-алканов) не отмечалось. Рассматривавшиеся варианты образования ароматических соединений (см., например, [5–8]) для ее объяснения ничего не дают. Как и в предыдущем случае, прежде чем пытаться выяснять возможные причины формирования такой зависимости, необходимо изучить нефти других НГБ, чтобы представлять себе степень ее общности.

Работа выполнена при поддержке ООО «Хембридж».

Литература

1. *Румшиский Л. З.* Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное пособие. М.: Наука. 1971. 192 с.

2. *Смирнов М. Б.* Основы обработки экспериментальных данных: Курс лекций: Учебное пособие для химиков и геохимиков / ИНХС РАН. М., 2013. 162 с. www.ips.ac.ru.

3. *Смирнов М. Б., Ванюкова Н. А.* Закономерности распределения и степень взаимосвязи основных структурно-групповых параметров состава нефтей Западной Сибири по данным ЯМР // Нефтехимия. 2014. Т. 54. № 1. С. 17–28.

4. *Кендел М.* Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975. 216 с.

5. *Гончаров И. В.* Геохимия нефтей Западной Сибири. М.: Недра. 1987. 181 с.

6. *Петров Ал. А.* Углеводороды нефти. М.: Наука, 1984. 263 с.

7. *Peters K. E., Walters C. C., Moldovan J. M.* // «The Biomarker Guide»/ Second edition. Biomarkers and Isotopes in Petroleum Systems and Earth History. Cambridge University Press. 2005. 1029 p.

8. *Тиссо Б., Вельте Д.* Образование и распространение нефти. М.: Мир, 1981. 501 с.

Геохимическая характеристика нафтидов из каменноугольных отложений Варандей–Адзьвинской структурной зоны, Печорский шельф

Е. Б. Суворова, В. И. Петрова
ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И. С. Грамберга», Санкт-Петербург

Проведены геохимические исследования нафтидов из каменноугольных отложений месторождения, расположенного в восточной части Печорского шельфа, в структурно-тектоническом отношении приуроченного к Варандей-Адзьвинской структурной зоне (ВАСЗ).

Источником происхождения изученных образцов нафтидов является преимущественно сапропелевое органическое вещество морского генезиса. Степень зрелости исходного РОВ достигла стадии «нефтяного окна» (МК1-МК2). По основным показателям биомаркеров, нафтиды характеризуются как биодеградированные. В изученных образцах идентифицированы специфические биомаркеры — 25-норгопаны, образующиеся в результате бактериального удаления метильной группы у атома С-10 в регулярных гопанах [3].

Полученные результаты согласуются с данными предшественников о присутствии гипергенно-измененных, в разной степени биодеградированных нефтей в отложениях верхневизейско-нижнепермского нефтегазоносного комплекса (НГК) ВАСЗ [2,4]. Вероятными нефтематеринскими толщами (НГМТ) для изученных углеводородов (УВ), как было показано ранее [1], могут служить породы фаменского и турнейского ярусов. НГМТ фаменского и турнейского ярусов достигли стадии «нефтяного окна» в раннепермское время и могли начать генерировать жидкие УВ. К триасовому времени залежи углеводородов в каменноугольных отложениях уже были сформированы.

В работе исследователей [3] отмечено, что биомаркеры 25-норгопаны являются, как правило, «вторичными» и образуются непосредственно в нефтяной залежи при ее существенной биодеградации. В качестве гипотезы мы предполагаем, что биодеградация нафтидов обусловлена историей развития ВАСЗ в конце палеозоя и в мезозое: предтриасовый размыв и структурная перестройка района ВАСЗ в конце триасового - начале юрского времени [5]. В результате этих событий нефтяные залежи верхневизейско-нижнепермского НГК могли попасть в зону гипергенеза, где и происходила их бактериальная переработка.

Литература

1. *Гордадзе Г. Н., Зонн М. С., Матвеева И. А., Дзюбло А. Д.* Геохимия рассеянного органического вещества пород и нефтей каменноугольных и девонских толщ месторождения Медынское море // Геология нефти и газа. 2001. № 1. С. 52–61.

2. *Жеглова Т. П., Дахнова М. В., Нечитайло Г. С., Назарова Е. С.* Генетическая типизация нефтей северо-восточных районов Тимано-Печорской НГП // Геология и направления поисков нефти и газа. Москва: ВНИГНИ, 2003. С. 160–175.

3. *Каширцев В. А., Конторович А. Э., Филп Р. П.* и др. Биодеградация насыщенных циклических хемофоссилий // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 11–14. С. 1792–1800.

4. *Кирюхина Т. А., Ступакова А. В.* Качественный прогноз флюидов в месторождениях Печорского моря // Геология нефти и газа. 2001. № 3. С. 28–35.

5. *Таныгин И. А., Борисов А. В., Марьяновский В. Н., Киреев Г. И.* История развития и особенности строения северной части Варандей-Адзьвинской структурной зоны // Нефть и газ Арктического шельфа–2004: Материалы международной конференции, 2004. С. 139.

Поиск и разведка рудных и нерудных полезных ископаемых, гидрогеология

Возраст формирования рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) на основе анализа фауны фораминифер

А. Л. Анфимов[1], Б. И. Чувашов[1], Е. И. Сорока[1], Н. В. Лещёв[2]
[1]Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург
[2]ООО «Сафьяновская медь»

Сафьяновское медноколчеданное месторождение находится в пределах Восточно-Уральского поднятия (в 10 км на северо-восток от г. Реж) в южной части Режевской структурно-формационной зоны. Оно локализовано в измененных вулканогенно-осадочных породах и вулканитах кислого-среднего состава [2], которые вскрыты в карьере Главной рудной залежи. Главная залежь массивных колчеданных руд имеет длину 400 м при ширине до 140 м. Южный фланг залежи резко выклинивается, а северный переходит в серию апофиз, которые представлены массивными колчеданными, медно-цинковыми и прожилково-вкрапленными сульфидными рудами [7]. Рудовмещающая толща имеет мощность около 500 м. Глубина карьера в настоящее время достигает 180 м. При достижении глубины 200 м месторождение будет разрабатываться шахтным способом.

В верхней части разреза рудовмещающей толщи (до глубины 30 м) залегает маломощный пласт каменноугольных известняков, который содержит фораминиферы верхнего турне, определённые в керне скв. П-4, 3030 [3]. Ниже по разрезу в углеродисто-кремнистых алевропелитах (карьер, горизонт 187 м, счёт от забоя) были обнаружены некарбонатные раковины фораминифер *Parathurammina aff. tamarae* L. Petrova, 1981 [4], возраст верхний эйфель-живет [6].

Углеродисто-кремнистые породы в виде пачек мощностью от 0.1 до 1.5 м встречаются в рудовмещающей толще месторождения [8] в карьере на глубинах от 100 и до глубины 285 м, где они вскрыты горными выработками на контакте с известняками и серпентинитами Режевского массива (юго-западный фланг Сафьяновского рудного поля). Минеральный состав пород: кварц, плагиоклаз, хлорит, гидрослюда, каолинит, барит, пирит. Изучение компонентного состава органического вещества (ОВ) показало, что содержания углеводородов (УВ) и ОВ в углеродисто-кремнистых породах относительно невысоки, а в их групповом составе доминируют алифатические соединения [5]. ОВ относится к сапропелевому типу и имеет морское происхождение [5, 8]. В целом, основные показатели уровня зрелости ОВ не превышают значений, характерных для стадии $МК_1$ [8].

Некарбонатные раковины (кварц, апатит) фораминифер *Parathurammina aff. tamarae* L. Petrova, 1981, были обнаружены в нескольких точках выходов углеродисто-кремнистых пород в юго-восточной и южной части карьера (горизонты 187–100 м) [6]. Раковины имеют трёхслойную стенку, уменьшенные размеры и меньшее по сравнению с карбонатными количество устьев (рис. 1), что можно объяснить неблагоприятными условиями обитания в мелководном морском бассейне, где карбонатное осадконакопление было подавлено значительным привносом вулканического материала. Некоторые имеют диск прикрепления, что свидетельствует о том, что эти раковины – прикреплённый бентос. Хорошая сохранность фораминифер, нередкое обволакивание раковин пелитовым материалом, следы продавливания осадков указывают на захоронение раковин в мелководных морских условиях недалеко от места обитания. По-видимому, первоначально раковины были сложены карбонатным (арагонитом, кальцитом) и органическим пвсевдохитиновым материалом, впоследствии замещённым апатитом и кварцем [6].

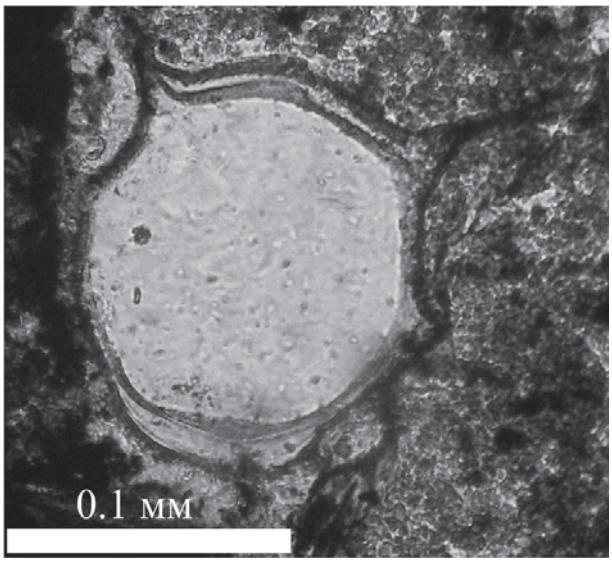


Рис. 1. Раковина фораминиферы *Parathurammina aff. tamarae* L. Petrovae, 1981, Средний Урал, Сафьяновское месторождение, шлиф 07-I-24а, проходящий свет. У раковины видны слоистая стенка и устьевые возвышения

В известняках, вскрытых штольней на юго-западном фланге месторождения в зоне контакта с серпентинитами (обр. Ш10/12) на гл. 285 м, обнаружены карбонатные фораминиферы *Parathurammina magna* Antropov, 1950, также обитавшие на морском мелководье в среднем-позднем девоне [1]. Некоторые экземпляры имеют диски прикрепления (рис. 2), что свидетельствует о том, что они относятся к прикрепленному бентосу. Ранее в скважинах П-23, 2142, вскрывших зону серпентинитового меланжа, в линзах известняков, были обнаружены карбонатные фораминиферы *Auroria delineate* L. Petr., *Tamarina corpulenta* L. Petr., *Parathurammina aff. tamarae* L. Petr. [3].

Раковины фораминифер эйфеля-живета встречаются в породах рудовмещающей толщи месторождения на глубине от 100 до 285 м. Видовое однообразие раковин свидетельствует о неблагоприятных условиях обитания и мелководности бассейна осадконакопления. Присутствие в известняке вулканогенного материала говорит в пользу его образования близкого по возрасту к углеродисто-кремнистым породам.

В заключение можно сказать, что вулканогенно-осадочные породы рудовмещающей толщи Сафьяновского месторождения формировались в мелководном морском бассейне с привносом вулканогенного материала в эйфеле-живете. Нужно отметить, что, по данным [Коровко и др., 1999], в скважине 2149 в интервале 298.5–335 м определены конодонты верхнего лохкова. Следовательно, на глубинах от 100 до 298.5 м, в случае ненарушенного залегания пород, можно ожидать обнаружения границ между лохковским, пражским, эмсским и эйфельским ярусами.

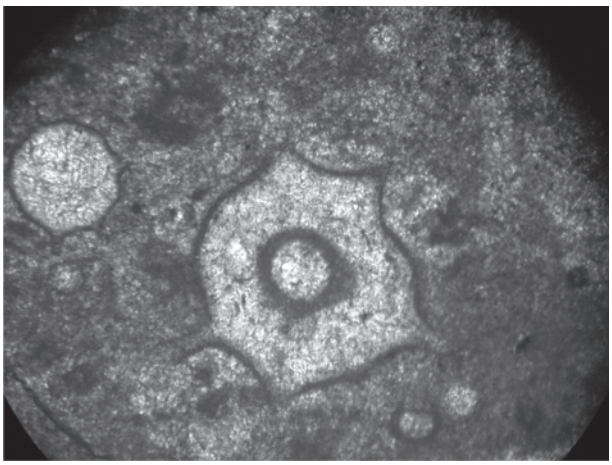


Рис. 2. Раковины фораминиферы *Parathurammina magna* Antropov, 1950, Средний Урал, Сафьяновское месторождение, штольня, шлиф ш-1-12(4), увеличение 140*. Вид сверху, круг внутри раковины – место прикрепления ко дну

Исследования выполнены при финансовой поддержке совместного проекта УрО РАН 12-С-5-1032

Литература

1. *Антропов И. А.* Новые виды фораминифер верхнего девона некоторых районов востока Русской платформы // Известия Казанского филиала АН СССР. Геол. Ин-т., 1950. № 1. С. 20–28.

2. *Коровко А. В., Двоеглазов Д. А, Лещев Н. В.* и др. Сафьяновское медно-цинковое колчеданное месторождение (Средний Урал) // Геодинамика и металлогения Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. С. 152—153.

3. *Коровко А. В., Постоялко М. В., Степанова Т. И.* и др. Стратиграфия и фауна образований девона и карбона Сафьяновского рудного поля (Средний Урал) // Проблемы стратиг. и палеонт. Урала. Екатеринбург:Минприроды РФ, ОАО УГСЭ, 1999. С. 136–141.

4. *Петрова Л. Г.* Фораминиферы среднего девона восточного склона Урала // Палеозой Западно-Сибирской низменности и ее горного обрамления. Новосибирск: Наука, 1981. С. 81-101.

5. *Сорока Е. И., Галеев А. А., Леонова Л. В., Лютоев В. П., Петрова В. И.* Органическое вещество в известняках и углеродисто-кремнистых породах Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // Четырнадцатые Чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова. Миасс, 2013. С. 45–51.

6. *Чувашов Б. И, Анфимов А. Л., Сорока Е. И., Ярославцева Н. С.* Новые данные о возрасте рудовмещающей толщи Сафьяновского месторождения (Средний Урал) на основе фораминифер // ДАН. 2011. Т. 439. № 5. С. 648–650.

7. *Язева Р. Г., Молошаг В. П., Бочкарев В. В.* Геология Сафьяновского колчеданного месторождения (Средний Урал): Препринт. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. 71 с.

8. *Ярославцева Н. С., Масленников В. В., Сафина Н. П., Лещёв Н. В., Сорока Е. И.* Углеродсодержащие алевропелиты Сафьяновского медно-цинково-колчеданного месторождения (Средний Урал) // Литосфера. 2012. № 2. С. 106–123.

Этапы формирования рыхлого покрова северо–восточной части Балтийского щита и их минерагения

В. Я. Евзеров
Институт геологии Кольского НЦ РАН, Апатиты

Результаты исследования рыхлого покрова Балтийского щита и приуроченных к нему месторождений позволяют выделить нескольких вполне самостоятельных этапов становления покрова, обусловленных климатическими и тектоническими обстановками на протяжении длительного промежутка времени от позднего триаса до наших дней и существенно различающихся по минерагеническим особенностям [1].

Первый этап охватывает значительную часть мезозоя. Этот период характеризовался малоактивными, не дифференцированными по знаку тектоническими перемещениями, и теплым и влажным климатом, вследствие чего происходила пенепленизация региона и формирование мощной площадной коры выветривания каолинитового типа. Пенепленизации суши способствовала, видимо, обстановка медленного поднятия, при которой скорость денудации отставала от скорости выветривания. Каолинитовая кора выветривания в пределах Балтийского щита сформировалась в верхнем триасе – начале нижней юры. Позднее, в течение нижней и средней юры, верхние горизонты этой коры явились источником материала, поступавшего в Южно-Баренцевоморскую впадину. К началу верхней юры, очевидно, сохранились только корни упоминавшейся коры выветривания. Останцы каолинитовой коры выветривания могут представить практический интерес как сырье для производства керамических изделий и как наполнитель в производстве высококачественной бумаги. Перспективы обнаружения новых месторождений имеются. В этом убеждают результаты недавних исследований в Федорово-Панском массиве на Кольском полуострове и в соседней Финляндии. Залежи каолинов практически не обнажаются, вследствие чего перспективные площади могут быть выявлены посредством аэромагнитной съёмки с последующей постановкой наземных геофизических и буровых работ. Поиски высококачественных каолинов следует сконцентрировать в пределах участков распространения метаосадочных пород низкой степени метаморфизма с небольшим количеством темноцветных минералов. В первую очередь целесообразно обследовать площади некогда существовавших ледораздельных пространств ледниковых покровов, развивавшихся в течение четвертичного периода, поскольку именно в пределах ледоразделов имело место минимальное экзарационное воздействие ледников на подстилающие породы.

Второй этап соотносится с палеогеном. Теплый и влажный климат, благоприятный для формирования коры выветривания, сохранялся до эоцена включительно. Однако существенно изменился рельеф региона: в палеогене север Балтийского щита представлял собой низменную сушу, частично покрывавшуюся морем. Уровень грунтовых вод в этот период располагался недалеко от поверхности. Соответственно сколько-нибудь мощная кора выветривания не могла образоваться. Полезные ископаемые в отложениях палеогена не известны.

Третий этап – это период высокой тектонической активности, свойственной неогену. Что касается климатической обстановки, то в позднем олигоцене–неогене произошло значительное похолодание, со временем усиливавшееся. В неогене территория щита длительное время находилась в обстановке умеренного климата. В конце палеогена–начале миоцена имело место поднятие Кольского региона, после чего в его пределах начали накапливаться континентальные осадки. Вертикальные перемещения блоков привели к образованию всех известных в настоящее время возвышенностей и депрессий, хотя контрастность и расчлененность рельефа были меньше современных. В такой обстановке выравнивание территории, в отличие от первого этапа, происходило посредством педипланации – по механизму параллельного отступления склонов. На равнинных участках началось формирование коры выветривания гидрослюдистого типа. Завершилось оно в конце миоцена в связи с существенной активизацией поднятия. В конце миоцена и плиоцене кора выветривания была частично размыта, сыграв принципиально важную роль в формировании россыпного месторождения лопарита. К её останцам, занимающим несравненно большие площади, чем останцы каолиновой коры выветривания, приурочены месторождения вермикулита. Перспективы обнаружения новых месторождений в этой коре выветривания представляются ограниченными.

Четвертый этап охватывает сравнительно небольшую часть четвертичного периода, общая продолжительность которого составляет 2.6 млн лет. В указанный промежуток времени чередовались потепления и похолодания климата разного ранга, следствием чего являлись межледниковые и меж-

стадиальные эпохи, разделенные периодами ледниковых экспансий. Это своеобразный этап, на протяжении которого все события (даже вертикальные перемещения Балтийского щита) были климатически обусловлены. В пределах щита встречены отложения среднего и позднего плейстоцена и голоцена, охватывающие период около 300 тысяч лет, в том числе образования двух крупных оледенений: московского и поздневалдайского, имевших место, соответственно, в морские изотопные стадии 6 и 2. Судя по высотам распространения отложений гляциоэвстатических морских трансгрессий, следовавших за этими оледенениями, наибольшая мощность ледяного щита во время московского оледенения была на востоке, а в период поздневалдайского оледенения – на западе. Иными словами, есть основания полагать, что в период более древнего оледенения ледник вторгался в северо-восточную часть Балтийского щита с северо-востока или востока, а в период поздневалдайского оледенения – с запада. Это были, вероятно, Карско-Новоземельский и, несомненно, Скандинавский ледниковые покровы. Гляциоэвстатические трансгрессии, развивавшиеся в регионе после покровных оледенений, которые занимали значительные площади на северо-востоке Балтийского щита, происходили в условиях дегляциации территории. Причиной трансгрессий было то обстоятельство, что континент, опустившийся под влиянием нагрузки льда во время оледенения, в период деградации ледника оказывался значительно ниже уровня Мирового океана, чем в настоящее время.

Промышленно значимые полезные ископаемые приурочены только к отложениям позднего плейстоцена и голоцена. Надежно установлено, что размещение месторождений кирпичных глин, песка и песчано-гравийных смесей в континентальной части Кольского региона предопределил характер дегляциации территории. На площади доминирования ареальной дегляциации значительные массы песка и песчано-гравийных смесей накапливались в сравнительно узких предфронтальных и фронтальных зонах. В пределах этой территории преобладают месторождения, приуроченные к озам и краевым (межлопастным) образованиям. Флювиогляциальные дельты и сопряженные с ними месторождения озерно-ледниковых и ледниково-морских глин здесь крайне редки. При рассекающей дегляциации песок и песчано-гравийный материал в больших объёмах концентрировались преимущественно в протяженных линейных депрессиях, открытых в сторону Баренцева и Белого морей. В области господства рассекающей дегляциации доминируют месторождения песка и песчано-гравийных смесей, тяготеющие к флювиогляциальным дельтам. Широко распространены также парагенетически связанные с дельтами месторождения ледниково-морских глин. Под отложениями флювиогляциальных дельт залегают осадки обломочных потоков, представляющие практический интерес. В формировании месторождений песка и песчано-гравийных смесей решающее значение имели гидродинамические потоки, тогда как в образовании месторождений кирпичных глин главную роль играли потоки мутьевые.

Россыпи являются уникальными образованиями в пределах северо-восточной части Балтийского щита и всего щита в целом. Это обусловлено минерагенией щита, неблагоприятными палеотектонической и палеогеографической обстановками в период образования его рыхлого покрова. В пределах щита сконцентрированы в больших количествах преимущественно минералы малой плотности (3.5-5.5 г/см^3), россыпи которых формируются обычно в крупных водоёмах за счет продуктов химического выветривания материнских пород, обогащенных ценными минералами. Вследствие тенденции щита к поднятию продукты кор каолинового и гидрослюдистого выветривания в основном снесены в окружающие щит водоёмы. Невелики перспективы обнаружения и россыпных месторождений золота, платины и алмазов. Алмазы не образуют более или менее богатых коренных месторождений. Золото небольших по площади коренных источников поступает в рыхлый покров лишь из примерно 2 м обогащенных золотом пород, которые разрушались, в основном, агентами физического выветривания, что не приводило к полному вскрытию золота. Что касается минералов элементов платиновой группы, запасы которых значительны, то они на 50% и более представлены висмуто-теллуридами, неустойчивыми к выветриванию и сконцентрированными в маломощных горизонтах. Отрицательное влияние на формирование и сохранность россыпей оказали и оледенения, неоднократно покрывавшие территорию щита в четвертичный период.

Месторождения органогенных полезных ископаемых являются практически нетронутым резервом добывающей промышленности региона. Они найдут применение в различных отраслях промышленности и в сельском хозяйстве. Крупные скопления диатомита могут быть обнаружены в плоскодонных проточных озерах, а прочие виды сапропелей – в бессточных озерах. Далеко не исчерпан ресурс месторождений торфа, а использование для производства гуматов уже известных месторождений будет способствовать повышению жизнестойкости городов, возникших в связи с деятельностью одного крупного градообразующего предприятия.

Литература

Евзеров В. Я. Минерагения рыхлого покрова северо-восточной части Балтийского щита. 2014 (в печати).

Литолого–фациальные особенности образования продуктивных толщ стекольных песков в суходольных впадинах Прибайкалья

В. Л. Коломиец
Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ

Качество сырья для стекольной промышленности определяется техническими требованиями к полевошпатовым и кварц-полевошпатовым материалам ГОСТа 13451-77 и сводится к установлению зернового и химического составов осадков в процентах: 1) фракция 1.25–0.63 мм — J5; 2) SiO_2 — J80; 3) Na_2O+K_2O — i7; 4) Al_2O_3 — i11,5; 5) Fe_2O_3 — массовая доля варьирует от 0.2 до ненормированности для различных марок материалов.

Заявка стандарта по фракционному набору ограничивается осадками в виде естественной смеси из песчано-алевритово-глинистых частиц и исключает присутствие каких-либо примесей размером >1.25 мм. Этот факт в литолого-генетическом и фациальном отношении значительно суживает распространение искомых объектов. Поэтому, при выработке прогнозных рекомендаций годности стекольного сырья следует использовать поисковый ряд критериев «литология» – «генотип» – «группа фаций (макрофация)» – «фация (микрофация)».

По микрофациальному анализу запросы качества удовлетворяют фации, которые образовались в условиях малого энергетизма в среде осадконакопления, а именно – слаботурбулентных, субламинарных русловых и донных потоках, глубоководных, приглубых и прибрежных частях озер, периферии конусов выноса и зоне эоловых перемещенных песков зрелой стадии перевевания. Отложения гляциального генезиса (g, f, af), кроме озерно-ледникового типа (lg), в большинстве своем не пригодны из-за высокого динамизма бассейнов седиментации, имеют сугубо местное значение и без применения дополнительных технических средств не могут применяться в качестве готового материала. В гранулометрическом отношении самыми перспективными являются аллювиальный, лимнический, лимногляциальный, пролювиальный и эоловый генотипы (таблица).

Аллювиальные и озерные отложения (a, la, al). Характеризуются довольно устойчивым процентом пригодности проб (ППП), лучшие показатели в Верхнеангарской и Тункинской впадинах, где ППП выше среднего. Полезными свойствами обладают фация внутренней зоны поймы, группа старичных фаций и отложений вторичных водоемов пойм, группа лимнических фаций (прибрежные и приглубые фации, а также фация внутренних частей озер). Кроме того, пригодными могут быть также отдельные горизонты из других фаций пойменной и даже русловой групп. Это обстоятельство прямо зависит от характера изменения водности потоков по причине климатических и сезонных особенностей, а также чисто гидрологических факторов – протяженности, уклона и типа речного русла.

Озерно-ледниковые отложения (lg) камовой морены опоискованы в Хойтогольской котловине Тункинской впадины, где ППП достаточно высок — 60.5 %. Это комплексное месторождение песка **Нилова Пустынь**, расположенное на левобережье р. Ихэ-Ухгунь. Полезная залежь занима-

Процент пригодности проб по зерновому составу

Генотип	Впадины				
	Верхнеангарская	Муйско-Куандинская	Баргузинская	Тункинская	Юго-восточное побережье Байкала (Котокельская и др. впадины)
aQ_4^2	60.3	50.0		–	–
aQ_4^1	44.8	50.0	не пригодны	25.0	–
$a^1Q_3^4$-Q_4^1	42.3	не пригодны	22.2	66.7	не пригодны
$a^2Q_3^2$	35.7	74.4	16.1	100.0	25.0
$a^3Q_3^1$	76.0	36.7	16.7	20.0	31.8
$la^4Q_2^{3+4}$	74.1	57.1	28.5	84.2	38.5
$al^5Q_2^{1+2}$	100.0	32.2	34.5	81.8	4.3
$al^6Q_1^2$-Q_2^1	57.5	24.3	42.3	76.1	43.8
al^7E_2-Q_1^1	100.0	62.7	57.8	60.0	не пригодны
ap. pQ_{3-4}	29.1	38.6	15.8	не пригодны	–
af. fQ_{2-3}	19.2	не пригодны	–	не пригодны	–
lgQ_{2-3}	–	–	–	60.5	–
vQ_{2-3}	–	–	77.8	83.3	–

Прочерк в таблице (–) — нет данных или данный генотип отсутствует

ет площадь 2.3 км^2 при вскрытой мощности 3.5 м и представлена средненеоплейстоценовыми мелкозернистыми полевошпатово-кварцевыми песками (запасы 4.8 млн м^3).

Пролювиальные отложения (p, ap). ППП ниже среднего, что нисколько не противоречит истине, так как обнаружить осадки, не имеющие грубообломочных включений в предгорных частях впадин, весьма затруднительно. Но все же, отдельные пробы из фаций полого-покатой периферии крупных конусов выноса дают положительный результат и предлагаются как возможные источники получения сырья, хотя значение их для развертывания масштабного производства не велико.

Эоловые отложения (v). ППП высокий, годность понижается за счет малых примесей (1–2 %) фракции 2.5–1.25 мм. При ее отсеве может быть достигнут хороший результат ввиду того, что в целом основная масса по гранулометрическим спектрам заключена в песчано-алевритовой области (70–80 %). Такие распределения сопоставляются с эмпирическими полигонами перемещенных песков зрелой стадии перевевания, и именно эти отложения следует рекомендовать на данный вид сырья.

Имеющиеся данные по полному химическому составу песков, кроме Верхнеангарской и Баргузинской впадин, где химический анализ проводился в сокращенном виде, вносят свой отпечаток в выявленные закономерности. В первую очередь, повышенные содержания окиси железа (Fe_2O_3) до 2–5 %, что на порядок выше требований ГОСТа, исключают возможность применения осадков в естественном виде для изготовления технического, листового и оконного стекла. Поэтому они могут использоваться лишь как сырье для производства изделий из темно-зеленого и тарного стекла (марка КПШС-Н-11.5 с ненормированной массовой долей Fe_2O_3).

Таковым является месторождение стекольных песков **Котокель** в одноименной котловине на юго-восточном побережье оз. Байкал, представленное комплексом озерно-речных неоплейстоценовых отложений, по химическому составу соответствующее вышеуказанной марке и характеризующееся как крупное (площадь – 18 км^2, вскрытая мощность – 2.1 м, запасы – 38 млн м^3). В случае проведения магнитной сепарации пески данного месторождения могут соответствовать более высоким требованиям к сырью для стекольной промышленности, а именно – маркам КПТС-0,70-11,5 и КПТС-0,50-11,5, применяемых для производства листового оконного стекла. Подобная ситуация присуща также Муйско-Куандинской и Тункинской впадинам.

Количество SiO_2 по всей Байкальской рифтовой зоне находится в пределах требований госстандарта.

Содержания окиси алюминия по отдельным котловинам колеблются в незначительных пределах, для Муйско-Куандинской депрессии и юго-восточного побережья оз. Байкал ППП по Al_2O_3 96.3, что позволит получать качественное стекло. Тункинской впадине свойственны некоторые изменения содержаний окиси с переходом нормативной границы 11.5 % в меньшую сторону (ППП 69.8), при этом левобережье р. Иркут и подножья Тункинских гольцов имеют почти 100 % показатель годности.

Содержания суммы щелочей ниже нормы характерны только лишь для Тункинской котловины, причем каких-либо закономерностей в распределении Na_2O+K_2O по литолого-фациальным и геоморфологическим элементам выявить не удалось, поэтому данная впадина, как источник стекольных песков, оценивается скорее отрицательно.

Таким образом, по зерновому составу наиболее перспективными источниками опоискованных и прогнозных ресурсов стекольных песков являются речные, аллювиально-озерные и лимногляциальные отложения межгорных впадин Прибайкалья (Муйско-Куандинская, Верхнеангарская, Баргузинская, Котокельская, Усть-Селенгинская, Тункинская). Второстепенные объекты – осадки пролювиального и эолового происхождения. К сожалению, высокое содержание в естественном виде окисла железа (III) в породе исключает возможность получения качественных марок стекла.

Перспективы территории Республики Коми на обнаружение месторождений полезных ископаемых в свете региональных геохимических данных

Л. А. Криночкин, А. А. Головин, А. Б. Шкарин, Н. Г. Гуляева,
И. С. Баранов, А. А. Гелетко
ФГУП «ИМГРЭ»

Территория Республики Коми, в целом, относится к закрытым или неблагоприятным для применения традиционных геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых из-за широкого развития ледниковых отложений. Однако, результаты проведенных геохимических исследований убеждают, что важная роль в выявлении и локализации перспективных площадей в этих условиях принадлежит именно геохимическим методам. Предпосылками для их применения являются данные о том, что ореолы элементов-индикаторов скрыто-перекрыто залегающих месторождений полностью не экранируются перекрывающими отложениями, и могут формировать на дневной поверхности литохимические наложенные, гидрохимические и бриохимические ореолы рассеяния. Их изучение позволяет значительно увеличить эффективность прогнозно-поисковых работ на закрытых территориях.

Наложенные ореолы подвижных форм химических элементов характеризуются значительно большей контрастностью в сравнении с ореолами валовых содержаний. Для их выявления использовался высокочувствительный многокомпонентный прецизионный метод, позволяющий надежно определять низкие содержания элементов без дополнительного концентрирования.

Метод основан на извлечении подвижных форм элементов из проб 1М раствором азотной кислоты и последующим определением в полученной вытяжке содержаний элементов методом ICP-MC. Анализ проводится на масс-спектрометре Elan 6100 DRC. Методика аттестована метрологической службой ФГУП «ВИМС» как отраслевая методика 3 категории точности. Степень извлечения для большинства элементов составляет от первых % до 10–15 %, редко 20 % от их массы.

Использование подвижных форм химических элементов позволило в Южно-Уральском регионе при составлении геохимической основы Госгеолкарты-1000/3 масштаба 1:1 000 000 на листе N-40 оконтурить известные и выявить новые рудоносные площади перспективные на Cu, Zn, Pb, Au, Ni, Cr и др. В платформенной области на юго-восточном фланге Восточно-Европейской плиты с использованием наложенных литохимических ореолов локализованы площади перспективные на обнаружение новых месторождений медистых песчаников с суммарным металлогеническим потенциалом Cu около 1.5 млн т.

На восточном склоне Урала и прилегающей территории Западно-Сибирской плиты (листы N-41, -42) по наложенным литохимическим ореолам выявлен ряд перспективных объектов уран-редкоземельной рудной формации современного и палеодолинного типов. Примечательно, что оцененный потенциал урана вновь выявленных объектов значительно превосходит запасы Санарского и Долматовского урановых месторождений.

Региональными работами на территории Воронежской антеклизы (листы M-36, -37), при мощности платформенных отложений от 50 м до 300 м и более, в почвах и поверхностных водах установлены аномальные геохимические поля элементов-индикаторов Cu-Ni и других типов оруденения, локализованных в фундаменте платформы. Итогом стало выделение, в непосредственной близости от освоенных горнорудных территорий, новых объектов перспективных на медно-никелевое и золотое оруденения в фундаменте платформы, стронций-уран-рениевое, золотое, фосфоритовое, титан-циркониевое оруденения в чехле [1].

На территории Республики Коми аналогичные работы, в рамках создания геохимической основы Госгеолкарты-1000/3, по технологии многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000 [4] проведены на листе P-39. Значительная часть территории листа представляет собой равнину с неглубокими речными долинами и весьма мощным плейстоценовым чехлом (25–100 м). Это обуславливает плохую обнаженность пород дочетвертичного возраста, которую нельзя считать удовлетворительной даже в пределах увалов Тиманского кряжа.

Площадное геохимическое картирование проводилось с опробованием донных отложений и почв, в которых изучались наложенные литохимические ореолы рассеяния 48 элементов масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой. Дополнительно спецметодами в них определялись содержания Hg и Au.

На основе полученных данных в юго-западной части изученной территории Республики Коми выделено значительное число геохимических районов, перспективных на разные виды полезных ископаемых: Подчугинский (U, Au, J, Br); Немынский (Mn, Au, J, Br, U), Вожаельский (Cu, Zn, Au), Деревянинский (Cu, Zn, Au, U, J, Br), Гижетский (J, Br, Re, Ge, U), Сереговский (J, Br, U), Лупьянинский (TR), Сыктывкарский (TR), Вычегдасский (TR) и другие.

В пределах этих районов прогнозируется выявление объектов таких рудных формаций, как: а) урановая терригенная рифейских структурно-стратиграфических несогласий, б) золото-кварцевая «черносланцевая», в) редкоземельная с Au россыпная ледниковых отложений, г) фосфоритовая и железорудная терригенные, д) бокситовая кор выветривания и другие.

Перспективность урановой терригенной рифейских структурно-стратиграфических несогласий и золото-кварцевой «черносланцевой» рудных формаций оценивается высоко.

Геохимические признаки редкоземельной с Au россыпной ледниковых отложений рудной формации широко проявлены на территории листа, но оценка ее перспектив наиболее сложна из-за отсутствия эталонных объектов. Кроме того, по мнению Патык-Кара [3] и других исследователей специфика Тиманской провинции состоит в том, что ее россыпная «металлоносность» связана исключительно с ископаемыми россыпями девонского возраста (вплоть до раннего карбона — на Северном Тимане).

Однако, это не исключает возможности выявления промышленных скоплений редкоземельных элементов в россыпях связанных с ледниковыми отложениями, которые могут быть обнаружены при более детальном изучении перспективных объектов. Так, по данным Загородных [2], на севере Калининградской области были выделены многочисленные геохимические аномалии, связанные с флювиогляциальными потоками ледниковых образований. В них, по данным спектрального приближенно-количественного анализа, содержания Au достигают 50 г/т и более; Ag до 100 г/т. В отдельных пробах установлены концентрации La до 400 г/т, Ga до 80 г/т.

Морфология аномалий в плане напоминает форму гидросети в дельтовой части реки пра-Неман. В разрезе аномалии представляют собой многослойные тела, залегающие на различных гипсометрических уровнях. Количество таких уровней может составлять до 4–5.

Потенциал фосфоритового и железорудного оруденения на территории листа P-39, по геохимическим данным, оценивается относительно невысоко. Их геохимические признаки распространены практически повсеместно, но крупных скоплений тут не прогнозируется.

Таким образом, изучение наложенных литохимических ореолов рассеяния химических элементов позволило на территории Республики Коми в сложных ландшафтно-геохимических условиях выявить аномальные геохимические районы со специализацией на различные типы оруденения, в том числе на такие перспективные рудные формации, как урановая терригенная рифейских структурно-стратиграфических несогласий и золото-кварцевая «черносланцевая».

Литература

1. *Головин А. А., Криночкин Л. А., Чепкасова Т. В.* Проблемы выявления, интепретации и оценки рудогенных геохимических аномалий в сложных ландшафтно-геохимических условиях // Разведка и охрана недр. 2013. № 8. С. 6–12.

2. *Загородных В. А.* Металлоносность осадочного чехла северо-западной окраины Русской плиты // Литология и полезные ископаемые, № 5. 2000 г.

3. *Патык-Кара Н. Г.* Минерагения Россыпей: типы россыпных провинций. М.: ИГЕМ РАН, 2008. 528 с.

4. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000 (МГХК-1000). М.: ИМГРЭ, 1999. 191 с.

Минеральный состав руд и условия формирования Верхненияюского золото–сульфидного месторождения (Полярный Урал)

С. К. Кузнецов, Н. В. Сокерина, Т. П. Майорова, В. Н. Филиппов
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

На западном склоне Полярного Урала в Манитанырдском районе известно несколько золоторудных проявлений и месторождений, открытых в 70-е годы. Сведения о геологическом строении района, его золотоносности изложены в работах К. Н. Севастьянова, С. Н. Вахрушева и А. Б. Макарова, В. Н. Сазонова, В. И. Силаева, Т. П. Майоровой, Л. И. Ефановой, А. Ф. Карчевского, С.А.Онищенко и других авторов [1, 2, 3, 4 и др.]. Нами получены новые данные о вещественном составе руд и условиях рудообразования.

Верхненияюское месторождение находится в центральной части Манитанырдского района. Площадь месторождения сложена породами бедамельской свиты среднего-позднего рифея, представленными эффузивами основного, среднего, реже кислого состава, их туфами, туфопесчанниками, туфоалевролитами с редкими линзами известняков. Породы метаморфизованы, сильно рассланцованы и в значительной мере превращены в зеленые ортосланцы. Залегание пород моноклинальное, простирание северо-восточное 35–50°, падение восточное под углом 60–70°. Широко развиты многочисленные трещины скалывания, согласные сланцеватости пород, единичные поперечные или косо секущие нарушения.

Отмечается четкая приуроченность рудной минерализации к разрывным нарушениям северо-восточного простирания и сопровождающим их зонам интенсивной сланцеватости пород, для которых характерно переслаивание маломощных и быстро выклинивающихся слоев, различающихся по составу и механическим свойствам. Выделяется три рудные зоны: Северная, Промежуточная и Южная, вытянутые в северо-восточном направлении на расстояние до 600 м при ширине до 3–5 м. Рудные зоны состоят из рудных жил и прожилок сульфидно-кварцевого, кварцевого и кварц-хлоритового состава. Жильные образования обычно ориентированы по сланцеватости пород, но иногда полого ее пересекают, выполняя трещина отрыва. Мощность рудных жил, прожилков, а также зон брекчирования весьма изменчива и колеблется от нескольких сантиметров до первых дециметров. В жилах встречаются раздувы до 0.5–0.8 м, которые очень быстро переходят в прожилки и вскоре, как правило, выклиниваются. Расстояние между жилами и прожилками – от нескольких сантиметров до метра. Мощность безрудных кварцевых и кварц-хлоритовых жил со слабой минерализацией также непостоянна и колеблется в широких пределах от нескольких сантиметров до 1 м. Жильные образования в пределах рудных зон часто сильно катаклазированы.

По минеральному составу руды Верхненияюского месторождения являются преимущественно арсенопирит-пиритовыми. Вместе с этим в них часто отмечаются высокие содержания халькопирита, сфалерита, галенита, которые иногда преобладают над арсенопиритом. Текстуры руд массивные, полосчатые, плойчатые, вкрапленные, прожилково-вкрапленные, пятнистые. Распределение рудных минералов весьма неравномерное. Содержание золота и серебра в рудах достигает десятков граммов на тонну и прямо связано с содержанием арсенопирита и пирита.

Основными рудными минералами являются пирит, арсенопирит, второстепенными - халькопирит, сфалерит, галенит, пирротин, борнит, халькозин, ковеллин, скородит, церуссит, гидроксиды железа. В единичных случаях отмечаются пентландит, кубанит, штернбергит, фрейбергит, тетраэдрит, теннантит, ауростибит, самородный вимут. Интересно, что в арсенопирите устанавливается примесь селена, в галените присутствуют примеси серебра, висмута, тория.

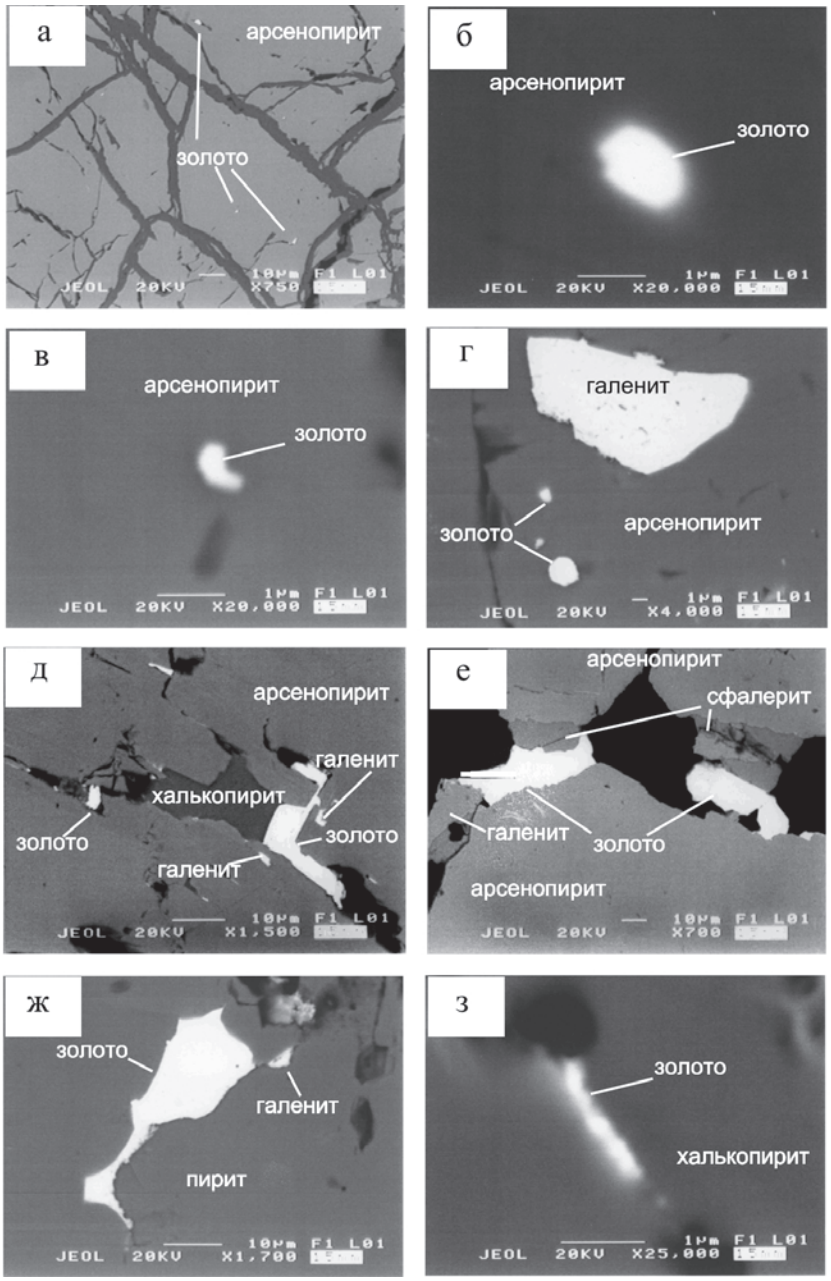
Золото в протолочках штуфных проб мелкое, форма частиц сложная, цвет желтый, зеленовато-желтый, красновато-желтый. Иногда отмечаются частицы в виде дендритов, пластин и индивидов с фрагментами огранки. В аншлифах золото наблюдается в виде мельчайших обособленных изометричных включений в арсенопирите, реже в пирите (см. рисунок). Величина таких выделений золота составляет 1–5 мкм. Вместе с этим отмечаются мелкие и относительно крупные (до 10–50 мкм) золотины вытянутой, неправильной формы, находящиеся в микротрещинах в пирите и арсенопирите часто вместе с халькопиритом, галенитом, сфалеритом.

Основной примесью в золоте является Ag, отмечаются Hg, Cu, Pd. В субмикронных выделениях золота, характерных для пирита и арсенопирита, содержание Ag обычно составляет 8–10 мас. %, иногда достигает 15–20 мас. %. В золоте, наложенном по микротрещинам на зерна арсенопирита и пирита и часто находящемся в ассо-

циации с галенитом, халькопиритом, сфалеритом, содержание Ag, как правило, значительно выше. Нередко встречаются зерна, в составе которых содержание Ag выше, чем Au и достигает 61 мас. %. в таком золоте почти всегда присутствует Hg в количестве до 3.6 мас. %. В единичном случае в высокосеребристом золоте с Hg определен Pd (1.27 мас. %). Медь в золоте устанавливается редко и в небольшом в количестве. В одном случае нами в арсенопирите обнаружено золото с содержанием Ag 4.2 – 5.1 мас. % и Cu до 21.8 мас. %, что соответствует составу купроаурида.

Пробность золота колеблется от 256 ‰ (кюстелит) до 940 ‰. Наиболее высокой пробностью обладает золото, находящее в виде субмикронных обособленных включений в пирите и арсенопирите (783–940 ‰). Пробность золота поздней генерации, развивающегося совместно с халькопиритом, сфалеритом и галенитом по трещинам в арсенопирите и пирите, как правило, ниже из-за высокого содержания Ag, присутствия Hg, Cu (256–701 ‰).

Формирование золото-сульфидно-кварцевой минерализации Верхнениюского месторождения связано с проявлением гидротермальных процессов, вероятно, в позднерифейско-вендское время. Вначале произошло отложение кварца с образованием жил согласных или субсогласных сланцеватости вмещающих пород. Затем на часть кварцевых жил и вмеща-



Золото в сульфидных рудах Верхнениюского месторождения: микровключения золота I в арсенопирите и пирите (а, б, в, г); золото II в ассоциации с халькопиритом, галенитом и сфалеритом, развивающееся по трещинам в арсенопирите и пирите (д, е, ж); тончайшее выделение золота в микротрещине в халькопирите (з)

ющие породы вдоль зон разрывных нарушений наложилась сульфидная минерализация в виде пирита, арсенопирита с наблюдающимися в них микровключениями золота I. Далее, как свидетельствуют структуры катаклаза сульфидных руд, проявились тектонические подвижки. После этого отложились халькопирит, галенит, сфалерит и золото II, обычно более крупное и низкопробное. Таким образом, достаточно обоснованно выделяется две стадии рудообразования: пирит-арсенопиритовая и халькопирит-галенит-сфалеритовая. Согласно результатам изучения флюидных включений в жильном кварце температура минералообразования составляла приблизительно 350–400 °С. Определение изотопного состава серы сульфидов позволяет предполагать связь рудогенеза с магматическими процессами.

Работа выполнена при финансовой поддержке НШ 4795.20142.5, Программ: УрО и ДВО РАН № 12-С-5-1006. РФФИ 13-05-98820 р_север_а.

Литература

1. *Вахрушев С. Н., Макаров А. Б.* Минералого-геохимические особенности руд и метасоматитов золотомышьяковых проявлений одного из районов // Геохимия и минералогия первичных и вторичных ореолов. Свердловск. 1986. С. 84–93.

2. *Майорова Т. П.* Минералогия россыпного золота Тимано-Североуральской провинции. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 148 с.

3. *Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Коротеев В. А., Поленов Ю. А.* Месторождения золота Урала. Екатеринбург. Изд-во УГГГА. 2003. 662 с.

4. *Силаев В. И.* Коренная золотоносность Полярного Урала // Руды и металлы, 1996, № 5 С. 5–17.

Предпосылки коренной золотоносности кряжа Енганепэ (Полярный Урал)

К. С. Устюгова[1] , Л. И. Ефанова[2], Т. П. Майорова[1,3]

[1]Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

[2]ЗАО «Голд Минералс», Сыктывкар

[3]Сыктывкарский государственный университет, Сыктывкар

История изучения золотоносности кряжа Енганепэ насчитывает не одно десятилетие. Шлиховые ореолы россыпного золота были открыты в 1939 г. Г.П. Сафроновым. В начале 70-х годов В.Н. Гессе с соавторами пришли к выводу, что на данной территории золоторудная минерализация должна быть связана с зонам пиритизации, развитыми в вулканогенно-осадочных породах бедамельской серии (R_3-V_2*bd*) и енганепэйской свиты (V_2-$Є_1$*en)*, которые рассматривались как источники питания россыпей. В 80-90-е г.г. прошлого столетия изучалась россыпная золотоносность хр. Манитанырд и Енганепэ. В 2007–2009 г.г. компанией ЗАО «Голд Минералс» проведены прогнозно-поисковые работы с сопутствующими литохимическими поисками по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25 000. Основной предпосылкой возобновления поисковых работ на кряже Енганепэ послужило сходство его геологического строения с массивом Манитанырд, где с 60-х годов 20 века известно золото-кварц-сульфидное месторождение Верхнеияюсское-2, а к настоящему времени открыто более десяти золотопроявлений и точек минерализации аналогичного типа.

В южной части кряжа Енганепэ на участке Изъявож выявлено восемь аномалий золота с содержанием от 10 до 50 мг/т с контуром изоконцентраты – 9 мг/т, золоту сопутствуют Cu, Ag, Zn, Pb, As, Ba, Sr и др. элементы (рис. 1). Наиболее интересная аномалия И-8 обнаружена в области водораздела восточнее г. Южная, где на площади 0.53 км^2 максимальное содержание золота достигает 30 мг/т. При оценке аномалии, в рекогносцировочном маршруте, в истоках руч. Стильного, были обнаружены две полосы развалов серицит-кварцевых пород, обильно насыщенных пиритом (от 1 до 50%), приуроченные к разломам субмеридионального простирания. Двумя выработками (Т-51 и Т-52) вскрыты интенсивно измененные породы бедамельской серии, представляющие собой тесное переслаивание пизолитовых туфов, сферолитовых риолитов, метабазальтов, туфопесчаников и туфосланцев, чередующихся с зонами ярко рыжей глинки трения и подробленными до степени катаклаза породами. Падение разлома крутое, западное (250–270°, угол 60–85°). В Т-51 и в западной части Т-52 вскрыты мощные зоны окварцевания, в которых на мощность 215 м среднее содержание Au составляет 0.02 г/т с вариациями от 0.01 до 0.83 г/т. Восточнее зоны окварцевания обе траншеи вскрыли 20 м зону пирит-серицит-кварцевых метасоматитов, которые и явились предметом нашего изучения.

В результате исследований получена их минералогическая характеристика [1, 2]:

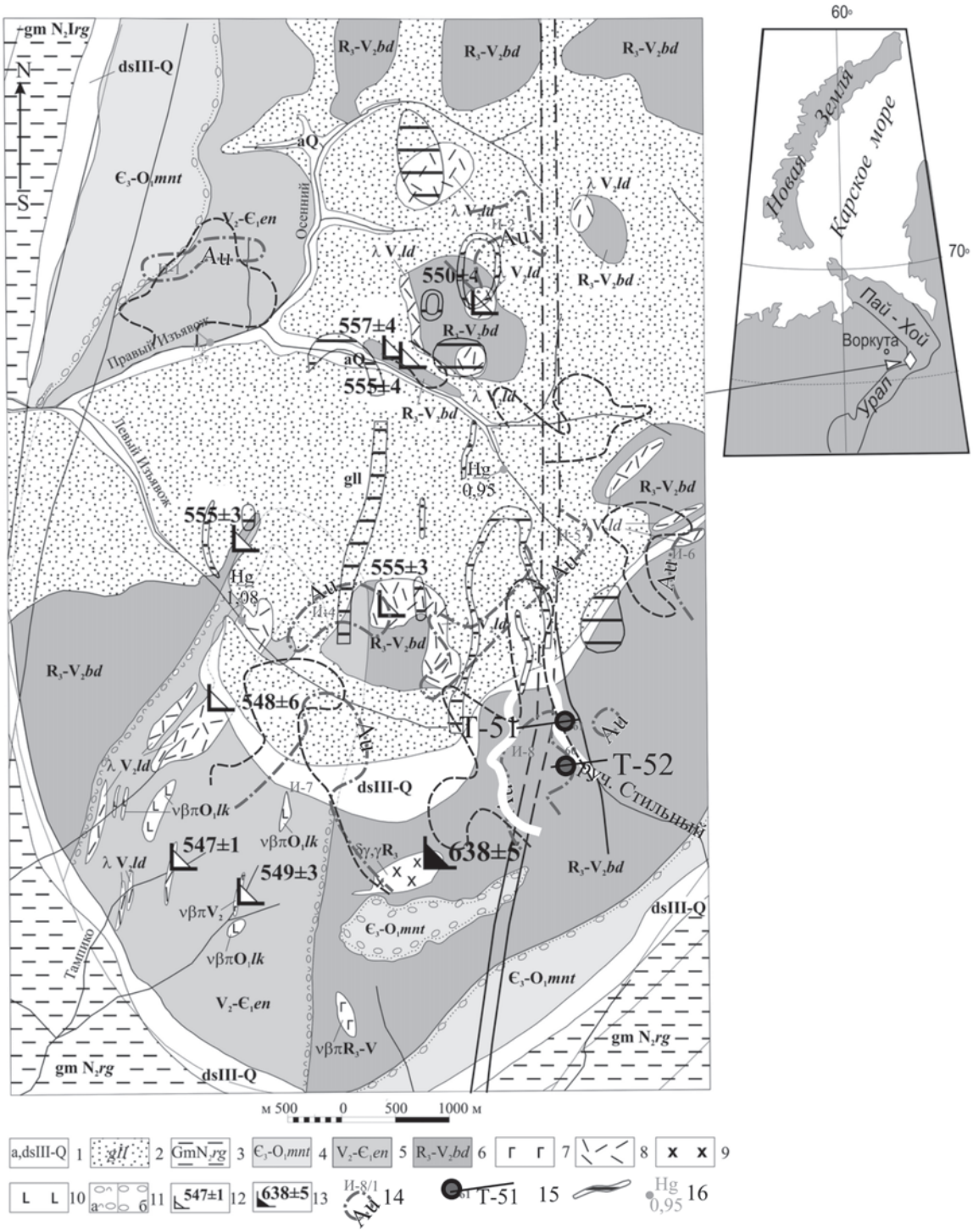


Рис. 1. Схематическая геологическая карта южной части кряжа Енганепэ. Составлена Л. И. Ефановой (2009) на основе карт Б. Я. Дембовского (1983), А. П. Ермоленко (1988), П. Е. Попова (2005).

1 — Аллювиальные отложения. Валунно-галечные, песчано-гравийные отложения с суглинком и супесью. Делювиально-солифлюкционные отложения. Глыбы, щебень, суглинок; 2 — Моренные отложения. Суглинки с глыбами, валунами, щебнем, галькой, дресвой; 3 — Роговская свита. Ледниково-морские отложения. Алевриты, суглинки, глины с мелкой галькой и гравием; 4 — Манитанырдская серия. Кварцевые песчаники, гравелиты, алевролиты зеленой, лиловой, серой окраски. Пласты базальтов в нижней части; 5 — Енганепэйская свита. Алевропсаммитовые, псаммоалевритовые сланцы, туфопесчаники, туфоалевролиты, углеродисто-кремнисто-глинистые сланцы; 6 — Бедамельская свита. Метаандезиты, андезибазальты и их туфы: *Экструзивно-субвулканические образования вулканитов нижней толщи бедамельской серии* (β, νβ, πβ R_3-V_2*bd*); *Экструзивно-субвулканические образования кислого состава лядгейского комплекса вулканического* (λV_2*ld*); 7 — габбро-долериты; 8 — риолиты; 9 — диориты, гранодиориты, плагиограниты; 11 — туфоконгломераты, туфогравелиты; 12, 13 — пункты отбора проб. Данные абсолютного возраста пород по цирконам (Попов, 2005 г.; Соболева, 2011 г.); 14 — изолинии 0.01 г/т золота по вторичным ореолам рассеяния; 15 — горные выработки и их номера (Ефанова и др., 2009 г.): 16 — точки со шлиховым ртутистым золотом. Контуры перспективных на коренное золото ртутно-газовых аномалий (Попов и др., 2005 г.)

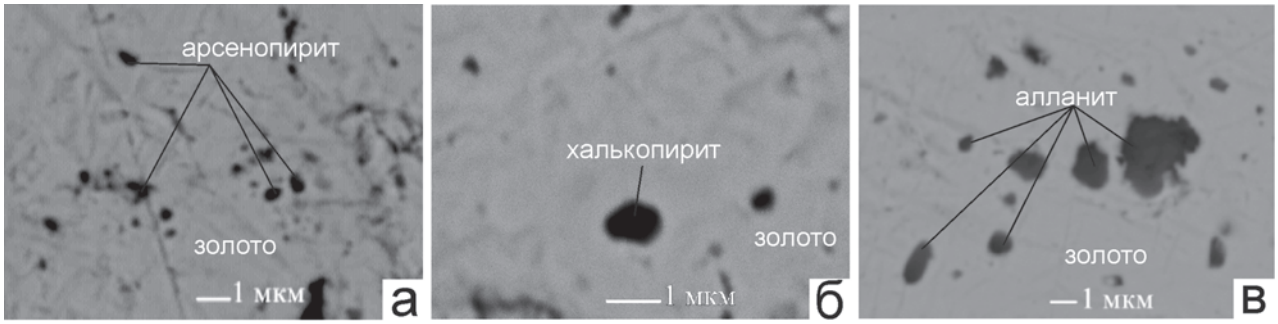


Рис. 2. Микровключения типоморфных рудных минералов в золотинах

1. В многочисленных зернах пирита – главного рудного минерала, установлено присутствие субмикронных (1–15 мкм) сингенетических включений других сульфидов – сфалерита, халькопирита, пирротина, блеклых руд (теннантит-тетраэдрит-Zn) и др. Пирит-полиметаллическая микроассоциация сопоставима с минеральной ассоциацией колчеданно-полиметаллических проявлений Полярного Урала и ореолов околорудной вкрапленной пиритизации золоторудных проявлений хребта Манитанырд.

2. Во вмещающих породах встречены единичные выделения сфалерита, халькопирита, галенита, киновари, акантита, золотистой меди субмикронных размеров, более крупные (до 0.1 мм) — зерна мышьяковистого пирита (1.5–3 мас. % As) и халькопирита со структурами распада пентландита.

3. В пирите установлены микровключения нерудных минералов – апатита, монацита, бадделеита, рутила, хлорита, серицита и кварца. Аналогичная акцессорная микроминерализация характерна и для вмещающих пород – монацит, ксенотим, циркон, апатит, рутил, алланит, редко барит. Размеры минералов от 1 до 20 мкм. Они находятся в тесной ассоциации с хлоритом, кварцем, альбитом, реже с серицитом.

Большая часть промытых проб (всего 61) из разрушенных в зоне разлома пород содержат знаки золота (от 1 до 6). Золотины «рудного» облика относятся к классу мелкого (0.1–0.3 мм), преобладают ксеноморфные формы. Основными элементами-примесями в составе золота являются (мас. %): Ag (0.92–19.53) и Hg (0.71–1.48). Золото преимущественно умеренновысокопробное (72 %), присутствует весьма высокопробное (21 %) и высокопробное (7 %). Типоморфными особенностями золота являются умеренная пробность и примесь ртути.

В золотинах установлены микронные включения типоморфных рудных минералов – арсенопирита, халькопирита, и алланита (рис. 2). На их поверхности обнаружены халькопирит и вторичные минералы (скородит, бедантит, гидроксиды железа, арсенаты висмута, железа и свинца).

По типоморфным признакам золота зоны пиритизации участка Изъявож (мелкое, умеренная пробность, примесь Hg), ассоциации рудных и нерудных микровключений (арсенопирит, халькопирит, алланит) и вторичных минералов (скородит, гидроксиды железа, арсенаты висмута, железа и свинца) тип минерализации аналогичен минеральному типу золото-кварц-сульфидных проявлений хребта Манитанырд [2].

Участок «Изъявожский» просматривается нами как наиболее перспективный на территории кряжа Енганепэ в отношении поисков коренного золота на основании целого ряда поисковых предпосылок:

1. устойчивые шлиховые потоки золота в современном русловом аллювии в верхних отрезках большинства водотоков, нередко с весовой золотоносностью (до 1.52 г/м^3), иногда с мелкими самородками золота в сростках с кварцем (руч. Лев. Изья-Вож) и знаками киновари. Наличие в нижнем течении руч. Изъя-Вож непромышленных россыпей золота, выявленных при производстве ГДП-50 в 1979–1982 г.;

2. наличие знаковых и весовых содержаний золота в склоновых делювиальных отложениях неогена под среднеплейстоценовой мореной по данным канатно-ударного бурения. Золотоносность флювиогляциальных отложений убогая – от знаков до 59 мг/м^3;

3. наличие выявленных пунктов минерализации коренного золота в Т-52 и Т-51;

4. химический состав золота – в шлихах водотоков поля встречаются низкопробные (640–850 ‰) чешуйки и пластинки золота; золото высокосеребристое (до 29 мас. %), ртутистое (до 1.6 мас. %);

5. наличие аномалий ртути по результатам шпуровой газортутной съемки;

6. присутствие березитоподобных метасоматитов в ареале распространения пород бедамельской серии и вулканических центров реконструируемых по распространению экструзивных и жерловых фаций.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Коми, проект № 13-05-98820-р_север_а.

Литература

1. *Устюгова К. С., Майорова Т. П., Колесник П. А.* Золотоносные зоны и околорудные ореолы тонкой сульфидизации колчеданного типа в докембрийских вулканогенных толщах Севера Урала (хребты Манитанырд, Енганепэ) // Колчеданные месторождения – геология, поиски, добыча и переработка руд: Материалы Всерос. науч. конф. Екатеринбург, 2013. С. 158–162.

2. *Ustyugova K.* Typomorphic features of gold on the Enganepe Ridge (Polar Urals) // The 6th International Siberian Early Career GeoScientisns Conference: Proceedings of the conference IGM, IPPG SB RAS & NSU. Novosibirsk, 2012. С. 131–132.

Природа алмазоносности Тимана и Урала

Б. А. Мальков

Коми государственный пединститут, Сыктывкар

Проблема алмазоносности Тимана и Урала имеет давние исторические корни. Первые случайные находки алмазов в России были сделаны ещё в позапрошлом веке при промывке золотоносных песков Адольфовской россыпи Крестовоздвиженских промыслов на Среднем Урале. Летом 1829 г. четырнадцатилетний Павел Попов нашёл первый в России алмаз весом 105 мг. Всего в течение 1829 г. было обнаружено четыре кристалла. К 1928 году было обнаружено около 300 кристаллов, в том числе и на Южном Урале. Наибольший из найденных камней весил 518.9 мг. Единичные алмазы обычно находили старатели при добыче золота или платины из россыпей. Первая рабочая гипотеза, предложенная Н.К.Высоцким в 1913 г., связывала и объясняла происхождение алмазов в платиновых россыпях р. Ис с дунитовыми массивами платиноносного пояса Урала. Эту идею с 1947 г. развивал и поддерживал А.А.Кухаренко. Но проведённое геологоразведчиками крупнообъёмное опробование дунитов и примыкающих к ним платиноносных россыпей дало отрицательные результаты. В дальнейшем в 1953–1954 гг. геологами ВСЕГЕИ под руководством А. А. Кухаренко была составлена карта магматизма Западного Урала масштаба 1: 200 000, на основе которой были сделаны первые прогнозы на алмазоносные кимберлиты в районах развития россыпей на Среднем Урале. Но поскольку типичные кимберлиты на Урале, по заключению опытных петрографов, таких как Н. А. Румянцева (1967 г.), отсутствовали [9], то у многих геологов появился большой соблазн именовать кимберлитами любые основные и ультраосновные породы повышенной магнезиальности вблизи уже установленных аллювиальных россыпей. К сожалению, это граничащее с фальсификацией и бесперспективное с научной точки зрения направление стало главным в алмазопоисковой геологии региона и активно развивалось и пропагандировалось работниками ВСЕГЕИ, которые довели это абсурдное направление до логического конца, составив в 2011 г. схематическую карту алмазоносности Урала [1]. На этой карте (с. 8) появились несуществующие кимберлиты хартесского комплекса на Северном Урала, благодатского комплекса на Среднем Урале и многочисленные, тоже реально несуществующие, потенциально алмазоносные лампроиты на всём протяжении Урала от гряды Чернышёва, на севере, до Магнитогорска на юге. Кроме того, на Северном и Среднем Урале появилось большое количество виртуальных алмазоносных и потенциально алмазоносных лампроитоподобных туффизитов и ксенотуффизитов нового (!) чисто уральского типа. В действительности, последние представляют собой своеобразные неметаморфизованные тектониты, выполняющие многочисленные разломы и трещины в породах осадочного чехла и фундамента во всём Пермском Приуралье [8]. В них отсутствует эндогенная составляющая. Сложены они обычным осадочным материалом, заимствованным из вмещающих отложений. Поэтому новаторам до сих пор не удалось доказать петрографическую принадлежность этих пород к каким-либо определённым эндогенным типам [1]. Новизна заключается лишь в том, что все уральские потенциально алмазоносные породы нового (!) уральского типа –ксенотуффизиты – представляют плод неудержимой фантазии авторов. Во всяком случае, самим авторам монографии справиться с поставленной задачей и доказать недоказуемое, за 20 лет неустанных трудов и поисков, так и не удалось [1]. В итоге мы стали невольными свидетелями рождения новой науки – «туфтологии», занимающейся изобретением нетрадиционных и реально несуществующих на Урале и Тимане алмазоносных (эндогенных) пород, с единственной целью повышения инвестиционной привлекательности региона.

В 1953 г. работниками Среднеуральской экспедиции ВСЕГЕИ впервые на Урале в Горнозаводском районе была установлена убогая алмазоносность элювия отложений такатинской свиты нижнего девона на правобережье р. Вильвы, ниже устья р. Малой Порожней [1]. Позднее, в

середине 60-х гг., уже на Северном Урале геологами Вишерской экспедиции были открыты небольшие реальные месторождения алмазов на Колчимском поднятии, приуроченные к грубообломочным отложениям такатинской свиты [4, 6]. В практике алмазопоисковых работ на Урале впервые наметилось весьма перспективное, с научной точки зрения, направление, предполагавшее существование в Пермском Приуралье протяжённой полосы алмазоносных погребённых россыпей (промежуточных коллекторов) раннедевонского и раннесилурийского возраста. Из непонятных соображений, это направление было почти забыто и, по существу, похоронено. А сами месторождения, приуроченные к промежуточным коллекторам, чудесным образом «на бумаге» стали превращаться в инвестиционно более привлекательные эндогенные алмазоносные лампроитоподобные туффизиты и ксенотуффизиты [1, 2].

В 2002 г., по инициативе ОАО «Уралкалий» и его основного владельца Д. Е. Рыболовлева, было организовано ЗАО «Пермгеолдобыча», главной задачей которого явилось проведение геологоразведочных работ на алмазы, исходя из идеи их флюидно-эксплозивного (туффизитового) генезиса [1]. Было получено десять лицензий на проведение поисково-оценочных работ в пределах Пермского сегмента Западно-Уральской алмазоносной провинции. В результате работ на всех участках были выявлены и закартированы комплексы флюидно-эксплозивных пород. Алмазы были обнаружены на семи лицензионных участках (на всех, где удалось провести крупнообъёмное опробование). Выявлено и локализовано в общей сложности 18 алмазоносных объектов с суммарной прогнозно-ресурсной базой 5270 тыс. карат (!.054 т). На участке Рассольнинско-Дресвянский открыто, оценено и поставлено на баланс месторождение Ефимовское (C_2 – 52.39 тыс. карат); на участке Талица-Благодать – месторождение Рыбьяковское (C_2 – 127.8 тыс. карат) [1]

Такие потрясающие, в масштабах Урала, успехи и результаты, достигнутые ЗАО «Пермгеолдобыча» за период 2002–2007 гг., впечатляют. Но они никак не связаны с абсурдной идеей флюидно-эксплозивного (туффизитового) генезиса уральских алмазов. Главной причиной успехов явилось квадратно-гнездовое крупнообъёмное шахтное опробование практически любых тектонизированных пород осадочного чехла в Пермском Приуралье, особенно в тех местах, где ранее, в советские времена, уже выявлялась хотя бы убогая россыпная алмазоносность. Ефимовское месторождение на Северном Урале и Рыбьяковское на Среднем Урале – это уникальные примеры волшебного превращения россыпных месторождений алмазов в виртуальные – эндогенные туффизитовые.

При проведении геолого-съёмочных и специализированных поисковых работ на алмазы первые их промышленные месторождения в современном аллювии были найдены на западном склоне Урала в 40-х годах в бассейне р. Чусовой. Все они имели небольшие запасы и невысокие содержания алмазов. В 1954–1955 годах в Колво-Вишерском крае на Северном Урале были открыты аллювиальные Больше-Щугорское, Северо-Колчимское и Больше-Колчимское месторождения алмазов [4, 6]. Концентрации алмазов в них превышали многократно их содержания в единственных в то время разрабатываемых в стране месторождениях на западном склоне Среднего Урала. Красновишерский район становится основным алмазоносным районом Урала. Небольшие и небогатые долинные аллювиальные россыпи стали в 1959 году первыми объектами скромной по своим масштабам промышленной дражной добычи алмазов в Советском Союзе [6].

До 1972 г. основой алмазодобывающей промышленности служили три уникальных для Урала по качеству сырья и запасам месторождения алмазов в долинах рек Б. Колчима, Б. Щугора (притоков Вишеры) и С. Колчима (притока р. Язьвы). Но обеспеченность запасами алмазодобывающей промышленности за счёт этих месторождений была не велика и составляла 5–15 лет [6]. Именно это обстоятельство вдохновляло геологов на поиск коренных первоисточников, которые могли оказаться гораздо богаче и рентабельнее известных тогда месторождений аллювиального типа. В силу ряда объективных и субъективных причин этот поиск затянулся на полвека, но так и не увенчался успешным открытием коренных кимберлитовых первоисточников. Сегодня, оглядываясь назад, мы понимаем, что невозможно найти то, что запрещено законами природы. А в 50-е годы все месторождения алмазов в нашей стране находились и выявлялись только малоэффективным и дорогостоящим методом площадных массовых поисков. Именно так были найдены россыпи алмазов в бассейне Вишеры на Урале и первые кимберлитовые трубки в Якутии. Теории образования алмазов и формирования алмазоносных кимберлитов и алмазоносных россыпей тогда ещё не существовало. В учебниках петрографии не было строгого определения самого термина «кимберлит». Неоднозначно понималась «таинственная» связь алмазов и вмещающих их кимберлитов. И были ещё совсем не известны тектонические закономерности и критерии продуктивности кимберлитов в пределах древних платформ и полная, за редкими исключениями, их стерильность в позднепротерозойс-

ких (байкальских) и фанерозойских мобильных поясах.

Открытие якутских кимберлитов (1954–1957 гг.) тяжело отразилось на судьбе геологоразведочных работ на Урале. В Якутию ушли многие опытные геологи-производственники, геологи и научные работники. Открытие архангельских кимберлитов усугубило тяжёлую ситуацию и понизило государственный интерес к уральской алмазоносной провинции. Наступил серьёзный спад в алмазной геологии Урала, затянувшийся до конца советской эпохи и продолжающийся поныне.

В итоге ретроспективного анализа всех доступных геологических материалов, сегодня мы можем сделать следующие выводы о характере и генетическом типе месторождений алмазов Тимана и Урала:

1) Все, известные алмазные месторождения Урала и Тимана, имеют осадочный генезис и относятся к древним погребённым (силурийским и девонским) или молодым (кайнозойским) аллювиальным россыпям, а также – к мезозойским и кайнозойским отложениям эрозионно-карстовых депрессий [3, 4, 6, 7, 8]. Алмазоносные отложения Тимана относятся к эйфельскому стратиграфическому уровню девона. Алмазоносные отложения Колчимского поднятия на Урале отвечают нижнедевонскому (эмс) и силурийскому (лландовери) уровням.

2) Ефимовское «туффизитовое» месторождение алмазов, зарегистрированное в 2008 году, в действительности таковым не является. Оно залегает в плотиковой части россыпи Южной Рассольной. Частично отработанное Рассольнинское месторождение всегда числилось на государственном балансе как россыпное. А Ефимовское месторождение – это всего лишь небольшой (~ 7 км ^{2}) «островок» в ареале колчимской погребённой россыпи Южной Рассольной, что не даёт серьёзных оснований рассматривать его, как коренное месторождение нового «туффизитового» генетического типа.

3) Трещины и штокверки на Колчимском поднятии заполнены не эндогенным («туффизитовым»), а исключительно местным материалом брекчированных и дезинтегрированных тектоническими и эрозионными процессами вмещающих осадочных пород, включая алмазоносные девонские такатинские песчаники и гравелиты и силурийские колчимские доломиты и базальные терригенные отложения колчимской свиты [8]. . Изредка в «туффизитах» попадаются ксеногенные обломки трахидолеритов и калиевых трахитов неизвестного возраста.

4). Все, известные на Колчимском поднятии алмазные месторождения, включая пластовые, трещинные или карстовые, не являются апофизами эндогенных флюидно-эксплозивных структур штокверкового типа. Реальность существования подобных эндогенных структур за прошедшие 15 лет туффизитовой эпидемии так и не нашла ни малейцшего научного подтверждения.

5) Многочисленные сенсационные сообщения об открытии алмазоносных кимберлитов, лампроитов, алмазоносных туффизитов на Тимане и на Урале, на всём его протяжении, противоречащие фундаментальным закономерностям локализации алмазоносных магматитов только в пределах древних платформ («правило Клиффорда»), при экспертной проверке не подтверждаются [5]. И все они оказываются либо обычными пикритами (хартесский комплекс), эссекситовыми долеритами (благодатский комплекс), ультракалиевыми трахитами (Средний Тиман), либо обычными лампрофирами (калымбаевский триасовый комплекс на Ю. Урале). Алмазы и их парагенетические спутники во всех этих «новых» типах алмазоносных пород, при их опробовании, как и следовало ожидать, обнаружены не были.

6) Такатинские погребённые аллювиальные россыпи алмазов Ишковского участка сформировались за счёт перемыва каких-то, возможно нижнесилурийских (колчимских) прибрежноморских отложений. Конгломераты в такатинских отложениях представляют наиболее динамичные русловые фации девонских рек, текущих со стороны Восточно-Европейской платформы (ВЕП) в сторону Уральского океана. Они образуют серию приустьевых русел и характеризуются максимальной для такатинской свиты алмазоносностью и одновременно максимальной крупностью алмазов [7].

7) Позднеэйфельские полиминеральные аллювиальные россыпи алмазов месторождения Ичетью на Среднем Тимане, аналогичным образом, представляют наиболее динамичные русловые фации рек, текущих со стороны ВЕП в сторону Печорского моря. Они также образуют серию приустьевых рукавов и характеризуются максимальной (хотя и невысокой) для россыпей Среднего Тимана алмазоносностью и одновременно присутствием кривогранных алмазов уральского типа, обладающих высокими ювелирными качествами.

8) Первоисточниками кривогранных алмазов из россыпей Тимана и Урала служили докембрийские кимберлиты, локализованные в эпикарельском ареале ВЕП. Об этом недвусмысленно говорит типичный кимберлитовый парагенезис минералов-спутников алмаза, включая пироп, хромит, пикроильменит, наблюдаемый в отложениях колчимской и такатинской свит. И в этом

же убеждает U–Pb изотопный возраст кимберлитовых трубочных цирконов – 558±55.8 млн лет из такатинских (эмс) аллювиальных алмазоносных отложений Колчимского поднятия [8].

9) Тиман и Урал – это классические районы исключительно россыпной (политипной) алмазоносности, которые обрамляют с северо-востока и востока эпикарельскую часть ВЕП. Нижнесилурийские, нижне- и среднедевонские палеороссыпи алмазов аллювиального и прибрежно-морского генезиса образовались за счёт разрушения досилурийских кимберлитов ВЕП, располагавшихся где-то в Юго-западном Притиманье и Западном Приуралье. Дальнейшая геологическая судьба погребённых силурийских и раннедевонских уральских россыпей была обусловлена их модификацией в результате герцинского горообразования и последующего их разрушения и переотложения. Это привело к возникновению поздних миоценовых депрессионных (эрозионно-карстовых и эрозионно-тектонических) и неоген-четвертичных (аллювиальных) россыпей с унаследованными от древних коллекторов кривогранными алмазами уральского типа [8].

10) Абсурдная и наивная идея существования алмазоносных туффизитов и ксенотуффизитов в Уральском и Тиманском мобильных поясах, игнорирующая фундаментальное «правило Клиффорда», вызвала поначалу всеобщий нездоровый ажиотаж [2].. Но чуда и «открытий чудных» ни на Тимане, ни на Урале не произошло. «Правило Клиффорда» устояло под натиском туфтологов и ещё раз подтвердило свою универсальность и прогностическую ценность.

Литература

1. Алмазоносные флюидно-эксплозивные образования Пермского Приуралья. М.; СПб: ГЕОКАРТ; ГЕОС; ВСЕГЕИ, 2011. 240 с.

2. Алмазы из флюидизатно-эксплозивных брекчий на Среднем Урале / В. И. Силаев, И. И. Чайковский, В. И. Ракин и др. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 116 с.

3. *Анфилогов В. Н., Крайнев Ю. Д., Кораблёв Г. Г.* Геологическое строение и природа алмазоносности Колчимского поднятия (Сев. Урал) // Литосфера, 2007. № 5. С. 151–163.

4. *Беккер Ю. Р., Бекасова Н. Б., Ишков А. Д.* Алмазоносные россыпи в девонских отложениях Северного Урала // Литология и полезные ископаемые, 1970. № 4. С. 65–75.

5. *Богатых И. Я., Ваганов В. И., Голубев Ю. К.* и др. К вопросу об открытии магматических источников алмазов на Урале // Отечественная геология, 2000. № 1. С. 66–69.

6. Вишерские алмазы // Тезисы докл. научно-метод. конференции, посвящённой 20-летию Вишерской геологоразведочной организации. Пермь, 1973. 62 с.

7. *Мухина В. П.* Конгломераты такатинской свиты Красновишерского района // Тр. Ин-та геологии и геохимии УНЦ АН СССР. Вып. 123. Свердловск, 1974. С. 38–48.

8. Россыпи алмазов России / С. А. Граханов, В. И. Шаталов, В. А .Штыров и др. Новосибирск: ГЕО. 457 с.

9. *Румянцева Н. А.* Формация щелочных базальтоидов западного склона Урала // Щелочные вулканические формации складчатых областей. Л.: Недра, 1967. С. 131–267.

Реальные перспективы коренной и россыпной алмазоносности Среднего Тимана

Б. А. Мальков

Коми государственный пединститут, Сыктывкар

Единственное в Республике Коми месторождение россыпных алмазов Ичетью находится в протяжённой (до 1300 км) и прерывистой «тиманской» региональной полосе девонских алмазоносных аллювиальных и прибрежно-морских палеороссыпей, окаймляющих с северо-востока эпикарельскую часть Русской платформы [6]. Современные и ископаемые россыпи подобного фациального типа в Юго-Западной Африке и на Вишерском Урале отличаются высоким качеством ювелирных алмазов со средней стоимостью 300–400 долларов за карат. Алмазы месторождения Ичетью вдвое дешевле и, по оценке специалистов якутской компании «Алроса», стоят в среднем 150 долларов за карат, что втрое выше средней стоимости (около 50 дол/кар) алмазов из кимберлитового месторождения имени Гриба в Архангельской алмазоносной провинции. Их стоимость примерно в 20 раз выше средней стоимости (7 дол/кар) алмазов из лампроитовой трубки Аргайл в Австралии. Стоимость кубометра алмазоносных «песков» продуктивного «пласта» в месторождении Ичетью составляет примерно 20 дол/м^3. Мощность золотоносного с алмазами продуктивного «пласта» на месторождении Ичетью составляет 0.8 м при среднем содержании золота 1 г/м^3 и алмазов 5–10 мг/м^3. Локальные концентрации золота в гравийных карманах продуктив-

ного пласта достигают 100–140 г/м^3 и отмечаются на Умбинском и Золотокаменном участках. В россыпи преобладает (до 75 %) очень мелкое (<250 мкм), высокопробное золото [9]. На участке Золотокаменном изредка встречаются крупные плоские золотины массой до 120 мг [7].. Повсеместно присутствует заметная фракция «нового» аутигенного (?) золота, обрастающего снаружи кластогенные золотины [8]. В наиболее богатых «струях» продуктивного «пласта» содержание алмазов повышается до 30 мг/м^3 [1]. В россыпи преобладают мелкие алмазы массой 0,1–0,5 кар. Редко встречаются «каратники». За всё время поисков найден один алмаз массой более 2 карат (446 мг). За всё время поисково-оценочных работ из палеороссыпи в карьере 104–173 на берегу Умбы было извлечено около 300 алмазов общей массой 80 карат и несколько килограммов золота. Семьдесят бриллиантов, изготовленных из алмазов ювелирного качества, украшают золотой герб Республики Коми, хранящийся ныне в Национальном музее РК.

Границы ареала продуктивного «пласта» на месторождении Ичетью достоверно не определены, поэтому прогнозные ресурсы алмазов и золота могут быть оценены приблизительно. В районе бывшего карьера на берегу Умбы (участок Умбинский) разведанные запасы алмазов на площади примерно в 1 км ^{2} составляют, по данным В. А. Дудара, всего 2000 кар, а россыпного золота 200 кг. По расчётам А. А. Котова, они значительно больше, составляя 249 кг для золота и 24 860 карат для алмазов. Вместе с тем, ресурсные запасы алмазов и золота в полосе распространения тиманских палероссыпей на север и северо-запад от реки Умбы, общей площадью в 6Ч15=90 км ^{2}, включая участки Сидоровский и Золотокаменный, могут быть увеличены, по крайней мере, в 90–100 раз. Строго говоря, месторождение Ичетью осталось недоразведанным на большей части своей площади, где опробование было проведено лишь двумя десятками глубоких (до 20 м) шурфов и редкой сетью разведочных скважин, не дающих объективного представления о содержаниях золота и особенно алмазов в продуктивном пласте.

Верхнеэйфельская палеороссыпь Ичетью приурочена к базальной части пижемской свиты среднего девона и залегает на титаноносных отложениях малоручейской свиты ордовикского (?) возраста на глубине от 0 до 200 м. В районе широтного колена реки Умбы (участок Умбинский) находится лучший на Среднем Тимане естественный выход продуктивного «пласта» на дневную поверхность. Именно здесь в карьере 100 на берегу р. Средней А. А. Котовым, В. М. Пачуковским и В. П. Савельевым в 1984 году в крупнообъёмных пробах были обнаружены первые алмазы. А несколько позднее в карьере 104–173 на берегу Умбы велись продолжительные поисково-оценочные работы и попутная добыча алмазов и золота, в процессе которой было извлечено около 300 кристаллов алмаза общей массой 80 карат и несколько килограммов золота.

Погребённая полиминеральная россыпь Ичетью залегает на неровном и трещиноватом с глубокими промоинами «малоручейском» плотике и имеет сложное струйчатое строение, очень характерное для высокодинамичных русловых отложений. Мощность базального продуктивного «пласта» в среднем 0.8 м. На всей остальной части Умбинского участка продуктивный «пласт» залегает на глубине более 20 м, что полностью исключает возможность его будущей отработки открытым способом. На всём высоком водораздельном пространстве от Умбы до Печорской Пижмы глубина залегания пласта достигает 30–40 м. Поэтому кондиционное разведочное его опробование возможно здесь только шурфошахтами большого сечения «вишерского» типа с отбором крупнообъёмных по 20–50 м^3 проб по традиционной «уральской» методике несколькими рядами параллельных разведочных профилей. Прогнозируемые горно-геологические условия проходки шурфов – сложные и тяжёлые. Песчаники пижемской свиты среднего девона слабо литифицированы, высокопористы и водоносны. В районе бывшего карьера 104–173 на берегах Умбы, то есть в пределах запретной водоохранной зоны, в принципе возможна и крайне необходима глубокая разведка продуктивного «пласта» горизонтальными выработками – штольнями. Но ситуация такова, что подобные работы в водоохранной зоне Пижемского заказника законодательством Республики Коми запрещены.

Что касается общих перспектив россыпной и связанной с кимберлитами коренной алмазоносности Среднего Тимана, то они не так радужны, как это представлялось автору в 1970 г. в его научном прогнозе алмазоносности Русской платформы, положившем начало систематическим алмазопоисковым работам на Тимане [10]. Трубки Умбинского поля, открытые в 1977–1978 гг. геологами УГРЭ, по результатам опробования оказались «пустыми». Прогноз подтвердился только в отношении алмазоносности девонских отложений. Алмазоносность верхнеэйфельских псефитов была установлена в 80-х гг. исследованиями А. А. Котова с коллегами на Умбе и Печорской Пижме в пределах нынешнего месторождения Ичетью [6]. Тиманиды, окаймляющие эпикарельский Русский кратон, имеют байкальский возраст, и потому алмазоносных кимберлитов на Тимане ожидать не приходится [6]. Все алмазо-

носные кимберлиты в мире, включая и девонские кимберлиты Архангельской алмазоносной провинции, согласно «правилу Клиффорда», локализуются в пределах кратонов [4, 5, 6], точнее в их частях, имеющих или имевших глубокие алмазоносные литосферные корни. Трубки взрыва Умбинского поля, хотя и содержат индикаторные мантийные минералы графит-пироповой фации глубинности, включая пироп, пикроильменит, хромшпинелид, но полностью лишены алмазов, а их однозначная принадлежность кимберлитам осталась недоказанной [2, 6]. Кроме того, эти трубки при определении их точного абсолютного возраста могут оказаться моложе тиманских эйфельских алмазоносных россыпей, так как они «питают» пиропами только нижнефранские отложения. Отсюда следует вывод, что Тиман, как и Вишерский Урал, относятся к типичным провинциям исключительно россыпной алмазоносности [5]. И все будущие перспективы алмазоносности Тимана могут быть связаны только с оконтуриванием уже найденных и поисками каких-то новых палеороссыпей. Безуспешные многолетние поиски на Тимане и Вишерском Урале алмазоносных кимберлитов не дали (да и не могли дать) желаемых результатов, поскольку в основу их был положен неоправданный расчёт на возможные исключения из фундаментального «правила Клиффорда». Скоропалительные сообщения об открытии на Среднем Тимане десяти кимберлитовых и лампроитовых тел (трубок, силлов и даек) на Вольско-Вымской гряде и Четласском Камне в истоке р. Мезени [3] являются неудачной и неуклюжей попыткой выдать желаемое за действительное.

Литература

1. *Битков П. П., Шаметько В. Г.* Девонская полиминеральная россыпь Ичет-Ю на Среднем Тимане // Наследие А. Я. Кремса – в трудах ухтинских геологов. Сыктывкар, 1992. С. 136–140.

2. *Гаранин В. К., Кудрявцева Г. П., Мальков Б. А.* Мантийные включения в диатремах северо-востока Русской платформы // ДАН СССР. 1979. Т. 249, № 3. С. 680–683.

3. *Макеев А. Б., Дудар В. А.* Минералогия алмазов Тимана. СПб.: Наука, 2001. 336 с.

4. *Мальков Б. А.* Геология и петрология кимберлитов. СПб.: Наука, 1997. 280 с.

5. *Мальков Б. А.* Проблемы и перспективы алмазоносности Русской плиты, Тимана и Урала // Геология алмазов – настоящее и будущее (геологи к 50-летнему юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России). – Воронеж: ВГУ, 2005. С. 347–354.

6. *Мальков Б. А., Холопова Е. Б.* Трубки взрыва и алмазоносные россыпи Среднего Тимана. Сыктывкар: Геопринт, 1995. 52 с.

7. *Мальков Б. А., Холопова М. Л.* Кривогранные алмазы девонских россыпей Тимана и их вероятные коренные первоисточники // Диагностика вулканогенных продуктов в осадочных толщах: Материалы Российского совещания с международным участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2012. С. 173–176.

8. *Мальков Б. А., Швецова И. В.* Аутигенное золото в девонских литоральных псефитах Тимана // Наследие А.Я.Кремса – в трудах ухтинских геологов. Сыктывкар, 1992. С. 140–146.

9. *Остащенко Б. А., Цаплин А. Е., Майорова Т. П.* Мелкое золото палеозойских россыпей // Научные рекомендации – народному хозяйству: Серия препринтов сообщений. Коми НЦ УрО АН СССР, 1989. Вып. 82. 16 с.

10. *Мальков Б. А.* Перспективы алмазоносности Русской платформы (о перспективах алмазоносности Тимана): Научный доклад на заседании экспертной комиссии секции рудных полезных ископаемых НТС Мингео СССР по вопросу «Направление поисковых и н.-и. работ по оценке перспектив алмазоносности Русской платформы» 9–10 июня 1970 г. М. 12 с.

Золотоносность базальных горизонтов уралид в межуречье Малой Кары и Малой Усы (Полярный Урал)

Н. Ю. Никулова
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

В междуречье рр. Мал. Кара и Мал. Уса допалеозойские отложения представлены метаморфизованными основными вулканитами бедамельской свиты (PR_3–Є bd), прорванными дайками долеритов, габбро-долеритов того же возраста, а также мелкими интрузиями вендских диоритов, гранодиоритов и риолитов. В основании палеозойского структурного этажа фрагментарно присутствуют образования кембрийской метаморфизованной коры выветривания (kv Є) – кварц-фенгит-хлорит-серицитовые сланцы, содержащими значительные количества титанита и гематита, перекрытые терригенными континентальными образованиями – слюдистыми гравелитами алькесвожской толщи ($Є_3$–O_1 al) или морскими песчаниками бадьяшорской свиты ($Є_3$–O_1 bd). Содержание золота от десятых долей до 3.5 г/т установлено в терригенных породах альскесвожской толщи (Озеров и др., 2011). Знаковые содержания золота отмечаются в породах бадьяшорской свиты, метадолеритах бедамельской серии и сланцах коры выветривания.

На основании изучения литологических, геохимических и минералогических особенностей в четырех разрезах в междуречье рр. Мал Кара и Мал. Уса (см. рисунок) установлены различия в строении и составе одновозрастных горизонтов в основании уралид.

По особенностям залегания и строения, литолого-геохимическим характеристикам слагающих их отложений, составу и количественным соотношениям акцессорных минералов, ассоциация золота с минералами-носителями лантаноидов, химическому составу золота и включения минералов палладия разрезы 120 и 122 аналогичны разрезам алькесвожской толщи хр. Малдынырд (Никулова, Сиванова, 2008; Никулова, 2010, Козырева, Никулова, 2012).

Особенностью разреза 09-09 в левом борту р. Мал. Кары является присутствие на контакте континентальных гравелитов алькесвожской толщи и морских песчаников бадьяшорской свиты слоя конглобрекчий. В основании палеозойской толщи в трех упомянутых выше разрезах залегает слой (1.5–2.0 м) серицит-хлоритовых, хлорит-серицитовых и существенно серицитовых сланцев с гематитом, в которых наблюдаются характерные для коры выветривания снижения, по сравнению с исходными метадолеритами, содержаний (мас. %) MgO (с 10.53 до 3.68), CaO (с 4,21 до 2.03), Na_2O (3.71 до 1.19) и возрастают Al_2O_3 (18.39 до 21.93), TiO_2 (1.91 до 2.29), Fe_2O_3 (4.33 до 9.72), K_2O (0.02 до 4.99). Разрез алькесвожской свиты представлен породами, имеющими преимущественно кварцевый состав обломков и повышенную гидролизатность, свидетельствующие об их образования в результате размыва достаточно зрелой коры выветривания. В них не обнаружено минералов, характерных для метаморфизованных кор выветривания, поэтому можно предположить, что от размыва в позднем кембрии – раннем ордовике сохранились только образования нижней, гидрослюдистой части колонки выветривания. При этом максимальное количество золотин установлено в гравелитах с прослоями фукситовых сланцев и конглобрекчиях.

Разрез в правом борту долины р. Мал. Уса (обн. СШ, см. рисунок), отличается мйньшей мощностью сланцев (0.8–1.0 м), преобладанием в разрезе существенно полевошпатовых пород – песчаников и мелкогравийных гравелитов, в которых отмечаются фрагменты градационной и косой слоистости разнонаправленной слоистости, характерной для дельтовых отложений. Золота в протолочных пробах из этого разреза не обнаружено. В шлифах наблюдается значительное содержание окатанных мелкогравийных зерен кислых плагиоклазов и мелкозернистых кварц-полевошпатовых кислых вулканитов. Интерпретация результатов химических анализов с использовани-

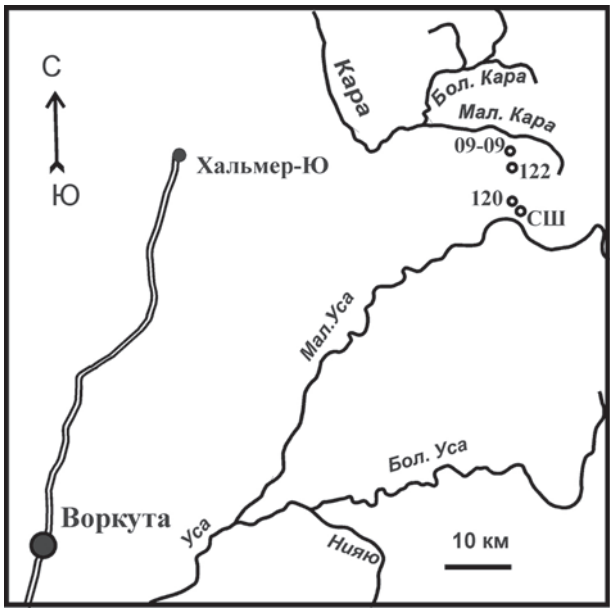


Схема расположения изученных разрезов

ем методики литохимии (Юдович, Кетрис, 2000) показала, что породы содержат от 14 (в основании разреза) до 54 об. % (в верхней части разреза) полевых шпатов, при этом количество TiO_2 снизу вверх по разрезу снизилось с 2.43 до 0.29, Fe_2O_3 с 6.7 до 1.2, K_2O с 5.83 до 1.22 мас. %, а содержание Na_2O возросло с 0.36 до 6.53 мас. %. Таким образом, здесь наблюдается обратная, по сравнению с типичными для данного района разрезами, зависимость, ранее отмеченная в базальных слоях тельпосской свиты на нижней Печоре (Никулова и др., 2006).

В разрезах, расположенных друг от друга на небольшом расстоянии, значительно различаются характер строения, вещественный состав и структурно-текстурные характеристики слагающих их пород. В строении самого северного из изученных разреза (09-09) принимают участие содержащие значительное количества сульфидов конглобрекчии делювиального происхождения, разделяющие аллювильно-пролювиальные алькесвожские отложения и морскую бадьяшорскую толщу (Озеров и др., 2011). Образование конглобрекчий, маркирующих окончание континентального развития территории, происходило в основании приподнятых блоков при локальных малоамплитудных тектонических подвижках, сопровождавших перестройку общего структурного плана территории подвижной континентальной окраины на позднекембрийско-раннеордовикском рубеже. Разрезы 122 и 120, в которых отмечается значительные мощности (более 100 м) отложений алькесвожской толщи, расположены в пределах тальвеговых частей палеодепрессий фундамента. В самом южном разрезе (СШ) алькесвожские отложения отсутствуют и на породах фундамента залегают морские (дельтовые) песчаники и гравелиты, которым по стратиграфическому положению и вещественному составу соответствуют бадьяшорские морские песчаники, перекрывающие алькесвожские отложения в северных разрезах. В профиле докембрийского фундамента на отрезке между этими точками располагается резкая ступень, ограничивающая возвышенный блок фундамента. Если расчленение допалеозойского рельефа имело эрозионную природу, то в пределах этого блока в континентальных условиях обломочный материал не накапливался, а постоянно сносился в более низкие участки. Возможно, поднятие происходило в позднекембрийско-раннеордовикское время, а имеющиеся на тот момент континентальные отложения полностью размылись. Подтверждением этого являются сохранившиеся на межформационном контакте сланцы, характеризующиеся повышенной, по сравнению с метадолеритами слюдистостью и являющиеся нижней частью профиля выветривания, сохранившейся от размыва. Золоторудная минерализация обнаружена в разрезах, которых присутствуют или собственно кора выветривания или продукты ее ближнего переотложения (алькесвожская толща) и приурочена к опущенным блокам фундамента.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН № 12-У-5-1008 «Редко- и благороднометальная минерализация осадочного генезиса в нижнепалеозойских толщах севера Урала».

Литература

1. *Козырева И. В., Никулова Н. Ю.* Минералогия и геохимия пород в зоне межформационного контакта на хр. Саурипэ // Вестник ИГ. 2012. № 4 (208). С. 2–6.

2. *Никулова Н. Ю.* Минералы палладия в золоте из базальных горизонтов уралид на хр. Саури-Пэ (Полярный Урал) // Геоматериалы для высоких технологий, алмазы, благородные металлы, самоцветы Тимано-Североуральского региона: Мат-лы всеросс. минералогич. семинара с междунар. участием. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 168–169.

2. *Никулова Н. Ю., Сиванова Л. М.* Геохимические особенности пород зоны межформационного контакта уралид/доуралид на хребте Саурипэ (Полярный Урал) // Вестник Института геологии, 2008, №3, С. 12–15.

3. *Никулова Н. Ю., Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Швецова И. В., Шулепова А. Н.* Литология и геохимия горных пород в зоне межформационного контакта на Верхней Печоре. Сыктывкар: Геопринт, 2006 . 127 с.

4. *Озеров В. С., Озерова Э. Н., Игнатович О. О.* Новые данные по геологии раннепалеозойских метаморфизованных россыпей золота на Севере Урала // Уральский геологический журнал. 2011. № 6. С. 21–28.

5. *Юдович Я. Э., Кетрис М. П.* Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

Золоторудное месторождение Чудное на Приполярном Урале

С. А. Онищенко, Л. В. Онищенко, Л. И. Ефанова, Т. А. Артеева
ЗАО «Голд Минералс», Сыктывкар

Золоторудное месторождение Чудное находится на западном склоне Приполярного Урала на хребте Малдынырд в междуречье рек Балбанъю и Лимбекою в бассейне верхнего течения р. Кожим.

Основной пликативной структурой хребта Малдынырд является одноименная антиклиналь северо-восточной ориентировки, в ядре которой обнажаются древние рифей-вендские вулканогенные и субинтрузивные породы, а крылья сложены нижнепалеозойскими терригенными отложениями. Все породы метаморфизованы в условиях фации зеленых сланцев и подверглись региональному рассланцеванию. На юго-западном замыкании антиклинали находится месторождение Чудное, на котором золотоносными являются как вулканогенные, так и осадочные породы, но промышленное оруденение, относящееся к типу минерализованных прожилковых зон, приурочено к породам фундамента.

На участке Чудное (рис. 1) рудовмещающими являются риолиты саблегорской свиты, северо-западная часть участка сложена породами основного состава. Выделяются четыре рудные зоны, оконтуренные по бортовому содержанию Au 1 г/т, имеющие северо-восточное простирание и крутое (50–70°) северо-западное падение. Рудные зоны Славная и Лидер протягиваются, сменяя друг друга, через весь участок, в их лежачем боку расположена зона Глубокая; рудная зона Людная вытянута вдоль контакта риолитов с породами основного состава.

Рудная зона Славная, в которой сосредоточены основные запасы золота, имеет длину 420 м, мощность от 10 до 58 м, по падению прослежена до глубины 160 м от поверхности без признаков выклинивания. Форма рудной зоны уплощенная линзообразная, осложняется раздувами и наличием сателлитов; на юго-западном окончании расщепляется на ряд кулисообразно расположенных рудных тел, вызывающих общее смещение зоны к западу. К зоне Славной приурочены богатые руды с содержанием золота 22.4 г/т на мощность 25 м.

Рудная зона Лидер протяженностью 460 м, мощностью от 2 до 38 м (в среднем 10–15 м) прослеживается до глубины 200 м от поверхности.

Рудная зона Людная протяженностью 100 м имеет линзовидно-прерывистое строение, небольшую (до 2 м) мощность, содержит участки очень богатых руд с видимым золотом.

Рудная зона Глубокая прослежена фрагментарно, ее протяженность составляет 460 м, мощность обычно до 4 м, максимально 9.7 м.

Месторождение находится в зоне Малдинского разлома, один из сместителей которого прослеживается в юго-восточной части участка. Кроме того, выделяются оперяющие разломы северо-восточного простирания, различающиеся по падению: северо-западное падение, совпадающее со сланцеватостью пород имеют Зеленый и Контактовый разломы, а примыкающий к Контактовому в северной части участка – юго-восточное. Тела разломов мощностью 3–10 м сложены апориолитовыми сланцами с некоторым количеством жильного кварца.

Роль разломной тектоники в размещении оруденения противоречива. Золоторудные зоны тяготеют к разломам северо-западного падения, но непосредственно в телах разломов как северо-западного, так и юго-восточного падения золоторудная минерализация, как правило, отсутствует.

Рудами являются риолиты, содержащие фукситовые прожилки с самородным золотом. Рудные тела сложены в различной степени катаклазированными (трещиноватыми) породами, а также риолитами брекчиевидной текстуры, в которых фуксит чаще всего присутствует в цементе. Постепенные переходы между трещиноватыми и брекчиевидными риолитами свидетельствуют о тектонической природе некоторой части последних. Прямой зависимости между степенью внешних проявлений деформации породы и наличием оруденения нет.

Риолиты характеризуются довольно стабильными содержаниями SiO_2 (73.2–77.7 мас. %) и Al_2O_3 (10.7–12.8 мас. %) при значительных вариациях в содержании щелочей (0.65–3.83 мас. % Na_2O и 3.03–7.07 мас. % K_2O), обусловленных первично неоднородным составом пород, осложненным серицитизацией полевых шпатов, приводящей к частичному выносу щелочей из породы. В целом, риолиты относятся к субщелочным с преобладанием K_2O над Na_2O.

Золотоносные риолиты по составу незначительно отличаются от безрудных, что свидетельствует о малой роли метасоматических процессов при образовании руд (таблица). Напротив, риолиты в зонах разломов подвергались интенсивным метасоматическим преобразованиям с превращением в кварц-серицитовые породы и серицитолиты.

Риолиты сложены кварцем, альбитом, калиевым полевым шпатом, серицитом и гематитом, в непосредственной близости от контакта с базитами в риолитах отмечается вкрапленность

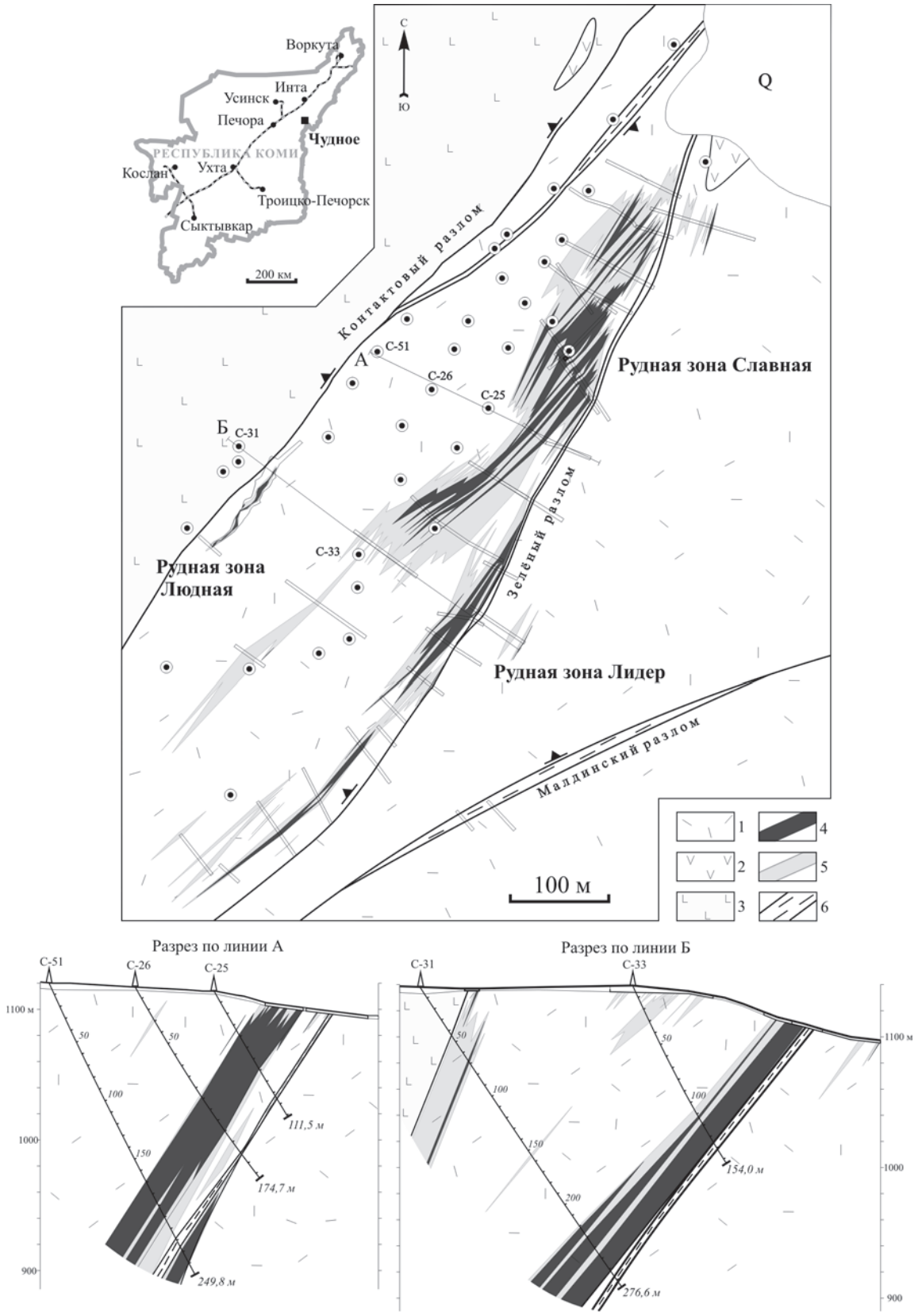


Рис. 1. Месторождение Чудное:
1–3 — верхнерифейско-вендские породы: 1 — вулканиты кислого состава верхней подсвиты саблегорской свиты; 2 — вулканиты основного и среднего состава нижней подсвиты саблегорской свиты; 3 — породы основного состава нерасчлененные; 4 — рудная зона с бортовым содержанием золота 1 г/т; 5 — зоны фукситовой минерализации; 6 — апориолитовые сланцы

Химический состав руд и вмещающих пород месторождения Чудное (мас. %)

Компоненты	Золотоносные риолиты				Безрудные риолиты				Сер*
	25044	25067	51179	51230	25033	25095	26087	51151	51215
SiO_2	74.53	76.03	75.57	76.20	74.89	76.79	73.41	75.58	55.48
TiO_2	0.17	0.17	0.11	0.12	0.17	0.16	0.18	0.17	0.46
Al_2O_3	12.79	11.83	12.23	12.09	12.79	11.54	12.84	12.44	25.39
Cr_2O_3	0.05	0.03	0.01	0.05	0.03	0.00	0.04	0.02	0.00
Fe_2O_3	1.97	1.67	1.77	1.49	1.86	1.30	2.23	1.27	4.31
FeO	0.65	1.29	1.36	1.15	0.65	0.65	0.72	1.36	0.65
MnO	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03
MgO	0.25	0.17	0.31	0.28	0.20	0.21	0.13	0.29	0.83
CaO	0.59	0.25	0.17	0.24	0.59	0.42	0.42	0.16	0.17
Na_2O	1.36	2.28	2.44	0.68	3.14	1.29	2.92	2.52	0.36
K_2O	6.50	5.23	4.34	6.47	5.15	6.45	5.98	4.37	7.92
P_2O_5	0.04	0.04	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.03	0.05
П. п. п.	0.6	0.4	0.8	0.6	0.4	0.6	0.6	0.8	3.6
Сумма	99.53	99.42	99.16	99.42	99.91	99.44	99.51	99.02	99.25
CO_2	0.22	<0.22	0.44	<0.22	<0.22	<0.22	<0.22	0.44	0.66
S	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Au, г/т	25.35	17.75	10.62	3.70	<0.05	0.05	0.05	<0.05	<0.05
Ag, г/т	3.4	2.4	1.0	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Ba, г/т	685	485	496	967	413	1019	423	480	367
Sr, г/т	42	31	34	61	35	39	35	32	18
La, г/т	105	91	79	106	76	74	61	94	175
Ce, г/т	211	184	162	228	174	151	148	175	382
Y, г/т	107	78	59	72	65	50	77	65	128
As, г/т	21	14	9	6	10	< 5	11	14	14
Zn, г/т	83	54	55	64	53	56	45	57	171
Ga, г/т	33	26	27	20	26	18	28	25	60
Li, г/т	34	23	16	17	20	15	16	18	35
Nb, г/т	37	33	37	28	39	28	34	39	63
Zr, г/т	261	221	258	182	247	160	273	241	525

Примечания. Сер* – апориолитовые серицитолиты из зоны разлома. Силикатный анализ выполнен в Бронницкой ГГЭ, определение прочих элементов – в Стюарт Геокемикл энд Эссей (Au – пробирный анализ, Ag – атомно-абсорбционный, остальные – атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой).

магнетита. Акцессорные минералы представлены ильменитом, титанитом (сфеном), алланитом (ортитом), апатитом и цирконом, реже встречаются монацит и ксенотим. В риолитах присутствуют кварцевые и серицит-кварцевые жилы мощностью до 2 м, а также прожилки альбит-кварцевого, алланит-кварцевого, гематит-алланит-кварцевого и гематитового состава.

Золотоносными являются фукситовые прожилки (рис. 2), содержащие также алланит, монацит, цинкохромит, часто в них отмечаются кварц и альбит, реже кальцит [2]. Обычно фуксит слагает основной объем прожилков, но иногда присутствует только в их призальбандовой части, а центральная выполнена кварцем, альбитом и алланитом; в таких случаях золото образует включения во всех перечисленных минералах. Прожилки фуксита отчетливо подчиненены сланцеватости породы, но при поперечной их ориентировке сминаются в складки, часто отмечается ветвление прожилков. Мощность прожилков колеблется от долей миллиметра до 1–1.5 см, контакты их с вмещающими породами резкие, риолиты вдоль зальбандов часто осветлены в зоне толщиной 3–5 мм. Количество прожилков фуксита в рудных интервалах составляет 3–10 на один погонный метр. Специфичными для золотоносных прожилков являются фуксит и цинкохромит, присутствующие редкоземельные минералы, прежде всего алланит, распространены и в безрудных породах.

Риолиты с золотосодержащими фукситовыми прожилками отличаются повышенным содержанием Cr_2O_3 (0.02–0.1 мас. %), а также серебра, которое полностью заключено в самородном золоте.

Фуксит образует тонкочешуйчатые агрегаты с ориентировкой чешуек параллельно сланцеватости пород, чаще всего вдоль стенок трещин. Цвет фуксита ярко-зеленый, изумрудно-зеленый до темно-зеленого. Чем насыщеннее и темнее зеленая окраска слюды, тем больше хрома она содержит (до 8 мас. %. Cr_2O_3). Хорошо заметная зеленая окраска фуксита позволяет ориентировочно выделять область распространения золоторудной минерализации, ореол фуксита превышает

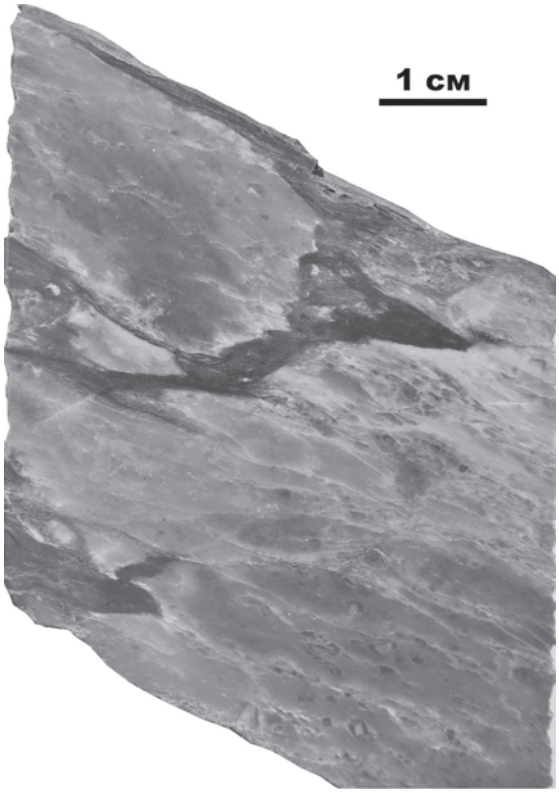


Рис. 2. Золотоносный фуксит темно-зеленого цвета в риолите. Рудная зона Славная. Скв. 23, отм. 69 м.

размеры рудной зоны, но содержание фуксита не отражает степень золотоносности пород.

Цинкохромит образует в фуксите изометричные, иногда ограненные зерна размером до 10 мкм. Состав минерала (обр. 722506) в мас. %: ZnO — 19.1–19.3; FeO – 19.5–24.7; MnO – 1.3–2.3; MgO — не обн.; Cr_2O_3 — 38.6–42.2.

Самородное золото по составу варьирует от весьма высокопробного до электрума и представлено дискретными группами, различающимися распространенностью, условиями локализации и формами выделений. По данным Моралева Г. В., Кузнецова С. К., Галанкиной О. Л., Шумилова И. Х. в рудных зонах Славная и Лидер доминирует золото насыщенного желтого цвета высокой пробы (810-890, в среднем 836). Золото рудной зоны Людная отличается соломенно-желтой окраской и относительно низкой пробой (690–720, в среднем 705), изредка отмечается электрум с пробой 510-580 (в среднем 546).

Золото образует в фуксите скопления мельчайших чешуек и пластинок, сложные комбинации стружковидных, щепковидных, дендритовидных, проволочковидных форм. В кварце и алланите выделения золота более изометричные. Преобладают золотинки размером до 0.1 мм, часто встречаются зерна размером 0.2–0.5 мм, гораздо реже от 1–3 до 10 мм. В плоскости скола по фукситовым прожилкам отмечаются довольно крупные пленочные выделения золота неправильной формы размером до 10 мм, которые при раздавливании дезинтегрируются на отдельные фрагменты. В богатых рудах золото образует эффектную сыпь ярко-желтых чешуек на изумрудно-зеленом фоне фуксита.

Помимо фукситовых прожилков небольшая часть золота в рудах связана со своеобразными белыми пятнами в риолитах размером 3-10 см, светлая окраска которых обусловлена отсутствием гематита. Золото в пятнах осветления находится в матрице породы.

Месторождение Чудное является представителем особого типа золотого оруденения, которое невозможно сопоставить ни с одним из известных осадочных, гидротермальных или метаморфогенных месторождений. Оруденение характеризуется парагенезисом золота с хромсодержащими минералами, отсутствием сульфидов и слабо проявленной связью с кварцево-жильной минерализацией.

Факторы контроля золотого оруденения, зависящие от принятой генетической концепции (которых существует несколько), надежно не установлены. Это обстоятельство не помешало провести успешные поисковые и разведочные работы на участке Чудное путем прослеживания оруденения горными выработками и буровыми скважинами. Разведка этой части месторождения, в основном, завершена и оно подготавливается к промышленному освоению [1].

Литература

1. *Калустов С. В., Ефанова Л. И.* Золоторудное месторождение Чудное на этапе подготовки к промышленному освоению // Горный журнал. 2013. № 9. С. 42–44.

2. *Кузнецов С. К., Тарбаев М. Б., Соболева А. А.* Минералого-геохимические особенности золото-фукситовых прожилков в риолитах хребта Малдынырд // Сыктывкарский минералогический сборник № 28. Сыктывкар, 1999. С. 146–154. (Тр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО РАН; вып. 101).

Редкоземельные элементы в риолитах золоторудного месторождения Чудное (Приполярный Урал)

С. А. Онищенко
ЗАО «Голд Минералс», Сыктывкар

Золоторудное месторождение Чудное находится на западном склоне Приполярного Урала на хребте Малдынырд в бассейне верхнего течения р. Кожим.

Месторождение приурочено к Малдинской антиклинали, ядро которой сложено рифей-вендскими эффузивными и субинтрузивными породами основного и кислого составов, а крылья – нижнепалеозойскими терригенными отложениями.

Месторождение находится в зоне Малдинского разлома северо-восточного простирания, основные сместители которого находятся юго-восточнее от него, а непосредственно на участке месторождения прослеживаются оперяющие его нарушения. Риолиты в зонах разломов подвергались интенсивным преобразованиям с превращением в кварц-серицитовые сланцы и серицитолиты. Мощность приразломных метасоматитов 3-10 м

Промышленное оруденение заключено в риолитах. По бортовому содержанию Au 1 г/т оконтурены четыре линзообразные рудные зоны северо-восточного простирания с крутым северо-западным падением. Основные запасы золота сосредоточены в рудной зоне Славная протяженностью 420 м и мощностью от 10 до 58 м.

Роль разломной тектоники в размещении оруденения противоречива. Золоторудные зоны тяготеют к разломам северо-западного падения, но непосредственно в приразломных метасоматитах золоторудная минерализация, как правило, отсутствует.

Рудами являются риолиты, содержащие фукситовые прожилки с самородным золотом. Рудные тела сложены в различной степени катаклазированными (трещиноватыми) породами, а также риолитами брекчиевидной текстуры, в которых фуксит чаще всего присутствует в цементе.

Риолиты (SiO_2 73.2–77.7 мас. %) сложены кварцем, альбитом, калиевым полевым шпатом, серицитом и гематитом. Акцессорные минералы представлены ильменитом, титанитом (сфеном), алланитом (ортитом), апатитом и цирконом, реже встречаются монацит, ксенотим, черновит и поликраз. В риолитах присутствуют прожилки альбит-кварцевого, алланит-кварцевого, гематит-алланит-кварцевого и гематитового состава.

Золотоносными являются фукситовые прожилки, содержащие также алланит, реже монацит, цинкохромит, циркон, кайнозит, ксенотим, черновит [2, 3]. Обычно фуксит слагает основной объем прожилков, но иногда присутствует только в их призальбандовой части, а центральная выполнена кварцем, альбитом и алланитом; в таких случаях золото образует включения во всех перечисленных минералах.

Наиболее распространенным редкоземельным минералом в риолитах является алланит, образующий неравномерную вкрапленность мелких зерен в матрице породы, а также концентрирующийся в виде более крупных (1–5 мм) выделений в слюдяных (в том числе фукситовых) прожилках и струйчатых обособлениях.

В фукситовых прожилках золото часто образует срастания с алланитом, а также включения в нем. Совместное присутствие золота и алланита, а также других редкоземельных минералов в рудах месторождения приводит некоторых исследователей к своеобразной трактовке типа оруденения как Au-REE [3] или Au-TR [5]. Это не совсем корректно, поскольку характер редкоземельной минерализации в рудах и вмещающих породах принципиально не различается.

Распределение и формы нахождения редкоземельных элементов (РЗЭ) на месторождении Чудное рассмотрены Моралевым Г. В. и др. [3]. На имеющемся материале установлено, что в риолитах, содержащих золотоносные фукситовые прожилки содержание лантаноидов выше, чем в малоизмененных риолитах (темные гематитсодержащие риолиты) и выше, чем в измененных риолитах (осветленные риолиты без гематита). Содержание иттрия примерно одинаковое во всех породах. Содержание элементов в ряду риолитов неизмененных, измененных и содержащих фукситовые прожилки составляет (г/т, среднее и пределы содержаний): La – 69 (29–110); 63 (21–154); 102 (39–275), Ce – 132 (62–214); 121(45–262); 208 (45–584), Y – 63; 57; 63. Как видно из приведенных данных, содержания лантана и церия значительно варьируют, пределы колебаний в выделенных группах пород перекрываются, но средние, а также максимальные содержании этих элементов выше в рудных фукситсодержащих риолитах.

Приведенные данные о составе фукситсодержащих риолитов основаны на 21 анализе проб методом ИНАА. Выборка включает 12 керновых проб по скв. 101, результаты исследования которых изложены ниже, а также 9 образцов из раз-

личных частей месторождения, в трех из которых установлены значительные расхождения в содержаниях РЗЭ при анализе в различных лабораториях. Речь идет о пробах 1501, 1502, 5384 [2], которые в выборку [3] попали с содержаниями в 2–4 раза более высокими.

Отсюда следует вывод, что сравнение групп пород необходимо проводить по сериям анализов, выполненных в одной лаборатории.

Этим требованиям соответствуют наши новые данные (табл. 1) о распределении лантана, церия и иттрия в рудах и вмещающих породах, полученные методом ICP-AES по керновым пробам длиной около 1 м. Содержания элементов характеризуется некоторыми колебаниями, но обогащения рудных зон (или зон фукситовой минерализации) редкоземельными элементами не наблюдается. Только в рудной зоне Глубокой содержания La и Ce выше, чем во вмещающих риолитах, но в рудной зоне Славной по скв. 26, напротив, отмечено их незначительное уменьшение.

Указанным условиям об анализе серий проб в одной лаборатории соответствуют также анализы 12 керновых проб по скв. 101 (табл. 2), из которых следует, что содержания РЗЭ в основной части разреза рудной зоны примерно соответствуют таковым в пересечениях по скв. 25, 26 и 51, но нижняя часть заметно обогащена этими элементами.

Таким образом, содержания РЗЭ в рудах месторождения Чудное и вмещающих породах, в основном, близки между собой. Однако, в рудных зонах существуют отдельные участки с повышенными в 1.5–2 раза содержаниями этих элементов, что возможно отражает первичное неоднородное строение риолитовой толщи или связано с локальным перераспределением РЗЭ при гидротермальных процессах.

Вместе с тем, как на самом месторождении, так и за его пределами редкие земли концентрируются (и весьма значительно) в апориолитовых породах, связанных отнюдь не с золоторудными зонами, а зонами тектонических нарушений.

В табл. 1 приведен состав апориолитовых серицитолитов из зоны разлома, разделяющего золоторудные зоны Славную и Глубокую. Мощность тела серицитолитов составляет 6 м, золото в них отсутствует (Au < 0.05 г/т), а содержание La, Ce и Y значительно выше, чем в окружающих риолитах.

В зоне Малдинского разлома апориолитовые сланцы, обогащенные РЗЭ, прослеживаются на 10 км через каньон руч. Алькесвож, участки Трубка Неудачная, Ураганный до участка Сводовый [1]. Состав пород в зоне разлома изучен Юдо-

Таблица 1

Содержание лантана, церия и иттрия в риолитах месторождения Чудное, г/т

Скв.	Фрагмент разреза	n	La	Ce	Y
25	Рудная зона Славная	13	82 (60–107)	147 (108–211)	74 (56–107)
26	Рудная зона Славная	15	78 (51–106)	127 (92–156)	62 (54–70)
51	Рудная зона Славная	16	82 (48–118)	167 (107–267)	63 (46–97)
51	Рудная зона Глубокая	5	92 (82–106)	202 (187–219)	69 (61–82)
25-51	Риолиты безрудные	16	79 (38–110)	178 (108–349)	86 (50–285)
51	Серицитолиты зоны разлома	3	171 (97–241)	356 (184–501)	116 (91–130)

Примечания. n – количество проб, в скобках – пределы содержаний элементов. Определения методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) выполнены в лаборатории «Стюарт Геокемикл энд Эссей».

Таблица 2

Редкоземельные элементы в рудной зоне Славная по скв. 101 (г/т)

Проба	Au, г/т	Cr_2O_3, мас. %	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
101013	0.28	0.018	39	45	43	7	0.5	0.9	4.1	0.6
101014	68.80	0.250	60	88	64	10	0.9	1.7	6.5	1.1
101015	54.40	0.100	67	110	80	14	1.0	1.9	7.6	1.1
101016	1.36	0.010	68	108	72	15	1.2	2.2	9.3	1.2
101017	0.81	0.035	112	117	103	20	1.1	2.1	7.5	1.0
101018	17.03	0.170	46	56	49	10	0.8	1.4	5.8	0.9
101045	4.20	0.060	75	106	71	15	1.2	1.9	6.1	1.0
101050	4.80	0.220	64	94	62	13	0.9	1.7	6.9	0.9
101073	0.16	0.280	74	201	82	19	1.1	3.9	15.3	2.1
101074	67.00	0.280	78	285	77	19	1.4	3.8	12.8	1.9
101075	7.38	0.320	133	584	145	37	2.2	5.6	14.7	2.0
101076	0.24	0.300	73	260	83	20	1.4	3.6	10.4	1.3

Примечания. Определения РЗЭ методом ИНАА (данные Моралева Г. М.), Au – пробирный анализ (ЦНИГРИ), Cr_2O_3 – лаборатория ОАО «Полярноуралгеология».

Таблица 3

Редкоземельные элементы в риолитах и апориолитовых породах [4, 6] (г/т)

Порода	n	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Y
Риолиты	6	64.1	122	52.9	13.6	1.03	2.23	8.54	1.46	68
Риолиты	4	71	133	56	14	0.7	2.4	7.5	1.2	56
Риолиты изменен.	3	64.9	129	56.2	11.7	0.47	4.7	6.7	1.01	65
Сланцы Q-Ser-Pyr	8	253	280	216	44.1	0.96	8.39	20	2.94	
Сланцы Hm-Dia-Pyr	9	257	510	234	48.2	0.92	8.87	24.6	3.89	
Диаспориты	21	261	500	221	45.6	5.16	8.49	25.6	4.35	105
Серицитолиты	2	163	243	94	10.5	0.73	1.99	14.6	2.68	70

Примечания. n – количество проб. Первая строка – по [4], прочие – по [6]. Сланцы Q-Ser-Pyr и Hm-Dia-Pyr – сланцы кварц-слюдисто-пирофиллитовые и гематит-диаспор-пирофиллитовые. Определения РЗЭ методом ИНАА в ГЕОХИ РАН под руководством Г. М. Колесова.

вичем Я. Э. и др. [6] (табл. 3). В этой же таблице приведен состав риолитов хребта Малдынырд по данным Соболевой А. А. [4].

Таким образом, риолиты хребта Малдынырд вмещают золоторудное месторождение Чудное, в котором редкоземельные элементы самих риолитов входят в состав минералов руд. Эти же риолиты в зонах тектонических нарушений являются субстратом для формирования метасоматитов глиноземистого ряда со значительной концентрацией РЗЭ в них.

Литература

1. *Ефанова Л. И., Козырева И. В., Ковальчук О. В.* Перспективы редкометалльного оруденения в метаморфитах на хребте Малдынырд (Приполярный Урал) // Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере: Материалы Одиннадцатой Международной научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 110–113.

2. *Кузнецов С. К., Тарбаев М. Б., Соболева А. А.* Минералого-геохимические особенности золото-фукситовых прожилков в риолитах хребта Малдынырд // Сыктывкарский минералогический сборник № 28. Сыктывкар, 1999. С. 146–154. (Тр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО РАН; вып. 101).

3. *Моралев Г. В., Борисов А. В., Суренков С. В.* и др. Распределение и формы нахождения редкоземельных элементов на Au-Pd-REE рудопроявлениях Чудное и Нестеровское (хребет Малдынырд, Приполярный Урал) // Геохимия. 2005. № 11. С. 1175–1195.

4. *Соболева А. А.* Вулканиты и ассоциирующие с ними гранитоиды Приполярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН. 2004. 146 с.

5. *Шумилов И. Х., Остащенко Б. А.* Минералого-технологические особенности Au-Pd-TR оруденения на Приполярном Урале. Сыктывкар: Геопринт, 2000. 104 с.

6. *Юдович Я. Э., Козырева И. В., Кетрис М. П., Швецова И. В.* Геохимия РЗЭ в зоне межформационного контакта на хр. Малдынырд (Приполярный Урал) // Геохимия, 2001. № 1. С. 3–15.

Принципы составления и состояние на 01.01.2014 г. дежурной прогнозно–минерагенической карты Республики Коми (основные твердые полезные ископаемые)

М. Я. Попов
ГБУ РК «ТФИ РК»

Карта отражает совокупность структурно-минерагенического районирования территории Республики Коми и специализированной по видам полезных ископаемых прогнозно-минерагенической нагрузки, ранжированной по промышленной значимости выделяемых объектов (до экономически ограниченных глубин) и актуализированной на данный момент времени по материалам завершенных геологоразведочных работ-.Первый вариант карты был составлен автором по состоянию на 01.01.2000 г.при выполнении производственных работ (Лебедева Т. В. и др., 2004), второй — по состоянию на 01.01.2010 г. в процессе подготовки Атласа Республики Коми [1].

Стуктурно-минерагеническое районирование территории Республики Коми на всех вариантах карты унаследовано из металлогенической карты территории деятельности объединения «Полярноуралгеология» (Попов М. Я. и др., 1987), которая, в свою очередь, базировалась на карте структурно-формационного районирования данной территории (Беляков Л. Н. и др., 1983).

Для наглядности все выделяемые объекты специализированной прогнозно-минерагенической нагрузки разделяются на карте и в текстовом сопровождении на три группы по промышленной значимости:1) с запасами, учтенными балансом запасов, 2) с запасами, не учтенными балансом запасов, и (или) с апробированными прогнозными ресурсами, 3) без запасов и апробированных прогнозных ресурсов. В частности, в текстовом сопровождениио объекты специализированной нагрузки этих групп выделяются курсивом: 1) жирным, 2) подчеркнутым, 3) простым.

В структурно-минерагеническом отношении основная (западная) часть территории Республики Коми относится к минерагенической провинции Восточно-Европейской платформы. Меньшая (восточная) часть территории относится к минерагенической провинции Уральской складчатой системы.Крайняя северо-восточная часть территории принадлежит минерагенической провинции Пайхойско-Южноновоземельской складчатой системы.

В пределах минерагенической провинции Восточно-Европейской платформы выделяются Мезенская и Печорская минерагенические мегазоны чехла платформы, Тиманская минерагеническая мегазона внутри платформеного складчатого пояса и Предуральскаямега зона краевого прогиба.

Минерагения **Мезенскоймегазоны** определяется, в основном, широким развитием мезозойских сланценосных, фосфоритоносных и железоносных осадочных формаций. В Мезенской мегазоне законсервировано эксплуатируемое с древних времен ***Сереговскоеместорождение поваренной соли***диапирового типа с крупными балансовыми запасами и прогнозными ресурсами. Выделяются ***Яренскийгорючесланцевый*** районс разведываемым ***Чим-Лоптюгским месторождением***, *Сысольский фосфоритовый и горючесланцевыйрайон* с небольшими балансовыми запасами желваковых фосфоритов на ***Койгородском месторождении***и крупными оцененными прогнозными ресурсами и запасами горючих сланцев на *Поингском месторождении*, а также *Кажимский железорудный район* с месторождениями осадочных сидеритовых и болотных руд, эксплуатировавшимися еще в первой половине прошлого столетия. Возможно нахождение месторождений серы самородной, соды и цеолитов.

Минерагения **Тиманской мегазоны** разнообразна, что обусловлено развитием здесь разновозрастных (от рифея до карбона включительно) осадочных и магматических формаций, наличием крупного стратиграфического и структурного несогласия, сложной тектоникой, проявлением различных стадий и фаций метаморфизма, гидротермальных и метасоматических процессов. В мегазоне традиционно выделяются Среднетиманский и Южнотиманский минерагенические районы (зоны).

Среднетиманская минерагеническая зона, в первую очередь, отождествляется со ***Среднетиманским промышленным бокситовым районом*** с разрабатываемым и подготавливаемыми к освоению ***Вежаю-Ворыквинским, Верхне-Щугорским***и ***Восточнымместорождениями*** девонских бокситов остаточного типа (объединяемыми в ***Вежаю-Ворыквинский рудный узел***).В резерве имеются недоразведанные ***Светлинское***и *Заостровское* месторождения и перспективные площади. С бокситами связаны балансовые запасы галлия и ванадия.

В девонских терригенных отложениях установлено месторождение золота и алмазов *Ичет-Ю*типа древних полиминеральных россыпей и прогнозируется серия площадей ранга рудных полей, а также выявлено *Пижемское месторождение* титана типа древних россыпей.

Остаются перспективными с апробированными прогнозными ресурсами *Обдырская прогнозная площадь (рудное поле)*и *Вольско-Вымская* (*Умбинская) прогнозная площадь(рудное поле*) алмазоносных кимберлитов.

В юго-восточной части Среднетиманской зоны выявлена серия мелких кайнозойских россыпей золота: ***Среднекыввожская***, ***Кыввожская,*** *Димтемъель,* фиксирующих ***Кыввожскоезолоторосыпное поле***. Первая ранее былачастично отработана.

В кварцито-сланцевых толщах рифея в связи сщелочно-ультраосновными интрузиями и зонами метасоматоза в пределах *Четласского (Бобровского) редкометально-редкоземельного района*известны *Косьюское* месторождение карбонатитового типа и ряд месторождений и рудопроявлений гидротермально-метасоматического типа.

Рудопроявления полиметаллов *Водораздельное*, *Глубокое, Ямозерское* приурочены к зоне контакта карбонатной (павьюгская свита) и черносланцевой (паунская свита) рифейских формаций и относятся, вероятно, к стратиформному типу. Выделяется *Среднетиманская прогнозируемая полиметаллическая зона* с крупным минерагеническим потенциалом. Паунская свита является и наиболее вероятным вместилищем прогнозируемого оруденения углеродисто-золото-сульфидной формации. В этих отложениях на участках Водораздельного рудопроявления полиметаллов и Светлинского месторождения бокситов уже установлены рудные концентрации тонкодисперсного золота (с палладием).

Перспективы марганцевых проявлений типа кайнозойских кор выветривания на *Ворыквинском участке* в связи с трудной обогатимостью

руд, пока сомнительны. Возможно нахождение стратиформных марганцевых руд в рифее.

Не имеют значимых перспектив известные с древних времен медепроявленияв песчано-глинистых породах верхнего девона, фиксирующие *Цилемскуюмедениоснуюзону,* и россыпе проявления алмазов в четвертичных отложениях.

Облик Южнотиманской минерагенической зоны определяют подготавливаемое к освоению крупное промышленное ***Ярегское месторождение титана*** типа древних (девонских) россыпей и ***Южнотиманский бокситовый район*** с крупными балансовыми запасами ***месторождений Тимшерское***и ***Пузлинское***, крупными прогнозными ресурсами каменноугольных осадочных бокситов.С титановыми рудами связаны балансовые запасы редких земель и редких металлов (тантала и ниобия).

С бокситоносной толщей ассоциируют проявления железных осадочных руд и бурых углей (*Южнотиманский угленосный район*), не имеющих в обозримом будущем промышленных перспектив. В каменноугольных отложениях установлено *Бадьельское урановое месторождение* уранбитумного типа.

В **Печорской мегазоне**, кроме платформенных мезозойских осадочных сланценосных и фосфоритоносных формаций пользуются некоторым развитием и палеозойские угленосные и возможно бокситоносные осадочные формации, более типичные для Тиманской и Предуральскоймегазон и Уральской провинции. В мегазоне имеется ***Ижемский горючесланцевый район*** с балансовыми запасами на ***Айювинском месторождении***, известны проявления юрских фосфоритов, бурого угля пермского и каменноугольного возрастов. В восточной части мегазоны, прилегающей к Чернышевской мегазоне, расположено неразведанное *Кушшорское месторождение* пермских бурых углей, фиксирующее западную окраину Печорского бассейна.

Предуральскаямегазона. Ее важнейшая характеристика это широкое развитие в ее северной половине пермской угленосной формации, образующее Печорский угольный бассейнс огромными запасами коксующихся и энергетических углей. В мегазоне выделяются Коротаихинская, Косью-Роговская, Большесынинская, Верхнепечорская зоны (впадин) и Чернышевская зона (разломно-складчатого пояса).

В Коротаихинской зоне на территории Республики Коми расположен ***Хальмеръюский угленромышленный район*** Печорского угольного бассейна, объединяющий ***Хальмеръюское, Верхнесырьягинское, Нижнесырьягинское месторождения*** коксующихся углей и ***Паэмбойское месторождение*** энергетических углей.

В Косью-Роговской зоне расположены ***Воркутский и Интинский углепромышленные районы*** Печорского угольного бассейна. В Воркутский район входят ***Воркутское, Воргашорское, Усинское***и ***Юньягинское***месторождения с коксующимися углями и ***Сейдинское*** месторождение с энергетическими углями. ВИнтинском углепромышленном районепромышленные балансовые запасы энергетических углейсосредоточены в ***Интинском***и, частично, в ***Кожимском*** месторождениях.

В Большесынинской зоне расположена крайняя южная часть Печорского угольного бассейна спроявлениями бурого угля в верхнепермских отложениях в верховьях р. Бол. Сыня, не представляющими какого-либо практического интереса.

В Верхнепечорской зоне пермские отложения вмещают пластовые залежи поваренной и калийно-магниевых солей ***Верхнепечорского бассейна (района)*** с ***Якшинским месторождением калийно-магниевых солей*** и крупными прогнозными ресурсами.

В Чернышевской минерагенической зоне, в *Адзьвинском угленосном районе* Печорского угольного бассейна наиболее значимые прогнозные ресурсы бурых углей связаны с *Шарью-Заостренским* месторождением.

В связи с развитием здесь лампроитового магматизма прогнозируется *Шарью-Заостренское поле* алмазоносных кимберлитов (оливиновых лампроитов).

Не исключается возможность нахождения медно-свинцово-цинковоестратиформного оруденение, в первую очередь, в карбонатных шельфовых ордовикско-раннесилурийскихотложениях.

В Уральской минерагенической провинции выделяются Западно-Уральская (внешней складчатости), Центрально-Уральская (основания системы) и Восточно-Уральская (океанического сектора) минерагенические мегазоны.

Западно-Уральская мегазона характеризуется исключительно широким развитием стратиформных типов оруденения и традиционно (нередко в значительной мере условно) разделяется на Елецкую (западную) и Лемвинскую(восточную) минерагенические зоны.

В Елецкой зоне в связи с терригенной (рифтогенной) пестроцветной ордовикской формацией развито оруденение типа медистых песчаников- *Косью-Кожимский меденосный район* с *Косьюнским месторождением, Падьягинское месторождение, Карско-Усинскаямеденосная зона с Саурипейским рудопроявлением*. С шельфовыми карбонатными ордовик-нижнесилурийскими отложениями связано стратиформноеполиметаллическое оруденение — *Ылычскаязона* с месторождениями

Шантым-Прилук, *Сотчем-Иоль*, *Закола-Иоль* и *Кожимский район*с одноименным рудопроявлением.

В пределах зоны располагаются россыпи дальнего сноса (в том числе и с балансовыми запасами) ***Кожимского промышленного золоторудно-россыпного района,*** непромышленные россыпии россыпепроявления *Среднепечорского и Верхнепечорского золотороссыпных районов*.

Щугор-Вуктыльский угленосный район с наиболее значимыми на территории Республики Коми месторождениями и проявлениями каменных углей нижнекаменноугольной угленосной формации включает ранее разрабатывавшееся *Ыджид-Кыртинское месторождение*.

Известный на протяжении сотен километров вдоль западного склона Урала рудоносной уровень глинистых сланцев визейского яруса нижнего карбона фиксируется мелкими месторождениями и проявления миосадочных железных руд, не имеющими промышленных перспектив.

В Карско-Усинском секторе зоны, близком по формационному облику палеозойских отложений уже к Лембинской зоне, выявленные в углисто-кремнистых известняках и сланцах пайпудынской свиты *Естотинское*и *Пограничное*проявления микрозернистых фосфоритов, являются флангами ***Развильненского фосфоритового рудного поля*** (в пределах которого на территории ЯНАО разведано месторождение ***Софроновское***). В этой же части зоны в выступах доордовикских отложений выявлены проявления свинца и меди жильного типа.

В зоне, в частности на *Усинско-Карской площади,* возможно нахождение марганцевых месторождений стратиформного типа и типа кор выветривания.

В Лембинской зоне с карбонатно-терригенными ордовикскими отложениями (глубокого шельфа и континентального склона) связаны ***Парнокское железо-марганцевое месторождение*** и прогнозные перспективные площади, с карбонатно-терригенно-сланцевыми девонскими и каменноугольными отложениями (батиального комплекса) – ***Собско-Пальникский промышленный баритовый район*** с законсервированным ***Хойлинским***, *Малохойлинским, Пальникским* месторождениями монобаритовых руд. В связи с терригенной пестроцветной позднекембрийско-раннеордовикской формацией выявлено *Молюдвожское рудопроявление* медистых песчаников. Есть предпосылки для выявления мараганцевого оруденения на позднедевонско-раннекаменноугольном уровне.

В поле развития верхнекембрийско-нижнеордовикских терригенных отложений (погурейская свита), прорванных телами габбродолеритоворангъюганско-лембинского комплекса ириолитовпожемского комплекса, выявлены рудопроявления золота *Двуглавое, Дайковое, Горняцкое*, *Лембинское*. С учетом известных непромышленных россыпей выделяется *Лембинский золоторудно-россыпной район*.

Выявленные фосфатопроявления желвакового типа в углисто-глинистых и углисто-кремнистых отложениях среднего карбона (*Харутская площадь*) и силурийско-нижнедевонских отложениях (*Грубеинская площадь*) обладают крупными прогнозными ресурсами,но по конъюнктурным причинам в настоящее время не учитываются.

В вулканогенно-осадочных отложениях грубешорской свиты ордовика(?) выявлено *Грубешорское месторождение* серных колчеданов. Известны многочисленные проявления медного и свинцово-цинкового оруденения жильного типа. В связи с риолитами и гранитоидами выявлены проявления урана.

В **Центрально-Уральской минерагенической мегазоне**, охватывающей в целом область выходов отложений доуралид, выделяется (с севера на юг) ряд районов.

Оченырдский (Малокарский) район захватывает территорию Республики Коми крайне незначительной частью. Здесь известны лишь проявления меди жильного типа.

Енганэпейско-Манитанырдский минерагенический район совпадает с одноименным золоторудно-россыпным районом, в котором, наряду с известным жильным золото-кварц-сульфидным (золото-мышьяковым) оруденениемв *Нияюском рудномузле* с *Верхнениюским месторождением* ирудопроявлениями**,** локализованными в рифейских вулканогенно-осадочных отложениях, прогнозируются объекты других типов.Выявлена мелкая аллювиальная россыпь ***Естошорская***с крупным металлом, прогнозируется наличие и других россыпей (в основном по Ниюской депрессии).

В районе выявлены проявления кварцевожильной с хрусталем, никелевой и боросиликатной минерализации, из которых только первая может иметькакое-то промышленное значение, в частности, на *Маниташорской прогнозной площади*.

В Собско-Хараматолоускомрайоне на территории Республики Коми выявлено мелкое *Верхнеелецкое месторождение* цинково-медистых серных колчеданов, возможно нахождение в контактовой зоне с Райизским и Войкаро-Сынинским гипербазитовыми массивами проявлений нефрита, жадеита, рубина и сапфира.

Ляпинский минерагенический район охватывает Ляпинский антиклинорий в границах вы-

ходов рифейско-вендского структурного этажа и базального горизонта уралид, имеет исключительно комплексную минерагению, которую, в первую очередь, определяет наличие промышленных месторождений кварцевого сырья и золота. На территории Республики Коми находится основная часть Приполярно-Уральской хрусталеноснойсубпровинции. Почти все балансовые запасы и прогнозные ресурсы кристаллосырья и жильного кварца для плавки сосредоточены в месторождениях ***Желанное, Николай-Шор, Пелингичей-3***, располагающихся в так называемой ***Центральной промышленной хрусталеносной зоне***. В *Западной хрусталеносной зоне* наиболее значимы месторождения *Юбилейное, Харотское, Скалистое*. На территорию Республики Коми приходится только незначительная часть ***Восточной промышленной хрусталеносной зоны.*** Здесь известны месторождения ***Хасаварка***, ***Омега-Шор***.

В пределах Ляпинского минерагенического района располагаются основные россыпи (в том числе и с балансовыми запасами) промышленного ***Кожимского золоторудно-россыпного района***. Наиболее значимые россыпи ***Балбанью, Таврота***, ***Сюрасьрузьвож***, ***Бол. Каталамбию***, ***Хрустальный***.

Известные золоторудные объекты образуют широкий спектр формационных типов: бессульфидных палладисто-золото-фукситовых штокверковых прожилковых зонна ***месторождении Чудное***, золотоносных конгломератов (метаморфизованных россыпей) — *рудопроявления Нестеровское*, *Самшитовое,* золотоносных кор химического выветриванияна *Каталамбинском месторождении*,золото-сульфидно-кварцевых жил и жильных зон- *рудопроявления Синильга*и *Пологое*, золото-сульфидных (золотосодержащих полиметаллических) залежей — *рудопроявления Караванное-II, Лебединое, Хасаварка*.

Выявленные молибден-вольфрамовые объекты: месторождение *Торговское,* рудопроявления *Холодное*и *Лимпопо*, фиксируют *Патокско-Торговскую молибден-вольфрамоносную площадь*, соответствующую рангу рудного района.

На *Вангыро-Патокском площади* ранга рудного района установлено широкое распространение стратиформного марганцевого оруденения с общими крупными ресурсами, но выявленные руды весьма бедные.

Наиболее значимые железорудные объекты Ляпинского района — месторождения (рудопроявления) *Каровое* магнетитовых руд скарноидного типа и *Вангырское* гематитовых руд гидротермально-осадочного(вулканогенно-осадочного) типа,а также проявления (месторождения) асбеста *Вангрыское-I и Каровое-II*, проявление бора *Людвигитовое*, многочисленные проявления жильной медно-сульфидной минерализации и уран-серебряное рудопроявление *Ясное* в обозримом будущем не представляют промышленного интереса.

Редкоземельная минерализация в кембрийских корах выветривания в районе месторождения Чудное, вероятно,заслуживает дальнейшейоценки.

Ресурсы камнесамоцветного сырья в, первую очередь, связаны с хрусталеносными зонами. Разведано месторождение аметиста ***Хасаварка***. На территории Желанинского хрусталеносного поля распространены друзы и щетки горного хрусталя, дымчатые, цитриновые, дымчато-цитриновые разности кристаллов, нередко уникального музейного качества. В Вангыро-Патокском секторе района перспективно проявление *Водораздельное* офикальцитов и серпентинитов, диагностируемыхкак благородный серпентинит антигоритового ряда. В связи с марганцевым оруденением установлены проявления родонита.

В Маньхамбовском районе выявлено крупное проявление урана *Редка-I*, локализованное в тектонизированном теле риолитов. Для оценки рудопроявления требуется изучение на глубину. В связи с гранитными массивами возможно проявление редкометально-редкоземельного и молибден-вольфрамового оруденения.

В Верхнепечорском минерагеническом районеи звестны лишь признаки золоторудной минерализации, но наличие мелких россыпей золота ближнего сноса *Верхнепечорского золотоносного района* с ранее отрабатывавшейся старателями россыпью*Верхний Ключик* позволяет прогнозироватьздесь потенциальный золоторудный район с различными формационными типами оруденения.

Восточно-Уральская минерагеническая мегазонана территории Республики Коми представлена только меньшей (западной) частью Войкаро-Сынинского гипербазитового массива, являющегося крупным рудным хромитоносным районом.

Здесь размещается основная часть *Хойлинского (Хойлинско-Лагортинского) рудного узла*, включающая рудные поля: *Харотское,Кечьпельское*,*Хойлинское.*

В серпентинитах зоны западного контакта Войкаро-Сынинского гипербазитового массива выявлено месторождение жадеита *Левый Кечпель*с забалансовыми запасами, на котором в процессе поисково-оценочных работ проводились и добычные работы.

В зоне контакта Войкаро-Сынинского гипербазитового массива и в пределах самого массива могут быть найдены проявления рубина, нефрита.

Минерагеническая провинция Пайхойско-Южноновоземельской складчатой системы на территории Республики Коми представлена только

крайней юго-восточной частью Вайгач-Западнопайхойскойминерагенической зоны с флангами *Южнопайхойской флюоритоносной зоны* с проявлением *Водопадное* и *Карского бокситоносного района*.

Литература

Попов М. Я. Минерагения твердых полезных ископаемых // Атлас Республики Коми. М.: Феория, 2011. С. 92—96.

Золото–платинометалльное рудопроявление «Озерное» на Полярном Урале: геологическое строение, рудная минерализация, генезис

И. Л. Потапов[1], А. М. Пыстин[1], В. И. Генералов[2], Ю. И. Пыстина[1]

[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

[2] Русская буровая компания, Москва

На Полярном Урале давно известны эндогенные проявления платиноидов в хромитоносных ультрабазитах офиолитовой ассоциации. Минералы платиновой группы представлены здесь относительно тугоплавкими разновидностями Ru–Os–Ir состава при подчиненном значении Pt, Pd и Rh. В 2002 г. при геологическом доизучении масштаба 1:200000 в 80 км юго-западнее г. Лабытнанги в верховьях руч. Дзелятышор, левого притока р. Мал. Хараматалоу было открыто рудопроявление малосульфидных медных руд, названное «Озерное» [1], в которых впервые для региона были установлены минералы Au и Ag в ассоциации с минералами Pd, Bi и Te [2]. Позднее нами были также выявлены минералы Pt [3, 4, 5].

Рудопроявление находится в районе, где развиты интрузивные образования полярноуральской офиолитовой ассоциации, к которой относятся: райизско-войкарский комплекс ультрамафитовых реститов (Pz_1rv), кэршорский ультрамафит-мафитовый плутонический комплекс (D_1ks), лагортаюский габбро-диабазовый комплекс (D_1lu). С юго-востока к ним примыкают гранитоиды собского гранодиорит-тоналитового комплекса ($D_{1\text{-}2}s$). По существующей карте масштаба 1:200 000 в районе руч. Дзелятышор к породам кэршорского комплекса отнесены все габбро, метагабброиды, пироксениты и верлиты, расположенные в краевой части райизско-войкарского комплекса. Блок пород между райизско-войкарский и собским комплексами, представляет собой тектоническую пластину, где среди измененных габброидов (метагабброидов) лагортаюсского комплекса залегают отдельные тела-будины ультрамафитов райизско-войкарского и, возможно, других комплексов.

Наиболее крупным телом-ксенолитом размером 1.1×4.7 км является Дзелятышорский верлит-клинопироксенитовый массив, вмещающий рудопроявление «Озерное». Массив сложен, в основном, породами клинопироксенит-верлитового ряда, среди которых преобладают оливиновые клинопироксениты (содержание оливина варьирует от 5 до 40 %). Далее в количественном отношении следуют собственно клинопироксениты и верлиты. Наименее проявлены оливиниты, плагиоклазовые клинопироксениты и плагиоклазиты. Для массива характерна псевдостратификация пород, выраженная магматической дифференциацией. Складки, образованные плоскостями «расслоенности», как правило, слабо выражены. Преобладающее простирание складок северо-западное. Шарниры складок полого (под углом до 35°) погружаются на юго-юго-восток. Вдоль осевых поверхностей складок часто проявлены жилы, сложенные клинопироксеном, реже оливином. Жильным материалом также выполнены ядерные части складок. Таким образом, наблюдаемые складки, возможно, сформировались на постмагматической стадии, когда породы находились в твердо-пластическом состоянии.

В результате обработки массовых замеров структурных элементов в породах массива установлено, что преобладающая ориентировка плоскостей «расслоенности» 320–350°. Аналогичные закономерности характерны и для элементов залегания пироксеновых и оливиновых жил, которые фиксируют положение осевых поверхностей складок, образованных плоскостями «расслоенности». По петрогеохимическим характеристикам пород массив обнаруживает черты сходства как с породными ассоциациями верлит-клинопироксенитовых серий Платиноносного пояса, так и с расслоенными интрузивами.

Минералы благородных металлов представлены самородными образованиями Au, Ag, Pt, интерметаллидами Au, Ag и платиноидов, арсенидами, теллуридами, антимонидами и висмутидами Pt и Pd.

Общий список минералов благородных металлов в рудоносных породах проявления «Озерное» включает: самородное золото Au; самородное серебро Ag; золото-серебряные фазы, в которых соотношения Au и Ag изменяются от 1:1 до 1:6, в том числе отвечающие формулам электрума Au и Ag и кюстелита $AuAg_3$;; золото-медные

фазы с изменением составов от медистого золота до золотистой меди, в том числе отвечающие формулам купроаурида $(Cu,Pd)_3Au_2$, аурикуприда $AuCu_3$ и тетракуприда AuCu; самородную платину Pt; железистую платину Fe_2Pt_5; палладистую медь $PdCu_3$; золото-палладистую медь $AuPd_2Cu_8$; брэггит (Pt,Pd)S; высоцкит PdS; сперрилит $PtAs_2$; арсенопалладинит $Pd_3As–Pd_8As_3$; палладоарсенид Pd_2As; маякит (Pd,Ni)As; атенеит $(Pd,Hg)_3As$; изомертиит Pd_5AsSb; мончеит $PtTe_2$; меренскит $PdTe_2$; котульскит PdTe; таркианит $(Pd,Ag)_2Te$; гессит Ag_2Te; майченерит $Pd(Te,Bi)_2$; соболевскит PdBi; фрудит $PdBi_2$; мертиит Pd_5Sb_2; стибиопалладинит $Pd_3(Sb,Te)$.

Самородные образования и интерметаллиды благородных металлов, а также сульфиды Pt и Pd ассоциируются с первичными силикатами и рудными минералами, образуя в них мелкие включения. Отмечаются сростки минералов благородных металлов с первичными сульфидами. Au–Ag фазы с высоким содержанием Au, а также Au–Cu сменяются при низкотемпературном изменении пород фазами с высоким содержанием Ag.

Арсениды, теллуриды, антимониды, висмутиды образуют две генетические группы. Одна из них включает продукты замещения и полные псевдоморфозы по самородным платиноидам, интерметаллидам и сульфидам. Минералы этой группы, как и замещаемые ими минералы благородных металлов, образуют включения в первичных силикатах и рудных минералах. Другая генетическая группа представлена самостоятельными новообразованиями в ассоциации с вторичными силикатами и рудными минералами. В общем балансе благороднометального вещества доминирующая роль принадлежит минералам благородных металлов, ассоциирующимся с вторичными силикатами и рудными минералами.

Для платиноидов характерна изменчивость состава в пределах отдельных зерен. Она связана с процессами распада первичных благороднометальных минералов, процессами замещения одних благороднометальных минералов другими и, вероятно, одновременной кристаллизацией нескольких минеральных фаз с образованием сростков минералов благородных металлов. Сростки минералов наиболее характерны для относительно низкотемпературных платиноидов (арсенидов, антимонидов, теллуридов и висмутидов).

Имеющийся фактический материал дает основание для выделения, по крайней мере, трех этапов в эволюции благороднометального оруденения.

Первый этап – магматогенный, связан с формированием расслоенного плутона. При этом платиноиды накапливалась в основном в ликвационных железо-никелевых сульфидах в магнезиальных породах (богатых оливином клинопироксенитах).

Второй этап – гидротермально-метасоматический. Активизация гидротермально-метасоматических процессов могла быть связана со становлением кэршорского и собского плутонических комплексов. Эти процессы ответственны за формирование и накопление золото-медной сульфидной минерализации. Они же способствовали трансформации платиноидов в сульфидную форму.

Третий этап – эпитермальный. На этом этапе в связи с низкотемпературным изменением пород, выражающемся в основном в серпентинизации, происходило перераспределение и накопление золота и сульфидов меди в зонах субширотной и субмеридиональной (север-северо-западной) ориентировки. Эти же процессы ответственны за кристаллизацию платиноидов в форме арсенидов, антимонидов, висмутидов и их накоплению в «узлах» пересечений зон низкотемпературной рудной минерализации.

Отметим, что платинометальная минерализация в рудоносных породах проявления «Озерное» приурочена к оливиновым пироксенитам, которые в наблюдаемом разрезе занимают средне-верхнее положение. В результате проявления полигенного и полихронного процесса рудообразования концентрации платиноидов в пределах рудоносных «пластов» приобрели неравномерное «очаговое» распространение. В целом на участке «Озерное» намечаются три пластообразных горизонта, обогащенных элементами платиновой группы, в пределах которых возможно выделение локальных участков с повышенной концентрацией металла.

Золото-медная минерализация разобщена с платинометальной и сконцентрирована в зонах северо-восточной ориентировки, совпадающих с простиранием границ массива. В пределах этих зон также выделяются обогащенные Au и Cu «узлы», формирование которых связано с перераспределением полезных компонентов при низкотемпературном изменении пород. При этом необходимо иметь в виду, что низкотемпературные процессы наложены на все ранее сформированные благороднометальные и медьсодержащие рудные парагенезисы, поэтому возможно частичное пространственное совмещение «узлов» концентрации платиноидов, золота и меди.

Литература

1. *Котельников В. Г., Романова Н. В.* Новый тип медного платино-золото-палладиевого оруденения на восточном склоне Полярного Урала // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России. Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 40–42.

2. *Кузнецов С. К., Котельников В. Г, Онищенко С. А., Филиппов В. Н.* Медно-золото-палладиевая минерализация в ультрабазитах Войкаро-Сынинского массива на Полярном Урале // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, № 5. 2004. С. 2–4.

3. *Пыстин А. М., Пыстина Ю. И., Терешко В. В.* и др. Состав и распределение минералов благородных и редких металлов в породах рудопроявления «Озерное» (Полярный Урал) // Алмазы и благородные металлы Тимано-Уральского региона: Материалы Всероссийского совещания. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 210–211.

4. *Пыстин А. М., Потапов И. Л., Пыстина Ю. И.* и др. Малосульфидное платинометальное оруденение на Полярном Урале. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 152 с.

5. *Пыстин А. М, Потапов И. Л., Пыстина Ю. И.* Проявление малосульфидных золото-платнометальных руд на Полярном Урале. Записки РМО, №4, 2012 С. 60–73.

Сложности решения уравнений материального баланса в процессе катагенеза угля

С. В. Рябинкин
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Исследовать – значит видеть то, что видели все, но думать так, как не думал никто.
А. Сент–Дьерди.

Известно, что основным источником метана (а возможно и остальных углеводородных газов) в угленосных отложениях является органическое вещество (ОВ) углей и углистых остатков. Более того, в последнее время в различных районах мира открыт ряд месторождений газа, в образовании которых ведущую роль играли углеводородные газы, образовавшиеся в результате термического разложения ОВ углей и углистых остатков. Высокая газоносность нижних горизонтов чехла молодых платформ обусловлена развитием в основании их разреза угленосных формаций, возрастной диапазон которых меняется от позднего карбона до раннего мела [9, 4 и др.]. ОВ этих угленосных формаций находится на высоких стадиях катагенетических преобразований, что особенно благоприятно для генерации углефикационного метана в составе летучих продуктов метаморфизма углей.

В настоящее время существуют два основных направления в подходах к решению проблемы количественной оценки возможных масштабов и динамики флюидообразования при катагенезе ОВ угленосных формаций: экспериментальное моделирование природного процесса преобразования угольного вещества в лабораторных условиях и проведение теоретических балансовых расчетов, основанных на динамике изменения элементного состава ископаемых углей в процессе их углефикации. Последний принцип широко применяется при оценке перспектив газоносности седиментационных бассейнов. Мы не будем рассматривать проблемы, связанные с вопросами экспериментального моделирования природного процесса преобразования угольного вещества в лабораторных условия – там есть нерешенные проблемы, и об этом надо писать отдельно. Сосредоточимся на решении уравнений материального баланса, а точнее на выборе самого основного элемента – убыли массы ОВ. Традиционно принимается при расчетах, как само собой разумеющееся, среднее арифметическое между двумя показателями: с одной стороны для воды, а с другой – для метана или диоксида углерода. С дисульфидом серы и азотом в форме аммиака не все ясно.

Но, если пристально рассмотреть эти процессы во всей их полноте, то мы придем к парадоксальному выводу: окажется, что среднее геометрическое более точно отвечает выбранному критерию, как оценке показателя убыли вещества в процессе углефикации! Казалось бы, нет разницы, какое среднее выбирать, тем более что они в условиях диагенеза или катагенеза не так сильно и отличаются друг от друга! Но это только на первый взгляд. На самом деле это очень существенный момент – от его выбора зависит все последующие стадии. Тем более странным выглядит абсолютное игнорирование и умалчивание самого факта, что такой вариант – расчет через среднее геометрическое – возможен и даже были попытки его реализации, но «С. В. Рябинкин в своих математических выкладках (напоминающие усилия по изобретению perpetuum mobile) пренебрег предупреждением основоположника метода В.А. Успенского...» [8]. В работе [8] были подвергнуты сарказму мои работы, посвященные области инверсии газогенерационного потенциалов диоксида углерода и метана. Мной были приведены доказательства того, что на самом деле эта область есть не что иное, как область, в которой достигает максимального (или минимального) значения коэффициент Лейфмана–Вассоевича [6]. Мы попытаемся понять противостояние между средним

арифметическим, средним геометрическим и (важно для последующих расчетов) средним гармоническим. Для этого мы воспользуемся фрагментом таблицы, приведенной в работе [7], но с важными уточнениями. В соответствии с данными [7], рассмотрим четыре варианта расчета показателей убыли ОВ углей. По первым двум вариантам будем учитывать все данные по элементному составу углей, только по второму варианту будем рассчитывать не по среднему арифметическому, а по среднему гармоническому. Такой вариант расчета носит сугубо отвлеченный характер и практически не связан с оценкой возможных масштабов углефикационного флюидообразования, как это принято в литературе, но зато этот вариант поиска возможных решений очень существенен для анализа.

Теперь проанализируем ситуацию, возникающую при расчетах по традиционно применяемой методике, когда решение находилось по среднему арифметическому (или арифметически пропорциональному) и по среднему гармоническому (или гармонически пропорциональному). Если для арифметически среднего – или арифметически пропорционального – как будто все ясно, то для гармонически среднего – или гармонически пропорционального – следует пояснить. Как следует из [3] « гармоническое среднее n положительных чисел a1, a2, ... an (n ≥ 2). Гармонически среднее чисел a1, a2, ... an является обратной величиной к среднему арифметическому величин... ». В этой же [3] приводится выражение для среднего арифметического $=\frac{a1+a2+,...+an}{n}$, для среднего геометрического $=\sqrt[n]{a1a2\ldots an}$ и для среднего гармонического $=\frac{n}{1/a1+1/a2+,...+1/an}$. Как видно из написанных формул, среднее гармоническое является взаимно обратной величиной среднего арифметического и поэтому эта величина и будет задействована в наших расчетах. Для анализа мы воспользуемся данными приведенными в работе [9], но будем для одного и того же интервала проводить два варианта вычислений: один раз как это и приведено в работе [9], а второй раз мы будем исключать промежуточную стадию, как будто ее и не было вовсе и сравним результаты. Это мы делаем специально для того, чтобы путем математической индукции [1] прийти к однозначному выводу о том, что только путем расчета по среднему геометрическому и надо вычислять убыль ОВ и возможные объемы генерированных флюидов, прежде всего метана (и/или его гомологов).

Недостаток места не позволяет привести полное вычисление, поэтому мы ограничимся констатацией факта, что при сравнении с одной стороны – при среднем арифметическом, а с другой – при среднем гармоническом – с одной стороны убывает (при среднем арифметическом при расчете по трем показателя против двух), а напротив – возрастает (при среднем гармоническом при расчете по трем показателя против двух) [1].

Если проанализировать все это, то придется признать, что именно среднее геометрическое (или в более широком понимании геометрически пропорциональное) [6] и есть искомая величина, что и требовалось доказать.

При расчете балансовой стороны процесса убыли органического вещества при углефикации по геометрически пропорциональному в какой–то мере совпадает с принципом, известном под названием закона Гесса, по которому «тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояний реагирующих веществ, но не зависит от промежуточных стадий процесса» [2], а в данном случае мы можем рассуждать о балансовой стороне процесса.

Таким образом, при решении уравнений материального баланса надо использовать только среднее геометрическое (или геометрически пропорциональное)!

Литература

1. *Берколайко С. Т., Каток С. Б.* Об одном индуктивном методе доказательства неравенств // Квант, 1970. № 8. С. 33–36.

2. *Глинка Н. Л.* Общая химия. Л.: Госхимиздат, 1954. 759 с.

3. *Мантуров О. В., Солнцев Ю. К., Соркин Ю. И., Федин Н. Г.* Толковый словарь математических терминов: Пособие для учителей / Под ред. В. А. Диткина. М.: Просвещение, 1965. 539 с.

4. *Раабен В. Ф.* Размещение нефти и газа в регионах мира. М.: Наука, 1978. 144 с.

5. *Рябинкин С. В.* Область инверсии газогенерационного потенциала органического вещества углей // Доклады РАН, 1996. Т. 346. № 3. С. 388–389.

6. *Рябинкин С. В.* Коэффициент Лейфмана-Вассоевича как отражение фундаментальных свойств угля // Органическая минералогия: Материалы IV Российского совещания с международным участием. Черноголовка, 2013. С.126–128.

7. *Стадников Г. Л.* Анализ и исследование углей. М-Л.: Изд–во АН СССР, 1936. 216 с.

8. *Ткачев Ю. А., Иванова Т. И.* Математический и геохимический анализ уравнений баланса элементов органического вещества при углефикации // Геология и геофизика, 1997. Т.38. № 11. С. 1737–1746.

9. *Успенский В. А.* Опыт материального баланса процессов, происходящих при метаморфизме угольных пластов // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1954. №. 6. С. 95–104.

Pb–Zn–оруденение миссисипского типа Южного Тимана и пути его формирования

Н. С. Сиваш[1], Н. В. Берг[2]
[1]Ухтинский государственный технический университет, Ухта
[2]ООО «Геотех-2», Ухта

Pb-Zn-минерализация широко известна в пределах Тиманского кряжа и отмечалась на всех этапах геологического изучения территории. Хотя проявления её достаточно многочисленны, однако большая часть материалов разбросана в первичной документации, результатах лабораторных анализов и производственных отчетах и остается недоступной широкому кругу геологической общественности.

Авторами изучалась Pb-Zn-минерализация Ухтинской складки и, частично, Омра-Сойвинского поднятия. Минерализация представлена полиметаллическими рудопроявлениями «Ниаёль», «Курские Дачи», «Бельгоп», «Омра-Вож», многочисленными пунктами минерализации в пределах обнажений рек Ухта, Чуть, Ярега, находками в карьерах «Ярега» и «Лесник», а также жильными образованиями. Главными рудообразующими минералами являются сульфиды железа, цинка, свинца.

Сфалерит в отложениях осадочного чехла (15 скважин — сирачой; 5 скважин — веласян) был обнаружен А. А. Ипатовым при разведке Бельгопского месторождения. Кроме того, А. А. Ипатовым впервые был собран интереснейший фактический материал по проявлениям в пределах осадочного чехла полиметаллической минерализации и самородной серы. Генезис этих образований рассматривался как инфильтрационный и связывался с сульфатами ухтинской свиты [2]. Открытым остался вопрос об источнике металлов, поэтому все попытки привлечь внимание к поискам данного вида сырья успехом не увенчались.

Собранный к настоящему времени фактический материал и результаты собственных исследований [4, 5] позволили отнести (по основным признакам: рудным формациям, размещению рудных интервалов, околорудным изменениям, минеральному составу, условиям образования и локализации) полиметаллическую минерализацию Ухтинской антиклинальной структуры и Омра-Сойвинского поднятия к новому для региона формационному типу – миссисипскому.

Месторождения этого типа размещаются в пределах осадочного чехла на стабильных (кратонных) блоках и (или) их склонах без видимой связи с магматическими образованиями и имеют невысокие температуры минералообразования. Рудные тела встречаются в различных литологических типах породах, однако основная их масса тяготеет преимущественно к карбонатным породам. Как правило, месторождения представлены рядом рудных участков (от 80 до 400), которые характеризуются небольшими (0.1–0.5 млн т, редко до млн т) запасами, однако их суммарные запасы формируют крупные месторождения типа Пайн-Пойнт [8].

Для месторождений миссисипского типа установлена пространственная связь с нефтегазоносными бассейнами, что также характерно для Тиманской антеклизы. Так Ухта-Ижемский вал расположен на северо-восточном её склоне, в месте сочленения с Тимано-Печорской нефтегазоносной провинцией и входит в состав Тиманской нефтегазоносной области.

Генезис полиметаллической минерализации в осадочном чехле до сих пор является спорным. В настоящее время все больше сторонников приобретает концепция образования Pb-Zn руд за счет горячих металлоносных рассолов нефтегазоносных и солеродных бассейнов (Д. И. Горжевский, В. Н. Холодов, Г. В. Ручкин, А. И. Донец и А. Хейл, Б. Нобл и др.). На основании изучения газово-жидких включений в сфалеритах, флюоритах, галенитах ряда месторождений Мидконтинента были получены данные о соответствии состава этих включений водам НГБ (Мичиган, Иллинойс, Аркома и др.), граничащих с рудными районами и месторождениями. Дж. Хенором (1998г.) на основании изучения вод глубоких горизонтов НГБ Галф–Кост (США) получены прямые доказательства связи содержаний свинца и цинка с содержанием хлоридов. На основании термодинамического моделирования была показана возможность переноса металлов в виде хлоридных комплексов и термобарические условия, при которых эти растворы представляют интерес как источники формирования рудоносных рассолов. Обогащение вод рудными и нерудными (кварц, кальцит и др.) происходило за счет выжимания (элизии) вод уплотняющихся пород НГБ и дегидратации слагающих их минералов.

Л. Г. Богашевой (1987 г.) была экспериментально доказана возможность формирования в поровых водах необходимых ($n\text{-}0^n$ мг/кг) концентраций свинца и цинка при их кларковых содержаниях в породе при температурах рассолов 80–150 °С и их дальнейшего обогащения за счёт пород, содержащих микрорудные концентрации.

Воды Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПП) имеют сходный с водами глубинных горизонтов НГБ Мидконтинента химический состав, общую минерализацию 230–270 г/л (в отдельных пробах 310–408 г/л), температуру 84.6–116.6 °С, азотно-метановый состав газов (Вуктыльское и другие месторождения ТПП) [1, 3]. Т. е. воды ТПП обладают параметрами, характерными для рудообразующих флюидов, и могут выступать в качестве агентов мобилизации и транспортировки металлов в растворах [4]. Дополнительными источниками металлов для данной территории могут служить граниты фундамента и вулканогенные породы верхнего девона.

Г. В. Ручкиным и А. И. Донцом (2002 г.) разработана гидродинамическая модель рудообразующих систем, в том числе, с учётом термодинамических флюидных систем, формирующихся за счёт тепла, генерируемого гранитами с повышенным содержанием радиоактивных элементов. Подобная модель была разработана Ч. Спиракисом и А. Хейлом (1996 г.) для Верхнемиссисипского рудного района. Подобного рода граниты установлены в фундаменте Ухтинской складки и Ижма – Печорской синеклизы. В связи с этим для Ижма – Печорской синеклизы отмечается цинковая нефтеметаллогеническая специализация нефтей, а для остальной части ТПП никель – ванадиевая (связанная с широким развитием вулканогенных образований основного состава).

Кроме того, одним из основных факторов, влияющих на локализацию оруденения, является структурный контроль гидротермальных потоков. Все выявленные рудопроявления и пункты минерализации пространственно приурочены к участкам пересечения разрывных нарушений северо-западного и северо-восточного простирания. В свою очередь разрывные нарушения выполняли роль растворособирающих, растворораспределяющих, транзитных, а в образованиях осадочного чехла – рудолокализующих структур, в то время как контроль размещения оруденение осуществлялся разного рода пликативными, преимущественно синклинальными, структурами, что прослеживается на рудопроявлении «Ниаель», где минерализация приурочена к ядрам и бортам синклинальных складок [7].

Флюиды с повышенной кислотностью и высоким содержанием CO_2 формировали разуплотненные породы в фундаменте и осадочном чехле, причем гидротермальное кислотное выщелачивание предшествовало локализации рудного и нефти, создавая для этого во вмещающих породах необходимые фильтрационно-ёмкостные свойства. Выщелачивание коррелируется с развитием в этих породах разрывных дислокаций, создающих пути транспортировки для флюидов.

А. А. Пек (1980 г.) на основании моделирования процессов воздействия высокопроницаемого разлома на формирование восходящего потока показал, что в случае наличия экрана (глины, сланцы, закупорка подводящего канала) будет наблюдаться растекание растворов во вмещающие породы. В случае выхода высокоминерализованных растворов на дно бассейна (при наличии западин дна бассейна, препятствующих разубоживанию рассолов) будет формироваться сингенетическая минерализация.

Э. Делу и Д. Туркот (1989 г.) на основании температурных исследований показали, как в зависимости от ширины трещин и объёма металлоносных растворов будут формироваться стратоидные или жильные тела.

Таким образом, в пределах изученной территории ожидается появление крупного Pb-Zn оруденения миссисипского типа. Изучение вопроса гидрогенного происхождения стратиформных Pb – Zn месторождений продолжается в настоящее время во всё возрастающих объёмах, т. к. подобный подход привел к открытию ряда крупных и уникальных месторождений.

Литература

1. Данилевский С. А., Склярова З. П., Трифачев Ю. М. Геофлюидальные системы Тимано-Печорской провинции. Ухта: ГУП «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр», 2003. С. 298.

2. *Ипатов А. А.* Перспективная оценка районов Притиманья Коми АССР на эпигенетические руды, связанные с самородной серой. 1979. Фонды УФ ОАО «Полярноуралгеология».

3. *Лысенин Г. П.* и др. Изучение гидрогеологических условий и газоносности Тимано-Печорской провинции НПО «Союзгазтехнология КФ ВНИИГАЗ». Ухта. 1988 г.

4. *Ручкин Г. В., Донец А. И.* Стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных толщах. М.: ЦНИГРИ. 2002. С. 123.

5. *Сиваш Н. С., Берг Н. В.* Оруденение миссисипского типа: поисковые критерии, поисковые признаки/ Материалы конференции. М: ИГЕМ РАН, 2010. С. 205–207.

6. *Сиваш Н. С., Берг Н. В.* Миссисипский тип полиметаллического оруденения в карбонатах Ухтинской площади: Сборник научных трудов. Ухта: Изд-во УГТУ, 2010. С. 135–139.

7. *Сиваш Н. С., Русинов А. Ю.* Некоторые аспекты интерпретации физических полей юго-восточной части Ухтинской площади // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Ухта: УГТУ, 2008.С. 281–283.

8. *Paradis S.* Mississippi valley-type Pb-Zn deposits p. 15. http:// dminas.ist.utl.pt/ Geomuseu.

Проявление раннекаменноугольного потенциально алмазоносного магматизма на гряде Чернышева

М. Ю. Сокерин[1], В. А. Жарков[1], А. А. Пархачев[2]
[1] ООО «Кратон», Сыктывкар
[2] Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

На сегодняшний день на гряде Чернышёва выделено два магматических комплекса — раннесреднеюрский Шарьюский лампроит-долеритовый и раннетриасовый базальтовых порфиритов Полярного Приуралья. Они локализованы в области сочленения субмеридионального и северовосточного отрезков гряды в пределах Еджидъю-Заостренской и Неченской блок-антиклиналей (см. рисунок). В составе шарьюского комплекса выделены две последовательные фазы внедрения: I — долеритов, II — санидиновых лампроитов. Недостаточная изученность, тесная пространственно-временная связь и общность структурной позиции магматитов вынуждали исследователей на картирование их в составе одного комплекса, несмотря на происхождение из явно разных магматических источников [3, 5].

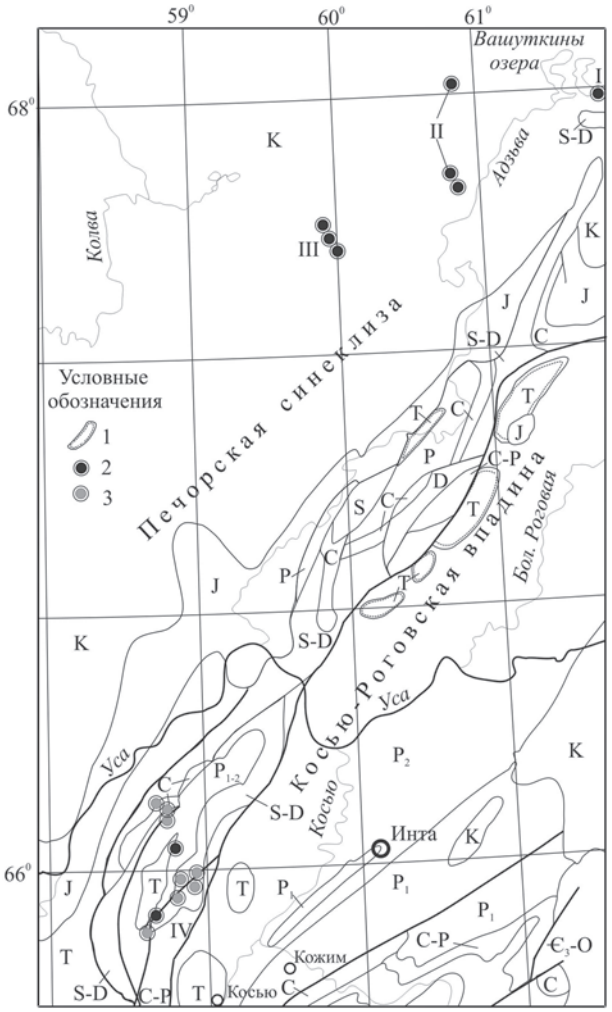


Схема проявлений магматизма Полярного Приуралья: 1 — выходы нижнетриасовых базальтов под кайнозойскими образованиями; 2 и 3 — скважины, вскрывшие: 2 — базальтовые покровы в Коротаихинской впадине (I), в Верхне-Адзьвинской депрессии (II), на валу Сорокина (III), штоки базальтов в южной части гряды Чернышева (IV); 3 — долериты и лампроиты на юге гряды Чернышева

Раннетриасовый возраст базальтовых порфиритов определялся на основании нахождения интрузий в поле развития верхнепермских пород и обратной намагниченности базитов, характерной для раннетриасовых базальтов Коротаихинской и Косью-Роговской впадин, а также близких петрохимических характеристиках. Юрский возраст Шарьюского комплекса установлен на основании Rb-Sr изотопных исследований санидиновых лампроитов, в результате которых были получены два варианта возможного возраста — 352—336 и 170 млн лет. Исходя из предполагаемого послескладчатого положения даек долеритов, исследователями был выбран вариант интерпретации с молодой датировкой [5].

В 2012 г. в ходе ГДП-200 южной части гряды Чернышёва нами проведено $^{40}Ar/^{39}Ar$ датирование монофракций плагиоклаза, санидина и клинопироксена из всех перечисленных пород методом ступенчатого прогрева. Исследования проводились в ИГМ СО РАН А. В. Травиным. Для порфировых базальтов Полярного Приуралья средневзвешенное значение близких датировок составило 261.4 ± 1.8 млн лет (263.8 ± 2.4 млн лет для плагиоклаза и 260.0 ± 1.8 млн лет для клинопироксена), для долеритов Шарьюского комплекса — 250.5 ± 1.5 млн лет (250.0 ± 1.7 млн лет для плагиоклаза и 252.3 ± 3 млн лет для клинопироксена). Возраст санидиновых лампроитов, определенный по санидину, составил 335 ± 2.0 млн лет, что согласуется с древним вариантом Rb-Sr датировок предшествующих исследователей. По пироксену однозначных датировок получить не удалось предположительно вследствие интенсивной его хлоритизации в исследуемых породах.

Полученные результаты датирования порфировых базальтов соответствуют поздней перми и, в целом, не противоречат мнению предшествующих исследователей о принадлежности данных пород к комплексу раннетриасовых базальтов Полярного Приуралья. Относительно небольшая разница в возрасте может быть объяснена признаваемой многими геологами многостадийностью

магматизма в течение P_3—T_1 тектономагматической активизации [1].

Результаты датирования пород Шарьюского комплекса оказались более интересными. Возраст долеритов ранней фазы (по существующей схеме) соответствует раннему триасу, а более поздних лампроитов — раннему карбону (визе). Становится очевидным, что эти породы, как и предполагали их первооткрыватели, оговаривая условность их объединения в один комплекс, относятся к разным комплексам и, вероятнее всего, к различным формациям. Близкий возраст и петрохимическое родство долеритов и порфировых базальтов позволяет уверенно объединить их в составе комплекса базальтов Полярного Приуралья с возможной корректировкой возраста последнего. Задача идентификации лампроитов требует дальнейших исследований для их выделения в самостоятельный комплекс. Полученный возраст соответствует турнейско-визейской тектонической активизации и сопоставим с позднедевонским континентальным рифтогенезом, проявленным в развитии габбро-долеритового магматизма в Западно-Уральской мегазоне и на Пай-Хое, а также с девонско-раннекаменноугольной тектономагматической активизацией Тимана и Архангельской алмазоносной провинции (ААП), вызванной, по мнению многих исследователей, крупным девонским плюмом диаметром около 1700 км, инициировавшим, в том числе, внедрение в структуры Кольско-Двинского палеорифта алмазоносных кимберлит-мелилититовых интрузий архангельского комплекса [2, 4, 6].

Предварительно шарьюские лампроиты можно сопоставить с позднедевонскими интрузивными комплексами — илычским, хенгурским и др., отнесенными к инзерско-тимаизскому типу [7]. Однако их принадлежность к габбро-долеритовой толеитовой формации делает этот вариант маловероятным. Более вероятным, по крайней мере, по формационным признакам и геодинамической позиции представляется сопоставление с объектами ААП. Если рассматривать проявление лампроитового магматизма в рамках модели девонского плюма, то его локализация в структурах фундамента на краю Большеземельского мегаблока с сохранившимися эпикарельскими блоками является даже закономерной.

В этой связи вновь встает вопрос об алмазоносности лампроитов гряды Чернышёва. В ходе работ над этой проблемой в конце 80-х — начале 90-х годов был выявлен комплекс положительных региональных и локальных прогнозных факторов, выделено два потенциально алмазоносных поля и построена поисковая модель, в которой ключевую роль играл шарьюский лампроит-долеритовый комплекс юрского возраста [3]. Необходимо отметить, что в пределах выделенных полей на основании ряда косвенных признаков исследователями предполагалось развитие и других потенциально алмазоносных пород лампроитового и кимберлитового ряда, кроме санидиновых лампроитов. Одним из основных препятствий при оценке количественного потенциала алмазоносности являлось (и является) отсутствие модельных мезозойских объектов в регионе. Новые данные о возрасте лампроитов расширяют сектор поиска таких объектов. Не исключено, что такой объект будет найден в ААП. Разумеется, при условии дополнительного изучения выделенных потенциально алмазоносных полей и уточнения прогнозной модели.

Литература

1. *Андреичев В. Л., Ронкин Ю. Л., Лепехина О. П., Литвиненко А. Ф.* Rb-Sr и Sm-Nd изотопно-хронометрические системы в базальтах Полярного Приуралья. Сыктывкар: Геопринт, 2005. 21 с.

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист Q-(35)-37. Кировск. Объяснительная записка. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ. 2001.

3. *Деревянко И. В., Жарков В. А.* Перспективы алмазоносности гряды Чернышева // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 90—96.

4. *Ерёменко А. В., Ненахов В. М.* Геология и геодинамическая модель формирования трубок взрыва Архангельской алмазоносной провинции // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. 2002. № 1. С. 36—42.

5. *Лукьянова Л. И., Деревянко И. В., Мареичев А. М., Дымникова Н. Г.* О проявлении мезозойского ультракалиевого магматизма и перспективах алмазоносности района гряды Чернышева (Полярный Урал) // ДАН. 1993. Т. 330. № 5. С. 617–619.

6. *Махоткин И. Л., Журавлёв Д. З., Саблуков С. М.* и др. Плюм-литосферное взаимодействие как геодинамическая модель образования ААП // Докл. РАН. 1997. Т.353. С. 228—232.

7. *Пучков В. Н.* Дайковые рои Урала и ассоциирующие с ними магматические комплексы // Геотектоника. 2012. № 1. С. 42—52.

Геологические и металлогенические следствия метаморфогенно–гидротермального процесса в Канино–Тиманском регионе

В. И. Степаненко
ГБУ РК «Территориальный фонд информации по природным ресурсам и охране окружающей среды Республики Коми» (Комигеолфонд), Сыктывкар

В позднем протерозое в перикратонно-миогеосинклинальной области тиманид широкое развитие получил метаморгенного-гидротермальный процесс [3]. В соответствии с теоретическими представлениями об этом процессе [1, 5] к метаморфогенным гидротермалитам отнесены следующие образования:

• не имеющие отчетливых протранственно-временных связей с магматитами;

• локализованные согласно с метаморфогенным текстурам;

• имеющие «альпийский» характер состава;

• изофациальные по слагающему их минеральному парагенезису с вмещающими метаморфитами.

По составу и морфологии тел выделены пять типов гидротермалитов: кварцевый (сетчатые и четковидные жилы), карбонатный, фосфатный и «апобазитовый».

Сетчатые кварцевые жилы в кварцито-песчаниках распространены на всей территории Канино-Тиманского и фиксируются во всех стратиграфических подразделениях верхнего протерозоя. Как правило, они локализуются в пределах пласта, выклиниваются у его контактов и формируют при этом сеть жил и прожилков нескольких направлений. Нередки явления ветвления. Смещения прожилков на их пересечениях фиксируются крайне редко, и их амплитуды варьируют от 1 мм до 3 см. Мощность жил обычно первые миллиметры — первые сантиметры. Редко отмечаются жилы мощностью в несколько десятков сантиметров. Протяженность жил простиранию достигает 10 м, но обычно бывает меньше. В составе жил доминирует кварц; в резко подчиненном количестве присутствуют серицит, хлорит и железистые карбонаты, которые образуют гнезда и сгустки, тяготеющие к зальбандам жил.

Карбонатная минерализация приурочена к карбонатным и терригенно-карбонатным образованиям быстринской, кислоручейской и вымской серий. Наиболее интенсивно она проявлена дислоцированных породах в виде прожилковидных субсогласных со слоистостью зон, хаотично ориентированных прожилков и гнезд неправильных очертаний. Главными породообразующими минералами являются карбонаты (доломит, анкерит, редко кальцит), в подчиненном количестве содержатся кварц, серицит, спорадически встречаются хлорит, графит, сульфиды. Контакты тел карбонатных гидротерм-алитов резкие и диффузионные. Прожилки имеют простое и зональное строение, сменяющееся по их простиранию. Внешние зальбандовые зоны сложных жильных зон и простые прожилки выполнены аллотриоморфным крупнозернистым агрегатом карбоната. Внутренняя зона бывает заполнена кварцем, либо представлена остаточной полостью.

Четковидные кварцевые образования особенно широко распространены в сланцах паунской и лунвожской свит. Наиболее крупные из них локализуются на крыльях и в ядрах складок, в зонах смятия, осложняющих моноклинальное залегание осадочно-метаморфических пород. Морфологически они представляют собой сочетание линзовидных раздувов мощностью 10 см, редко 20—30 см и соединенных прожилками мощностью до 1.5 см, а также изолированными линзами (четками) размерами от 1 мм до 10 см по мощности. В зонах смятия четковидные жилы образуют жильные зоны. На Цильменском Камне такая зона при ширине до 500 м прослежена на 65 км. Замечено, что поверхности четок приурочены к плоскостям сланцеватости и «диагонального» кливажа. Для четок характерно зональное строение с обособлением периферической (приконтактовой) зоны и ядра. Периферическая зона сложена серицитом и (или) хлоритом, обособляющимися в более тонкие зоны. Ядро четки выполнено кварцем с укрупненными до 5—10 мм индивидами, между которыми бывают «зажаты» с отдельные чешуи серицита. На стыках кварцевых индивидов развиты радиально-чешуйчатые или сгустковидные агрегаты хлорита. Количество силикатных минералов отчетливо возрастает к зальбандам ядер. Здесь же присутствуют и реликты сланцев, в которых фиксируются укрупненные выделения кварца, серицита и хлорит развивающиеся по сланцевой матрице. Карбонат представлен обычно железистым доломитом или анкеритом. Он присутствует в виде симплектитовых сростков с кварцем или в виде крупнозернистых прожилковидных агрегатов, вытягивающихся от одного из выклиниваний четки вдоль ее оси. Расположение этих агрегатов маркирует участки, где заканчивался рост индивидов кварца в связи с прекращением поступления метаморфогенного раствора. К этим же местам тяготеют и выделе-

ния пирита. Соединительные прожилки выполнены кварцем.

Кроме макроскопических выделений в сланцах фиксируются обильные мелкие линзовидные новообразования размером от десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров («микрочетки»). На поверхности сланцеватости они фиксируются как бугорки. Их количество составляет от нескольких до полутора десятка «микрочеток» на 1 $см^2$ или порядка сотни на 1 $см^3$. Состав и строение их практически аналогично вышеописанным для макроскопических выделений.

Фосфатные гидротермалиты выявлены в фосфоритах Заостровского месторождения и сложены апатитом, кварцем и подчиненно карбонатами, серицитом, хлоритом, графитом *л* и сульфидами [4] .

«Апобазитовые» гидротермалиты представлены кварц-карбонат-хлорит-актинолитовыми прожилками в диабазах.

Строение и состав различных типов минерализации, несмотря на существенные особенности, обнаруживают многие общие черты. Их формирование происходило при помощи как свободно циркулирующих гидротермальных растворов, так и пленок питающего раствора. Каналы подвода гидротерм извне отсутствуют. Качественный минеральный состав, гидротермалитов в основном соответствует составу вмещающих пород. Можно говорить даже о сохранении количественных соотношений минералов, что свидетельствует об изо-фацальности регионального метаморфизма и гидротермальной деятельности.

В гидротермалитах снижаются или сохраняются на том же уровне, что и во вмещающих породах, содержания микроэлементов, но при этом в них фиксируются новообразования сульфидов и золото, которые не выявляются минералогическим анализом во вмещающей толще.

Таким образом, общим петрогенетичееким свойством метаморфогенно-гидротермального процесса, имеющим металлогеническое значение, являлось то, что в ходе его без привноса вещества извне происходил рост минеральных индивидов во всем объеме метаморфизуемых позднепротерозойских толщ. Суммарные объемы метаморфогенных новообразований составляли первые проценты от объема материнских пород.

В ходе гипергенеза и размыва позднепротерозойских пород устойчивый к выветриванию гидротермальный кварц переотлагался и накапливался в терригенных толщах палеозоя. 95—100% гальки палеозойских гравелитов и конгломератов представлено жильным кварцем. «Микрочетки», очевидно, являлись источником обломочного жильного кварца, слагающего песчаники малоручейской свиты – продуктивной толщи Пижемского титанового месторождения на Среднем Тимане [2].

Вследствие индивидуализации в гидротермальных новообразованиях рассеянных в осадочной толще сульфидов и золота метаморфогенные гидротермалиты приобрели качества убого золоторудных объектов. В связи с широким распространением метаморфогенно-гидротермального процесса общая минеральная масса преобразованного золота была достаточно велика для формирования в последующем россыпей типа Ичет-Ю. Метаморфогенно-гидротермальное золото могло также ремобилизовываться более поздними гидротермально-метасоматическими процессов, в частности:

• в зонах щелочного метасоматоза, связанных с формированием четласского комплекса фенитов и карбонатитов;

• в гидротермальных системах, порожденных позднедевонским трапповым магматизмом.

Ремобилизация золота приводила к формированию рассосредоточенных в пространстве небольших объектов с высокими содержаниями золота («кыквожский» тип на Среднем Тимане).

Литература

1. *Буряк В. А.* Метаморфизм и рудообразование. М.: Недра, 1982. 256 с.

2. *Макеев А. Б., Макеев Б. А.* Химический и минеральный состав глинистых пород Пижемского месторождения (Средний Тиман) // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы 15 Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар, 13–16 апр., 2009. Т. 2. Стратиграфия, палеонтология и геохронология. Региональная геология, тектоника, геодинамика. Седиментогенез и эволюция осадочных бассейнов. Геохимия. Петрология. Минералогия. Сыктывкар: ИГ КомиНЦ УрО РАН. 2009. С. 398–400

3. *Степаненко В. И, Капитанова В. А., Макеева Н. В.* Особенности строения, состава и формирования метаморфогенных гидротермалитов Среднего Тимана // Магматиты и метаморфиты Урала и Тимана. Сыктывкар, 1991. С. 64–74 (Тр. Ин-та геол. Коми НЦ УрО РАН СССР. Вып. 74).

4. *Степаненко В. И. , Лихачев В. В., Швецова И. В.* Фосфориты в углеродисто-карбонатных образованиях Среднего Тимана // Литология карбонатных пород севера Урала, Пай-Хоя и Тимана, Сыктывкар. 1988. С. 73–87. (Тр. Ин-та геол. Коми НЦ УрО РАН СССР. Вып. 67).

5. Физико-химические основы теории метаморфогенного рудообразования. Киев: Наукова думка, 1985. 204 с.

О перспективах открытия месторождений «типа несогласия» на северо–западе Мурманской области

Е. Н. Терехов, А. С. Балуев
Геологический институт РАН, Москва

Перспективы открытия новых месторождений урана, в последние годы стали связываться с принципиально новым типом месторождений, который известен как месторождения «типа несогласия». На примере провинции Атабаски в Канаде, этот термин прочно вошел в литературу [4]. Генезис этих месторождений дискуссионен, но очевидно, что они приурочены к подошве рифейских толщ с раннедокембрийским фундаментом. Их образование связывается с поступлением урановосных гидротермальных растворов, а причина осаждения урана – смешение горячих восходящих растворов с относительно холодными поверхностными рассолами. На раннем этапе происходит вынос кремнезема и карбонатов и образование полостей в разломах фундамента и обрушение кровли, сложенной песчаниками и конгломератами. На втором этапе в фундаменте и чехле развиваются ореолы глинистых изменений и интенсивная хлоритизация. Ореолы изменений превышают рудные тела и служат поисковым признаком. Приуроченность месторождений к основанию рифейских структур, указывает на специфику этого этапа эволюции Земли, выражающейся в появлении тектонических зон, по которым происходил активный дренаж таких компонентов как: уран, золото, тяжелые металлы. Характерной чертой этих месторождений является и длительная их эволюция. Так для большинства месторождений Атабаски устанавливается исходный возраст 1.3–1.1 млрд лет и несколько рубежей, в которых происходит переотложение и концентрирование руд [4].

На территории Балтийского щита проводились весьма интенсивные поиски урана, но они привели лишь к открытию небольших проявлений. Значительная часть этих работ велась ещё до осознания геологами важного поискового принципа, каким является несогласие между рифейскими отложениями и раннедокембрийским основанием, хотя некоторые известные проявления и месторождения сейчас трактуются именно с этих позиций. Это месторождение Карку в Приладожье, приуроченное к основанию салминской свиты рифейского возраста, а также ряд недоизученных проявлений в среднем течении реки Кацким (Терский берег). Особый интерес представляют урановые месторождения Лицко-Арагубского узла (СВ Кольского п-ва), где они приурочены к разломной зоне СВ простирания и пространственно тяготеют к порфировидным гранитам, обогащенным ураном. Было выявлено, что среди урановосных брекчий встречаются крупные (до 50 м) блоки осадочных пород рифейского возраста [1], тогда как, на поверхности развиты только палеопротерозойские образования. Подобное явление: затягивания вышележащих комплексов вниз детально изучено на примере кимберлитовых трубок, в которых сохраняются фрагменты вышележащего чехла, что указывает на взрывную циркуляцию флюидов. Это позволяет сделать вывод о том, что в период формирования Лицко-Арагубских урановых месторождений существовал рифейский чехол и их можно отнести к типу «несогласия». Рифейские отложения по периферии Кольского п-ва долгое время рассматривались как своеобразные «пасынки» при изучении классических докембрийских комплексов Балтийского щита, и степень их изучения меньше по сравнению с другими комплексами. Эти структуры пересечены региональными геотраверсами, для которых предложена модель с большими мощностями рифейских отложений в 8–10 км [3]. Подобная трактовка структуры рифейских образований уместна для поиска углеводородов, но бессмысленна для поиска месторождений «типа несогласия», так как максимальная рентабельная глубина добычи в уже освоенных промышленных районах составляет 500–700 м [4]. В период 2001–10 г. на п-вах Средний и Рыбачий велись буровые работы, которые рассматривались как параметрическое бурение, но были направлены на поиски углеводородов в рифейских отложениях. Месторождения УВ прогнозировались не только в районе Среднего-Рыбачего, но и во всей полосе рифейских отложений от п-ва Варангер до Мезенской (Предтиманской) впадины [3]. Результаты бурения превзошли все прогнозы. Скважина П-1, расположенная в СВ части п-ва Средний, где по геофизическим данным мощность рифея превышала 6 км, вошла в породы фундамента на глубине 1.1 км. Далее, около 3-х км она шла по породам фундамента, так как по проекту она должна быть глубиной 6 км. Скважина Р-1, по проекту должна быть расположена почти в центре п-ва Рыбачий, но по неясным причинам (возможно в плане удобства транспортировки) была пройдена на перешейке между п-вами Средний и Рыбачий. По геофизическим данным глубина до фундамента здесь достигает 8 км, но за-

бой скважины уже на глубине 17 м вошел в дезинтегрированные граниты, которые судя по внешнему виду и составу близки плагиогранитам Мурманского блока (краевой части Балтийского щита). Далее они прослежены до отметки –400, где вновь появились осадочные породы рифея, которые в свою очередь продолжались до –1200 м и затем более 1 км скважина шла по гранито-гнейсам [2]. Причины расхождения с данными геофизических исследований остаются неясными, так как граница горизонтально лежащих рифейских отложений и пород фундамента, имеющих разницу плотностей в 0.2–0. 3 г/см^3, должна хорошо отбиваться. Возможно, это связано с тем, что граница затушёвана вторичными процессами, что имеет место в месторождениях «типа несогласия».

Наши исследования площади вокруг буровых, позволили выделить массивы дезинтегрированных гранитов, которые ранее интерпретировалась как мегавалуны в конгломератах. Оказалось, что эти массивы приурочены к региональной сдвиговой зоне и окружены черными сланцеподобными породами. Причем, черный цвет обусловлен не только за счет углеродистого вещества, но и за счет интенсивного тектонического перетирания (милонитизации) пород. В свете новых данных, глубинное строение района является принципиально другим, чем оно представлялось ранее и мощность рифейских отложений на п-ве Средний не превышает 1.1 км. При этом анализ отражающих площадок на профиле МОВ ОГТ позволяет утверждать, что на участках где существует нормальная, ненарушенная моноклинальная или синклинальная структура хорошо выраженных пластов рифейских отложений отсутствуют отражающие площадки. Подобная волновая картина (прозрачная), типичная для всего п-ва Среднего, характерна и для верхней части разреза п-ва Рыбачий, что указывает на то, что и здесь мощность рифея близка к 1 км, а не к 8–10 км, на что указывают и известные в СЗ части п-ва Рыбачий конгломерато-брекчии, в которых преобладают обломки плагиогранитов. По характеру обломков, составу цемента, наличию вкрапленной сульфидной минерализации эти образования весьма близки конгломерато-брекчиям обрамления массивов дезинтегрированных гранитов на перешейке. Наличие конгломерато-брекчий и черных аргиллитов с пиритовой минерализацией сближает эти породы с образованиями обрамления гранитных протрузий перешейка. То есть, и в СЗ части п-ва Рыбачий мощность рифейских отложений не должна быть большой, а подошва рифейского комплекса, даже если она и не выходит к поверхности, то расположена довольно близко. Обилие сульфидной минерализации, а также наличие весьма специфических «нептунических» даек выполненных глинистым веществом неясной природы косвенно указывает на возможность нахождения рудопроявлений «типа несогласия».

Почему же предполагаемые месторождения урана п-ва Рыбачий и известные месторождения Лицко-Арагубской группы не выражены в современных рыхлых отложениях? На это есть следующее объяснение. Анализ ледниковых форм – друмлингов в СЗ части Кольского п-ва показывает, что в последние стадии своего существования, ледник двигался в ССВ направлении, то есть в сторону ближайшего моря, в котором и происходил сброс эродируемого материала. и поэтому шлиховым методом исследования, данные месторождения не могут быть обнаружены.

Учитывая, что обнаружение непосредственно на поверхности месторождения «типа несогласия» является маловероятным событием, то главным поисковым признаком подобных месторождений является близость к поверхности подошвы рифейского комплекса, его пологое залегание, наличие в фундаменте пород обогащенных полезными компонентами и его дислоцированность. Всё это и характерно для п-ва Рыбачий и особенно его СЗ части. Особенностью месторождений типа «несогласия» являются ореолы обесцвечивания красноцветов или сероцветов вмещающих комплексов. В нашем случае отмечаются явления обесцвечивания в виде разновеликих сфероидов, встречающихся в кварцито-песчаниках рыбачинской серии, которые иногда сливаются, образуя плитообразные тела. Обесцвечивание, так же как и в месторождениях, мы связываем с потоком восстановительных флюидов, которые на удалении от участков сплошного обесцвечивания выражаются таким образом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОНЗ РАН № 10 и грантов РФФИ 13-05-00298 и 14-05-00149

Литература

1. *Машковцев Г. А., Константинов А. К., Мигута А. К.* и др. Уран российских недр. М.: ВИМС. 2010. 850 с.

2. *Медведев С. А., Медведев Ст. А., Коновалов В. А.* Новые данные о геологическом строении северной части Кольского полуострова// Отечественная геология. 2009. № 6. С. 60–65

3. *Митрофанов Ф. П., Предовский А. А., Любцов В. В., Чикирев И. В.* Структурная зональность прибрежной области Кольского полуострова в связи с перспективами ее нефтегазоносности // Геология и геофизика. 2004. Т. 45. № 1. С. 151–160.

4. *Тарханов А. В., Бугриева Е. П.* Крупнейшие урановые месторождения мира // Минеральное сырье, № 27. М.: ВИМС, 2012. 118 с.

Медная минерализация в верхнерифейских туфах хребта Сабля (Приполярный Урал)

В. Д. Тихомирова[1], Р. А. Кинев[2], В. Н. Филиппов[1]
[1]Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]СыктГУ, Сыктывкар

Хребет Сабля, расположенный на северо-западном крыле Ляпинского антиклинория, изучался в середине прошлого века многими исследователями. По мнению большинства из них, на данной территории наиболее распространены доордовикские отложения, которые К. А. Львов выделял в маньинскую свиту. В дальнейшем В. Н. Малашевский (1961) разделил маньинскую свиту на две свиты: нижнию— мораинскою, и верхнюю – свиту горы Сабли [1]. В современном представлении это мороинская свита R_3 и саблегорская свита R_3-V_1 [2].

В последние годы проводится доизучение Саблинской площади. В разрезе на р. Лун-Вож в верхнерифейских красноцветных и сероцветных туфах была обнаружена медная минерализация. По данным М. В. Фишмана [3] А.Н. Алешков, изучавший в 30-е годы геоморфологию хребта Сабля, указывал на признаки медного оруденения в данном районе. В последующие годы оно не привлекало внимания исследователей.

В разрезе на протяжении нескольких метров в плотной породе красновато-серого цвета, в которой неравномерно и незакономерно встречаются тоненькие прослойки серого цвета, встречена медная минерализация. По петро-химической классификации вулканитов эту породу можно отнести к метаморфизованным литокристаллическим туфам субщелочного андезибазальтового и андезитового составов. Медная минерализация представлена сульфидами меди, которые образуют тонкую вкрапленность в породе, которая местами образует сгустки линзовидной и овальной формы. Размеры этих обособлений от 1 до 3 см, а ширина их не превышает 1 см (рис. 1). Ориентированы они согласно со слоистостью породы. Часто вокруг этих обособлений встречаются тоненькие прожилочки барита и эпидота (рис. 1). Местами сульфиды изменены, и тогда в породе наблюдаются пятна медной зелени, представленные силикатами меди. Кроме медных сульфидов, встреченных на нескольких уровнях, почти повсеместно порода пронизана мельчайшими зернами и кристаллами гематита, который придает ей красноватый оттенок.

Под микроскопом обнаруживается слоистое строение, обусловленное, во-первых, разнозернистостью породы, во-вторых, обогащением одних прослоев медными сульфидами больше, чем других (рис. 2). Медные скопления представляют собой обогащенные халькозином участки породы, сложенные более крупнозернистым эпидотом, а также другими минералами породы: гематитом, хлоритом, слюдой. В качестве акцессорных присутствуют апатит и титанит. Иногда барит-халькозиновые образования приобретают характерную структуру, возможно связанную с напряжениями в породе (рис. 1). Интересно, что удлиненные выделения образуют бариты (рис. 1, 3, а), вокруг которых и развиваются халькозины, а в местах уширения в центре халькозиновых образований встречаются борниты (рис. 3, б). По-

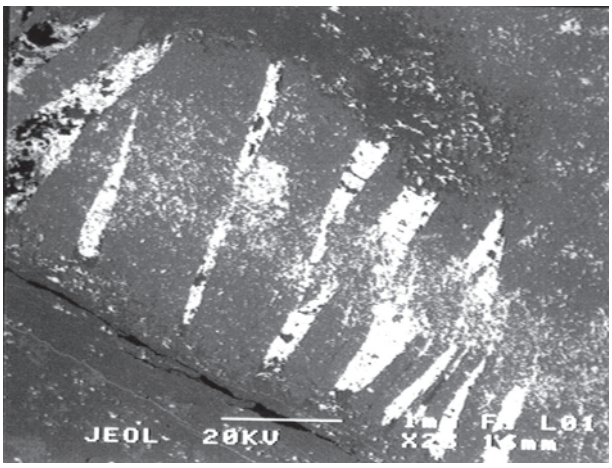


Рис. 1. Барит-халькозиновые агрегаты и вкрапленный халькозин (белое) на фоне эпидотового выделения (светло-серое)

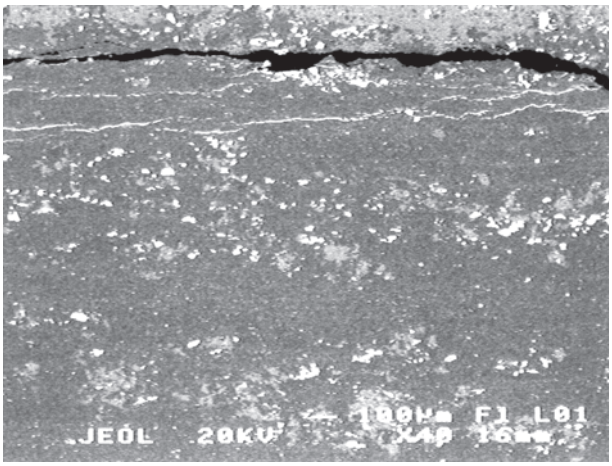


Рис. 2. Слоистость породы, вызванная разной зернистостью слоев: более крупные хлорит-эпидот-халькозиновые сростки с гематитом и тонкозернистая масса того же состава. Под трещиной видны белые баритовые прожилки

мимо скоплений халькозин образует рассеянные в породе неправильной формы выделения в тесном срастании с гематитом, эпидотом, хлоритом и слюдой (рис. 3, в, г) В виде отдельных зерен среди нерудных часто встречается ковеллин. На выклинивании сульфидных выделений развивается медная зелень. Возможно, это хризоколла. По химическому составу (табл. 1) сульфиды, слагающие сгустки представляют халькозин, иногда с небольшой примесью железа, что, возможно, говорит о присутствии дигенита. Для состава борнитов, которые встречаются значительно реже, отмечается некоторый недостаток серы. В зернах рассеянных по породе встречается ковеллин, который хорошо диагностируется по оптическим свойствам.

Медная зелень (табл. 2) является силикатом меди с примесью алюминия и кальция, что представляет минерал из группы хризоколлы, определить который точнее пока нет возможности.

Гематит в тонко распыленном виде встречается в породе постоянно, но неравномерно и поэтому в красноцветной породе возникают прослойки серого и зеленовато-серого цвета при его отсутствии. В обогащенных медью слойках наблюдается гематит в двух формах: неправильной формы зерен, часто корродированных (рис. 3, в) и хорошо образованных кристаллов (рис. 3, г). По составу минерал варьирует от чистого оксида железа до титано-гематита с 12.66 % TiO_2 (табл. 3). Кроме того, присутствуют примеси марганца и ванадия. Часто кристаллы имеют зональность – центральная часть обогащена титаном, а пе-

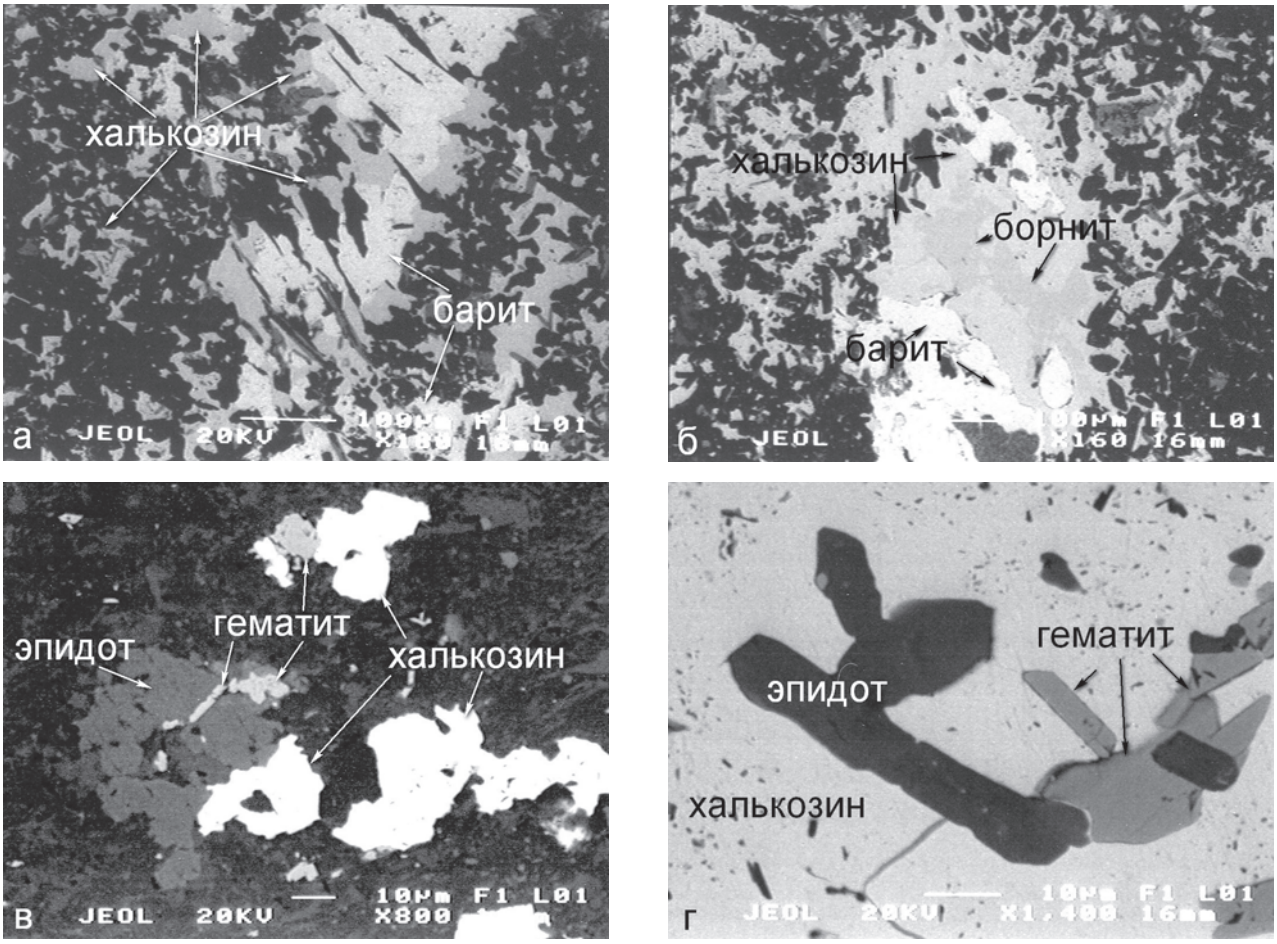


Рис. 3. Взаимоотношения медных сульфидов с минералами вмещающих пород

Таблица 1

Химический состав (мас. %) и формула сульфидов меди и железа

	Cu	Fe	S	сумма	формула
1	80.16	–	19.84	100	$Cu_{2.01}S_{0.99}$
2	80.29	–	19.71	100	$Cu_{2.02}S_{0.98}$
3	74.68	–	19.44	94.12	$Cu_{1.98}S_{1.02}$
4	80.86	0.40	18,74	100	$(Cu_{2.05}Fe_{0.01})_{2.06}S_{0.94}$
5	77.99	0.57	18.71	97.27	$(Cu_{2.02}Fe_{0.02})_{2.04}S_{0.96}$
6	77.29	0.52	18.76	96.57	$(Cu_{2.02}Fe_{0.02})_{2.04}S_{1.03}$
7	76.47	1.66	18.48	96.61	$(Cu_{1.99}Fe_{0.05})_{2.04}S_{0.96}$
8	60.71	10.52	23.04	94.27	$Cu_{5.13}Fe_{1.01}S_{3.86}$
9	61.15	10.81	23.21	95.17	$Cu_{5.14}Fe_{1.01}S_{3.83}$

Таблица 2

Химический состав (мас. %) силикатов меди

	CuO	Fe_2O_3	SiO_2	CaO	Al_2O_3	Сумма
1	40.40	1.21	26.95	0.59	3.29	72.44
2	44.51	0.71	24.45	0.59	2.20	72.46
3	43.18	0.67	24.55	0.68	1.56	70.64
4	44.89	0.83	25.94	0.67	2.22	74.55
5	45.48	0.71	29.39	0.77	2.09	78.44
6	42.92	2.49	28.61	2.96	4.97	81.95

Таблица 3

Химический состав (мас. %) и формулы оксидов железа

	Fe_2O_3	TiO_2	V_2O_5	MnO	сумма	формула
1	97.50	–	0.58	–	98.08	$(Fe_2V_{0.01})_{2.01}O_3$
2	96.34	0.36	–	–	96.7	$(Fe_{1.99}Ti_{0.01})_2O_3$
3	99.50	0.50	–	–	100	$(Fe_{1.99}Ti_{0.01})_2O_3$
4	98.13	1.87	–	–	100	$(Fe_{1.95}Ti_{0.04})_{1.99}O_3$
5	92.99	4.59	0.65	–	98.23	$(Fe_{1.86}Ti_{0.09}V_{0.01})_{1.96}O_3$
6	91.45	7.43	–	1.12	100	$(Fe_{1.84}Ti_{0.14}Mn_{0.02})_2O_3$
7	86.11	6.88	–	0.50	93.49	$(Fe_{1.8}Ti_{0.14}Mn_{0.01})_{1.95}O_3$
8	87.34	12.66	–	–	100	$(Fe_{1.75}Ti_{0.25})_2O_3$

риферия представляет чистый оксид железа или с незначительной примесью титана.

Вокруг медных выделений порода пронизана скоплениями и прожилками эпидота и барита. Отложение медного сульфида произошло на баритовые выделения, в зоне развития эпидота. В литературе имеются многочисленные указания о тесной связи сульфатов с рудными минеральными ассоциациями. Вероятно, что произошла концентрация и наложение медных сульфидов на бариты в процессе метаморфического преобразования пород.

Литература

1. *Малашевский В. Н., Попович Н. И.* Структурно-фациальные зоны Приполярного и Полярного Урала в кембрийском периоде // Труды Всесоюзн. науч.-исслед. геол. института. 1961. 67.

2. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1994.

3. *Фишман М. В.* Геологическое строение и горные породы хребта Сабли (Приполярный Урал). Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1956. 84 с.

Геохимические поиски «слепого» промышленного золото–сульфидно–кварцевого оруденения в Тоупугол–Ханмейшорском рудном узле на Полярном Урале

А. П. Трофимов[1], И. Н. Ваганов[1], Б. В. Фунтиков[1], К. В. Бутаков[2]

[1]Бронницкая ГГЭ ФГУП «ИМГРЭ», Бронницы

[2]ОАО «Ямалзолото», Лабытнанги

Выявление новых промышленных объектов в перекрытых четвертичными отложениями рудных районах основано на системном подходе к их геологическому изучению и комплексировании методов поисков, среди которых большое значение имеют постоянно прогрессирующие геохимические методы, применяемые на различных стадиях современного геологоразведочного процесса. ОАО «Ямалзолото» в Тоупугол-Ханмейшорском рудном узле обнаружены два золоторудных месторождения — Новогоднее Монто и Петропавловское, расположенные в близповерхностных условиях и подготовленные к отработке карьерным способом. Дальнейшими поисковыми работами выявлены участки с глубоко залегающим «слепым» золоторудным оруденением (участок «Петропавловское 2», восточная часть участка «Аномальный», участок «Северный»). В пределах участков проявлен комплекс поисковых признаков, аналогичных для Петропавловского месторождения: надочаговые части вулкано-плутонических структур в зонах пересечения и сопряжения разноориентированных разрывных нарушений, осложненная гребневидными выступами апикальная часть диоритов и область экзоконтакта; разноориентированные пояса даек «пестрого» состава; фациально неоднородная карбонатно-вулканогенно-осадочная вмещающая тол-

ща лавовых, лавово-пирокластических, эффузивно-экструзивных фаций, линзообразных тел рифогенных известняков; тела известковых скарнов и околоскарновых метасоматитов; серия зон телескопированных кварц-полевошпатовых, хлорит-карбонат-альбитовых (пропилитоподобных) и кварц-карбонат-серицит-хлоритовых (березито- и аргиллизитоподобных), карбонат-хлоритовых изменений; комплексные вторичные литохимические аномалии в рыхлых отложениях; проявления золото-сульфидно-кварцевой штокверковой минерализации, вкрапленных золотосодержащих скарново-магнетитовых руд; области совмещения аномалий ВП и магнитного поля различной интенсивности.

Бронницкой геолого-геохимической экспедицией ФГУП «ИМГРЭ» по договору с ОАО «Ямалзолото» с использованием программ «Gold Digger» и «AutoCAD» проведена математико-статистическая обработка и интерпретация результатов приближенно-количественного спектрального анализа (ПКСА), атомно-абсорбционного и пробирного анализов на золото 9 тыс. керновых проб поисковых скважин. Химико-аналитические работы выполнены в лабораториях ОАО «Ямалзолото» и в АЦ Бронницкой ГГЭ ФГУП «ИМГРЭ». На основании корреляционно-парагенетического и факторного анализов выделены геохимические ассоциации элементов-индикаторов и изучен характер проявления рудогенных процессов. По профилям скважин участков выявлены и построены моноэлементные, комплексные первичные ореолы золота и элементов-индикаторов, установлены особенности их пространственного распределения и зональный характер. По выделенным аномальным сечениям проведена увязка рудоносных зон и их прогнозно-геохимическая оценка с использованием показателей интенсивности и зональности оруденения.

На участке Петропавловское 2 для общей выборки проб поисковых скважин (n=7531) рудно-формационный ряд элементов (индекс – коэффициенты концентрации относительно медианы выборки, в скобках – значения коэффициентов вариации): $Au_{7,6}$(1166) $Ag_{7.6}$(720) $Mo_{2.3}$(244) $Cu_{1.8}$(318) $W_{1.7}$(294) $Yb_{1.7}$(82) $Yt_{1.6}$(87) $Ni_{1.6}$(86) $Zr_{1.5}$(115) $Pb_{1.4}$(424) $Zn_{1.4}$(184), результаты корреляционно-парагенетического (Au – Ag0.58 Mo0,11 W0.06) и факторного (PF3(+) Au0.96 Ag0.67 Mo0,07) анализов свидетельствуют о проявлении рудной минерализации золото-сульфидно-кварцевого типа Петропавловского месторождения (Au, Ag, W, Mo, Cu, Pb). Состав элементов-индикаторов в ассоциациях пород различных литологических разностей указывает на преобладание золото-сульфидно-кварцевого типа оруденения (Au, Ag, W, Mo, Pb), при резко подчиненном значении золото-сульфидно-магнетитового типа среди скарноидов и мраморов (Au, Ag, Cu, Co, As). В перекрывающих коренные породы рыхлых отложениях рудно-формационный ряд близкий таковому для метасоматитов коренных пород: Au_{14}(430) Ag_{12}(391) $W_{3.5}$(305) $Mo_{1.7}$(426) $Cu_{1.5}$(105), что свидетельствует об унаследовательности состава коренного оруденения.

На участке выделены две рудоносные зоны субмеридионального направления аналогичные зоне основного рудоносного штокверка Петропавловского месторождения с близкими геохимическими параметрами. Восточная зона (11 скважин, n=2320) имеет рудно-формационный ряд: $Ag_{8.3}$(942) $Au_{7.9}$(1029) $Mo_{1.9}$(211) $Cu_{1.6}$(205) $Yb_{1.6}$(81) $Zn_{1.5}$(253) $W_{1.5}$(163) $Yt_{1.5}$(87) $Ni_{1.5}$(94) $P_{1.5}$(92) $Pb_{1.3}$(317). Рудогенная ассоциация факторного анализа PF3(-) Ag-0.96 Au-0.86 W-0.52. Для Западной зоны (16 скважин, n=3282) рудно-формационный ряд: $Au_{6.8}$(223) $Ag_{6.3}$(287) $Mo_{2.4}$(324) $Cu_{2.0}$(350) $W_{1.9}$(361) $Yb_{1.9}$(79) $Yt_{1.8}$(83) $Zr_{1.7}$(112) Sr1,6(92) $Ni_{1.6}$(83) $Pb_{1.4}$(301). Рудогенная ассоциация факторного анализа PF3(-) Ag-0.83 Au-0.78 W-0.58.

Построенные первичные геохимические ореолы золота и его основных элементов-индикаторов на участке характеризуются сложной морфоструктурой, обусловленной литолого-стратиграфическими, тектоническими, магматическими факторами. В структурном отношении наиболее благоприятны тектонически ослабленные зоны пологой и крутой трещиноватости в вулканогенно-осадочных породах на контакте с диоритами собского комплекса и в апикальной части диоритов.

В пределах участка по геохимическим ореолам элементов для рудоносных зон установлена геохимическая зональность. Поперечная зональность от осевых частей золоторудных штокверков с максимальным содержанием золота в восточном и западном направлениях выражается рядом элементов: Au – (W, Ag_1) – (Ag_2, Mo, Pb) - (Cu, Zn). Серебро представлено несколькими минеральными формами, поскольку устанавливаются две его геохимические ассоциации Au-Ag-W и Ag-Pb-Mo. Продольная зональность вдоль западного и восточного рудоносных штокверков в северном субмеридиональном направлении: (Au, Ag_1) – W - Mo – (Ag_2, Pb, Zn) - (Cu, Co, As). Вертикальная зональность (снизу вверх на плоскостях продольного разреза и поперечных разрезов) имеет вид: (Ni, Co) – (Au, Ag_1, W) – Mo – (Pb, Ag) - (Cu, Co, Zn). Отмечается проявление ритмичного характера в распространении геохимических ореолов. Однозначной является для рудных интервалов ассоциация элементов Au, Ag, W, (Mo, Pb), в над-

рудных частях и на флангах накапливаются Mo, Cu, Co, Bi, As, Zn.

Проведена прогнозно-геохимическая оценка комплексных ореолов и рекомендованы места заложения новых поисковых скважин детализации поисково-оценочных работ. По Восточной рудоносной зоне выделено 63 аномальных сечения, среди которых наиболее перспективными и промышленно значимыми являются 5 сечений. Наиболее перспективные сечения установлены на глубине 180-230м. В северо-западном субмеридиональном направлении оруденение поднимается на верхние горизонты и подсечено аномальными сечениями на глубине 25-70м. Ореол здесь имеет высокие значения геохимических показателей и верхнерудный уровень среза. Восточная зона представляет собой штокверковую структуру субмеридионального направления с южным склонением и восточным падением. В северо-западном и юго-восточном направлениях оруденение и геохимические ореолы не оконтурены. В Западной штокверковой зоне также субмеридионального простирания среди 82 аномальных сечений наиболее перспективными и рудными являются 28 сечений. Рассчитаны прогнозные ресурсы золота.

На восточном фланге участка «Аномальный» рудно-формационный ряд (n=809): $Au_{7.4}$(397) $Ag_{4.3}$(353) $Yb_{2.2}$(96) $Mo_{2.0}$(288) $W_{1.7}$(87) $Y_{1.7}$(103) $Sn_{1.6}$(59), ∑Kk=20.9, Vcp.=198 % и рудогенная ассоциация факторного анализа (PF3(+) Ag0.87 Au0.84 Mo0.57 W0.28 Pb0.23 Co0.16) свидетельствуют также о проявлении штокверкового золото-сульфидно-кварцевого оруденения. Среди выделенных 17 аномальных сечений перспективными являются 3 сечения на глубине 130-180м, которые характеризуются высокими значениями показателей интенсивности и вертикальной зональности оруденения, наличием интервалов с граммовыми содержаниями золота.

На участке «Северный» с рудно-формационным рядом: $Au_{9.1}$(361) $Ag_{6.8}$(441) $Mo_{2.7}$(589) $Ba_{1.8}$(68) $Sn_{1.4}$(74) $W_{1.4}$(115), выделено 15 аномальных сечений, среди которых наиболее перспективным является одно сечение в интервале 122-161м. Комплексный геохимический ореол здесь имеет высокие значения геохимических показателей и верхнерудный уровень среза. Выявленное проявление золоторудной минерализации является продолжением Западной зоны участка Петропавловское 2.

Результаты проведенных геолого-поисковых работ в комплексе с геохимическими работами по первичным ореолам элементов-индикаторов на изученных участках Тоупугол-Ханмейшорской площади свидетельствуют о высокой вероятности обнаружения новых «слепых» золоторудных тел, что позволит существенно увеличить рудный потенциал района.

Литература

1. *Трофимов А. П., Фунтиков Б. В., Ваганов И. Н.* Геохимические особенности различных типов оруденения Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла (Полярный Урал) //Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XV Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. Т. III. С. 254–256.

2. *Трофимов А. П., Ваганов И. Н., Фунтиков Б. В., Бутаков К. В.* Роль геохимических методов поисков при прогнозировании промышленных рудных объектов на восточном склоне Полярного Урала на примере Тоупугол-Ханмейшорского рудного района // Рудник будущего: Научно-технический журнал. Выпуск № 1 (9). Пермь, 2012. С. 25–28.

Геолого–минералогические особенности гигантского многометалльного (Ag, Pb, U, Cu, Bi, Zn, F) месторождения Большой Канимансур (Северный Таджикистан)

М. М. Фозилов[1], А. Р. Файзиев[2]

[1]Горно-металлургический институт Таджикистана

[2]Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ

Большой Канимансур является гигантским многометалльным (Ag, Pb, U, Cu, Bi, Zn, F) месторождением, с подсчитанными запасами руд 961.4 млн т, в которых содержится более 50 тыс. т Ag, 4.3 млн т Pb, 3.8 млн т Zn, а также значительные запасы Cu, Bi, флюорита, барита и радиоактивных элементов. И это не всё. На флангах и вблизи месторождения работами, проведёнными после детальной разведки месторождения в 1987 г., обнаружены ещё ряд перспективных участков и рудных тел. Месторождение расположено в пределах Адрасманской вулкано-тектонической мульды, сформированной в раннегерцинскую стадию (C_1-C_2), стадию позднегерцинской платформенной консолидации (C_2-T_2) и альпийскую автономную активизацию.Оно залегает в неоднородной по

составу и внутреннему строению толще вулканитов трахириолитовой, риолит-дацит-андезитовой и базальт-дацит-андезитовой вулканических формаций (C_2-T_1). Месторождение представляет единую пологозалегающую штокверковую залежь, протягивающуюся в северо-западном направлении на 4000 м при ширине 600–800 м и средней мощности 500 м.

На Большом Канимансуре установлено 5 стадий минерализации (ранних окислов и силикатов, ранних сульфидов, полиметаллов и флюорита, поздних сульфидов и флюорита, сульфатов, карбонатов и поздних окислов), 3 типа руд (серебро-свинцовые, серебро-полиметаллические, серебро-медно-висмутовые) и более 150 минеральных видов и разновидностей. Образование гипогенной минерализации происходило в широком диапазоне температур (460–50 °С) и давлений (850–50 атм) из существенно фторидно-хлоридно-натриево-кальциевых растворов низкой (35–5 вес.%) концентрации. Минералообразующие растворы характеризовались и весьма низкой насыщенностью газами, среди которых главная роль принадлежит CO_2 и N_2 при низком содержании CH_4. Наряду с газово-жидкими включениями в минералах обнаружены и сингенетические включения битумоидов (15–37 г/т).

На месторождении установлены различные виды зональности, которые могут быть использованы в практике для оценки степени эродированности и прогноза оруденения на глубину и, следовательно, при целенаправленной постановке поисково-оценочных работ. Согласно минералогической зональности в вертикальном разрезе месторождения наблюдается последовательная смена с глубиной кварц-барит-карбонатного минерального комплекса галенит-сфалеритовым, совмещенным с серебро-сульфосольным комплексом, затем айкинит-халькопиритовым и кварц-гематитовым В соответствии с вертикальной зональностью отложения рудных компонентов находится и изменение по падению рудных тел состава сопровождающих их жильных минералов. В глубоких горизонтах месторождения более широкое развитие имеет кварц, в средних флюорит, а в верхних – барит. К одному из видов минералогической зональности можно отнести сульфатно-сульфидный тип зональности, сущность которой заключается в том, что в гипсометрически наиболее нижних частях месторождения находится минеральный парагенезис с ангидритом. Далее, вверх по разрезу, ассоциация минералов с ангидритом сменяется сульфидными рудами, а те, в свою очередь, минеральным парагенезисом с баритом. Последний характерен для верхних горизонтов месторождения. В соответствии с минералогической зональностью находится и изменение по падению рудных тел типов руд. Серебро-медно-висмутовые руды локализуются в нижних уровнях месторождения. Вверх, ближе к земной поверхности, они сменяются на серебро-полиметаллические, а в верхних горизонтах месторождения пре-имущественное развитие имеют серебро-свинцовые руды.

Отчетливо проявляются на месторождении вертикальная зональ-ность в распределении продуктов околорудного ме-тасоматоза. В самой верхней части разреза пород месторождения отмечается слабая аргиллитизация вулканитов. С дневной поверхности и до гипсометрических уровней 1400-1200 м наблюдаются слабые хлорит-серицитовые фоновые изменения. Отмеченные изменения совпадают с ореолом распространения серебро-свинцовых и серебро-полиметаллических руд. Хлорит-серицит-калишпатовые (адуляровые) околорудные изменения, развиты до отметки примерно в 1000 м, а ниже они переходят в серицит-хлоритовые, сопровождающие главным образом серебро-медно-висмутовые руды. На отметке порядка 500 м, наряду с хлорит-серицитовыми, проявляется эпидот-калишпатовый тип изменения. На гипсометрическом уровне 150 м и ниже гематит-кварцевые прожилки сопровождаются уже турмалин-хлоритовыми оторочками и ангидритизацией. Последняя, с убогим медно-железистым оруденением, развивается обычно в подрудных, подстилающих оруденение, породах. На месторождении имеет место и вертикальная темпера-турная зональность в рудоотложении с палеотемпературным градиентом, варьирующим в пределах 5–12 °С на сто метров глубины. На Большом Канимансуре проявляются стадийная (пульсационная) и фациальная зональности. Стадийная зональность выражается в том, что продукты ранних стадий минерализации размещаются на все более нижних уровнях, а поздних стадий — в верхних горизонтах. Фациальная зональность фиксируется в смене продуктов отдельных стадий минералообразования по восстанию рудных тел. Например, в рудах стадии ранних сульфидов снизу вверх происходит постепенная смена почти мономинеральных собственно висмутиновых и арсенопирит-висмутиновых парагенезисов, через халькопирит-висмутиновых, до существенно халькопирит-айкинитовых.

Геохимическая зональность выражается в том, что сначала в ореолах распространения кварц-гематитового и айкинит-халькопиритового комплексов кристаллизовалась наиболее сложная и наименее богатая серебром сульфосоль висмута – айкинит, содержащий медь и свинец. Далее вверх по разрезу айкинит замещается медно-висмутовой сульфосолью – эмплектитом, что привело к обособлению свинца в виде весьма не-

большого количества галенита. Эмплектит в свою очередь по мере приближения к дневной поверхности, заменяется виттихенитом, выделение которого сопровождается избыточным самородным висмутом. И, наконец, если в составе растворов содержание висмута весьма незначительное, то он входит как изоморфная смесь в состав галенита и других сульфидов более позднего, близповерхностного галенит-сфалеритового комплекса. Таким образом, отмечается обеднение минералообразующих растворов висмутом от ранних минеральных комплексов к поздним и от нижних горизонтов месторождения к верхним. В этом направлении, напротив, в составе минералообразующих растворов увеличивается концентрация серебра.

Структурная или структурно-морфологическая зональность выражается в том, что для верхних горизонтов месторождения рудовмещающими структурами в основном является мелкая трещиноватость, а морфология проявления минерализации – штокверк. С глубиной происходит упрощение структуры и уже для размещения оруденения в средних горизонтах все большее значение приобретают более или менее крупные разрывные нарушения. Тип оруденения здесь жильный. В нижних горизонтах разломы приобретают рассредоточенный характер и уже рудоносные структуры представляют собой зоны, переходящие к области пластических деформаций. Оруденение здесь в основном вкрапленное.

Исследованием флюорита из различных горизонтов месторождения выявлена смена форм кристаллов этого минерала от октаэдра, через кубо-октаэдр, кубо-ромбододекаэдр к ромбододекаэдру от нижних горизонтов месторождения к верхним. Изучением образцов флюорита из разных горизонтов месторождения обнаружено и закономерное падение эффекта термолюминесценции с глубиной. Обнаружено также падение термолюминесцентных свойств флюорита от ранних генераций к поздним.

Генезис месторождения Большой Канимансур по совокупности таких признаков, как тесная связь между околорудными изменениями и отложением рудной минерализации, жильно-вкрапленный характер оруденения, термобарические параметры минералообразования и другие, можно считать гидротермальным с выполнением открытых полостей и гидротермально-метасоматическим. Главным источником рудообразующих флюидов является, по-видимому, верхняя мантия, что подчеркивается не только огромным масштабом оруденения и околорудных метасоматитов, но и высокими концентрациями в мантийных ксенолитах региона Ag, Pb, Zn, Cu, U, F, т. е. главных рудообразующих элементов.

Возраст оруденения месторождения Большой Канимансур и всей эндогенной минерализации Центрального Карамазара определяется как нижнепермский. Гидротермальная минерализация на месторождении четко перекрывается осадочными образованиями саттарской толщи триасового возраста. Формирование рудных тел происходило в интервале глубин от 200–300 м до 800–900 м от палеоповерхности периода рудообразования. Общий вертикальный размах оруденения оценивается в 1200–1300 м.

Всесторонний анализ полученных данных говорит о том, что на месторождении Большой Канимансур процессы эрозионного среза в целом выражены слабо. Свидетельством тому – развитие во вскрытой части месторождения относительно низкотемпературного парагенезиса минералов, принадлежащих к продуктам поздних стадий минерализации, в частности с баритовой минерализацией и хлорит-серицитовых типов метасоматитов, характерных для верхней части метасоматической колонки, нахождение на современном эрозионном срезе габитусных форм кристаллов минералов, характеризующих верхи вертикальной кристалломорфологической эволюционной колонки и т. д.

Месторождения стратегических видов полезных ископаемых Тимано–Североуральского региона

С. К. Кузнецов, И. Н. Бурцев, Н. Н. Тимонина, Т. П. Майорова
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Тимано-Североуральский регион характеризуется значительным ресурсным потенциалом, включающим различные виды полезных ископаемых, основными из которых являются нефть, газ, уголь [1 и др.]. Нефть, газ, а также бокситы, титановые, марганцевые и медные руды, благородные, редкие и редкоземельные металлы, алмазы, высококачественное кварцевое сырье относятся к числу стратегических полезным ископаемым, крайне важных для экономического развития страны.

Нефть и газ. Основные месторождения нефти и газа сосредоточены в пределах Тимано-Печорской провинции, охватывающей территории Республики Коми и Ненецкого автономного округа. В Республике Коми на балансе числится 159 месторождений нефти и газа. Добыча ведется на 82 месторождениях. Начальные суммарные ресурсы углеводородного сырья оцениваются в 4.8 млрд т у. т., в том числе нефти 2.6 млрд т, свободного газа 1.8 трлн м^3, растворенного газа 168 млрд м^3 и конденсата 200.9 млн т. Остаточные запасы категорий $A+B+C_1$ составляют 0.63 млрд т нефти и 0.15 трлн м^3 свободного газа. В последнее время объемы добычи нефти составляют 13–14 млн т в год. Центром нефтедобычи в республике является Усинский район, его доля в общем объеме добываемой нефти составляет 63 %, на втором месте находится Печорский район – 16.3 %, в Сосногорском районе добывается 8.9 % нефти.

Проведенный нами анализ ресурсной базы показывает, что большинство разрабатывающихся месторождений характеризуется высокой степенью выработанности [2 и др.]. Прирост запасов осуществляется в основном за счет перевода запасов из геологических в извлекаемые, за счет доразведки ранее выявленных месторождений и разведки легкодоступных перспективных объектов. Объемы поискового бурения для обнаружения новых месторождений явно недостаточны. Результатом этого является то, что в нераспределенном фонде практически отсутствуют ресурсы категории C_3, являющиеся резервом для развития нефтедобычи на перспективу. Очевидно, что для сохранения и расширения ресурсной базы углеводородного сырья требуется значительное увеличение объемов геологоразведочных работ. В качестве перспективных площадей в настоящее время рассматриваются Предуральский краевой прогиб, гряда Чернышева, Хорейверская впадина, Денисовская впадина, северная часть Ижма-Печорской впадины.

При условии сохранения благоприятной экономической ситуации,применении прогрессивных методов повышения нефтеотдачи пластов, а также при активном проведении поисково-разведочных работ, вводе в разработку новых месторождений, способных компенсировать естественное падение добычи на старых месторождениях, можно ожидать, что объемы добычи нефти могут увеличиться к 2020 г. до 20 млн т.

В последние годы все большую актуальность приобретает проблема использования попутного нефтяного газа. Запасы растворенного газа учтены на 110 месторождениях Тимано-Печорской провинции. Их общий объем оценивается в 25.9 млрд м^3 по категориям $A+B+C_1$ и 17.2 млрд м^3 по категории C_2. За последние годы добыча растворенного газа выросла до 1422 млн м^3. К сожалению, в это время также зафиксирован рост объемов газа, сжигаемого в факелах. В значительной мере это обусловлено отдаленностью месторождений, отсутствием газотранспортных систем. На наш взгляд, для решения проблемы использования попутного нефтяного газа необходима реализация комплекса мероприятий, в частности, целесообразно предусмотреть дифференцированный налог на добычу полезных ископаемых на попутный газ в зависимости от достигнутого коэффициента его использования и предоставить нефтяным компаниям право направлять высвобождаемые средства на развитие системы транспорта попутного газа [3].

Твердые полезные ископаемые. Среди твердых полезных ископаемых наибольшее значение имеют бокситы и титановые руды. Месторождения бокситов сосредоточены на Среднем и Южном Тимане. В настоящее время разрабатывается Вежаю-Ворыквинское месторождение. Рудные тела имеют пластовую или линзовидно-пластовую форму. Выделяется несколько типов руд: гетит-бемитовый, гетит-шамозит-бемитовый, шамозит-бемитовый, гетит-каолинит-бемитовый, каолинит-бемитовый и бемитовый. Бокситы пригодны для производства глинозема, абразивов, высококачественных огнеупоров и керамики. Имеются возможности для прироста запасов бокситов и увеличения объемов их добычи.

На Южном Тимане находится Ярегское нефте-титановое месторождение, которое по запасам титановых руд относится к крупнейшим в России. Титановые руды характеризуются лейкоксен-кварцевым, сидерит-лейкоксен-кварцевым составом. В качестве попутных компонентов присутствуют ниобий, тантал, редкоземельные металлы. К сожалению, получение металлического титана или диоксида титана остается проблематичным, хотя в перспективе планируется организация добычных работ и создание горно-металлургического комбината. Вблизи Ярегского месторождения находится Водненское титановое проявление. На Среднем Тимане известна Пижемская титаноносная площадь, на которой в настоящее время ведутся геологоразведочные работы.

Большой интерес представляют технологические исследования, касающиеся переработки бокситов и титановых (лейкоксеновых) руд. В частности, важные результаты получены при использовании фторидных технологий [4]. Фторидные технологии позволяют получить продукты с весьма незначительным содержанием кремнезема, что открывает новые возможности для эффективного использования сырья.

На Приполярном и Полярном Урале, Тимане давно известны пока не разрабатывающиеся месторождения и проявления железо-марганцевых и хромовых руд, медистых песчаников, благородных, редких и редкоземельных металлов. Следует заметить, что редкие и редкоземельные металлы (тантал, ниобий, скандий, галлий, иттрий и лантаноиды) образуют собственные месторождения и в качестве попутных компонентов присутствуют в бокситах и титановых рудах.

К числу основных золоторудных месторождений и проявлений относятся Нияюское, Нияхойское, Чудное, Нестеровское, Синильга, Караванное, Кыввожское, Таврота и др. Ранее проводилась добыча россыпного золота в Кожимском районе Приполярного Урала, прекратившаяся в связи с организацией национального парка Югыд-Ва. Тем не менее, на ряде перспективных площадей Полярного Урала и на Тимане продолжаются геологоразведочные работы. Наиболее широко развита золото-сульфидная минерализация. Золото обычно находится в ассоциации с пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом. Важным результатом исследований является установление в регионе золото-платиноидных проявлений. Хорошо известны месторождения Чудное и Нестеровское в Кожимском районе Приполярного Урала, проявление Озерное на Полярном Урале. В южной части Приполярного Урала в верховьях р. Тельпос обнаружено новое проявление с палладийсодержащим золотом. В последние годы нами установлена золото-платиноидная минерализация, наложенная на хромовые руды Лагортинско-Кершорской площади в северной части Войкаросынинского ультрабазитового массива на Полярном Урале [5]. Кроме того, золото, минералы платины и палладия установлены на Пай-Хое в зонах развития медно-никелевой минерализации, локализованной в габбро-долеритах [6]. Формирование золоторудной минерализации, вероятнее всего, происходило на разных этапах активизации эндогенных процессов, в частности, в позднепалеозойское время.

Важными видами минерального сырья являются высококачественный жильный кварц Приполярного Урала и флюорит Пайхойско-Новоземельской провинции. В настоящее время разрабатывается кварцевожильно-хрусталеносное месторождение Желанное. Жильный кварц этого месторождения является превосходным сырьем для синтеза монокристаллов и может использоваться для варки и плавки стекла.

Стратегические виды полезных ископаемых, прежде всего нефть и газ, играют основную роль в ресурсном потенциале Тимано-Североуральского региона, обеспечивая его социально-экономическое развитие. Крайне важным является рациональное и комплексное освоение различных месторождений, предусматривающее, в частности, использование попутного нефтяного газа, извлечение редких и редкоземельных металлов при переработке бокситов и титановых руд. Следует заметить, что наряду с нефтью и газом, другими стратегическими видами полезных ископаемых в дальнейшем, на наш взгляд, будет возрастать роль угольных месторождений. Уголь, запасы и ресурсы которого весьма значительные, может рассматриваться как сырье критически важное для промышленного развития Республики Коми. Изученность Тимано-Североуральского региона в отношении различных полезных ископаемых остается еще далеко не полной. Имеется ряд площадей, перспективных в отношении нефти и газа, других полезных ископаемых. Большого внимания заслуживают арктические территории. Необходимо продолжение исследований, включающих глубокое изучение вещественного состава руд, выявление региональных закономерностей размещения и формирования месторождений полезных ископаемых. Представляется целесообразным изменение налоговой политики в области недропользования, особенно в условиях севера, имея в виду стимулирование поисково-разведочных работ, направленных на обеспечение прироста запасов различных видов сырья, решение технологических проблем.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 27 (проект УрО РАН 12-П-5-1027), программы УрО РАН Арктика № 12-5-6-016.

Литература

1. *Тарбаев М. Б., Хабаров А. Б.* Минеральные ресурсы – основа промышленного развития Республики Коми // Горный журнал, 2013. № 7. С. 4–9.

2. *Тимонина Н. Н., Никонов Н. И.* Стратегия развития нефтегазового комплекса Республики Коми // Георесурсы. Казань. 2(52). 2013. С. 53–58.

3. *Тимонина Н. Н., Фаддеева Т. М.* Проблемы использования попутного нефтяного газа в Республике Коми и пути их решения. Высоковязкие нефти и природные битумы: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений. Материалы международной научно-практической конференции. Казань, 2012. С. 116–119.

4. *Перовский И. А., Бурцев И. Н.* Гидротермальный синтез ситинакита на основе лейкоксенаЯрегского месторождения // Вестник института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2013. № 3. С. 16–19.

5. *Кузнецов С. К., Шевчук С. С., Вокуев М.В., Ковалевич Р. С.* Эпигенетическая палладиевая минерализация в гипербазитахВойкаросынинского массива на Полярном Урале // Доклады академии наук, 2013. № 5. С. 553–555.

6. *Шайбеков Р. И.* Платиносульфидная минерализация в габбро-долеритах Пай-Хоя. Сыктывкар, 2013. 108 с.

Нетрадиционные источники редкоземельных металлов Республики Коми

А. А. Кременецкий[1], С. А. Карась[1], Д. С. Ключарев[1], В. И. Сиротин[2]

[1] ФГУП «ИМГРЭ», Москва

[2] ООО «Проекты и Технологии — Управление и Разработка», Санкт-Петербург

На территории Республики Коми известен ряд месторождений и проявлений редкоземельных металлов. Так, Государственным балансом полезных ископаемых учитываются запасы попутных редких и редкоземельных металлов Ярегского нефтетитанового месторождения. На Среднем Тимане локализованы крупное месторождение Косью, не учитываемое балансом. По восточному склону Тимана в пределах Четласской горстантиклинали известны 5 редкометально-редкоземельных месторождений – Ново-Бобровское, Октябрьское, Верхне-Мезенское, Мезенское и Косьюское и целый ряд рудопроявлений. Освоение этих объектов связано с рядом трудностей, так для Ярегского месторождения не отработаны технологические процессы, Ново-Бобровское, Октябрьское и др. характеризуются повышенной радиоактивностью.

Редкоземельная металлогеническая специализация территории обусловила повышенные содержания редкоземельных металлов в бокситовых месторождениях Ворыквинской группы, выявленные в последней трети прошлого века в ходе геологоразведочных работ на территории [1].

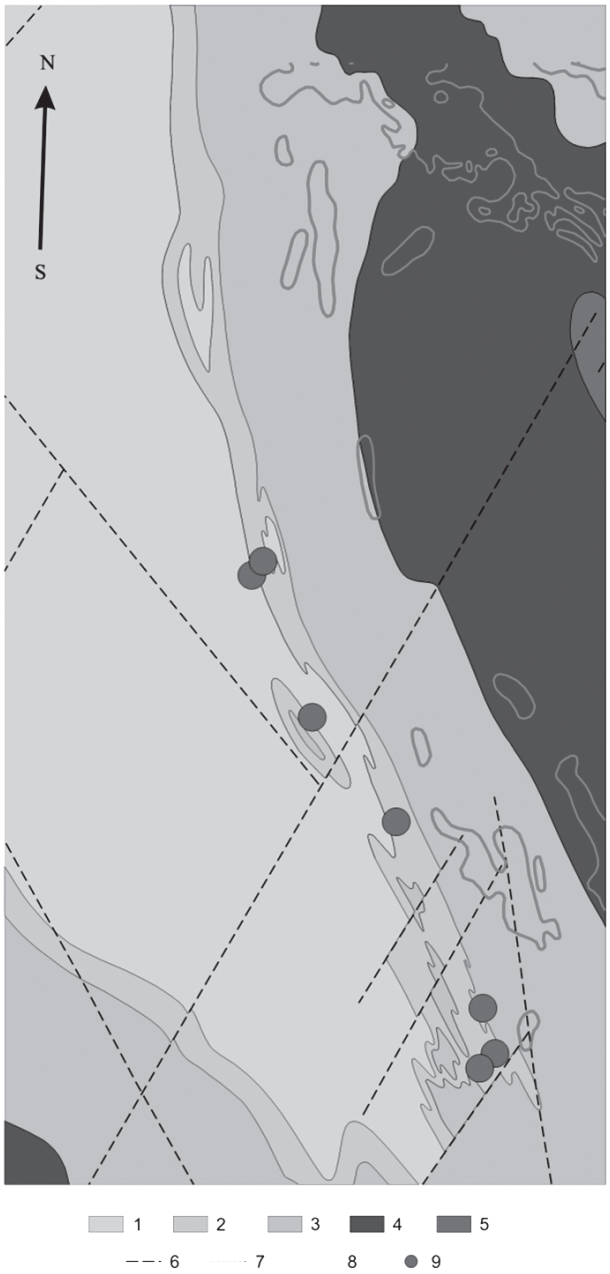
В ходе изучения золотоносности черносланцевых толщ, подстилающих бокситовые залежи Тимана, были отмечены повышенные содержания РЗЭ в углистых сланцах и бокситах Ворыквинской площади, расположенной к северу от известных бокситовых месторождений Вежаю-Ворыквинского и Верхне-Щугорского.

Исследования показали повышенные концентрации редкоземельных элементов и иттрия как в коренных углеродистых сланцах, так и в их корах выветривания. Особенно высокие содержания приурочены к линейно-площадным корам выветривания, развитым по углеродистым сланцам.При условном бортовом содержании суммы РЗЭ+Y ≥ 500 г/т в корах выветривания выявлены рудные зоны со средними содержаниями от 532 до 2 616 г/т суммы РЗЭ+Y и зоны со средними содержаниями от 523 до 700 г/т суммы РЗЭ+Y.

Содержания иттрия в выделенных интервалах непостоянны и колеблется от 5 до 39 % отн. от суммы РЗЭ+Y (среднее содержание 17.4 % отн.). Абсолютные содержания иттрия в выделенных РЗЭ-рудных зонах варьируют от 33 до 1007 г/т. В среднем, по бокситам, вмещающим и подстилающим породам средние содержания РЗО составляют 600 г/т, в максимуме достигая 3800–7900 г/т.

Коры выветривания Ворыквинской площади, преимущественно зрелые, каолинит-гидрослюдистого, железисто-каолинит-гидрослюдистого состава, в пределах части изученной площади – бокситоносные с минералами свободного глинозема [1]. Анализ спектров редкоземельных металлов по группам пород кор выветривания, позволил предположить локализацию РЗЭ на глинистой фракции[2].

Повышенные содержания и характер распределения редких земель в бокситах Среднего Тимана позволил специалистам ИМГРЭ рассмат-



Геологическая схема распространения редкоземельного оруденения в бокситах Ворыквинской площади. (1–7 верхнепротерозойские породы (1 — кварц-серицит-хлоритовые сланцы, 2 — углеродистые сланцы, 3 — известняки и доломиты, 4 — известняки, доломиты и мергели, 5 — гравелиты), 6 — тектонические нарушения, 7 — геологические границы, 8 — месторождения бокситов, 9 — скважины с редкоземельной минерализацией)

ривать бокситы Ворыквинской площади как потенциальный нетрадиционный источник редкоземельных металлов[2]. В ходе преработки бокситов редкоземельные металлы концентрируются, преимущественно, в «красных шламах», что позволяет извлекать их по одному из известных технологических решений [Патенты РФ № 2140998, 2147622].

Литература

1. *Лихачев В. В.* Редкометальностьбокситоносной коры выветривания Среднего Тимана. Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 1993. 224 с.

2. *Dmitry S. Klyucharev, Nataliya M. Volkova, Mikhail F. Komyn*. The problems associated with using non-conventional rare-earth minerals. Journal of Geochemical Exploration 133 (2013). P. 138–148.

Геологическое строение Чим–Лоптюгского месторождения горючих сланцев

И. Н. Бурцев[1], В. А. Салдин[1], Д. О. Машин[1], Д. Н. Шеболкин[1],
Н. С. Инкина[1], И. В. Попов[2]
[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, [2]ООО Геодезия-плюс, Сыктывкар

Чим-Лоптюгское месторождение горючих сланцев локализовано в границах одноименной площади (участка), выделенного в Яренгском сланценосном районе Вычегодского бассейна. В административном отношении месторождение располагается в Удорском районе Республики Коми, в 250 км к северу от г. Сыктывкара.

На Чим-Лоптюгской площади проводились поисково-опробовательские (Васильева, 1976–1979 гг.), поисковые (Капитанов, 1982–1985 гг.) и поисково-оценочные (Чуброва, 1989–1991 гг.) работы. Запасы горючих сланцев были подсчитаны для пластов минимальной мощностью 0.5 м и при минимальной высшей теплоте сгорания Q^d_s – 7.56 МДж/кг (1800 ккал/кг). Суммарные запасы горючих сланцев Чим-Лоптюгской площади составили по категории C_2 905.86 млн. т, в том числе с глубиной залегания до 50 м – 692.48 млн. т.

С 2007 по 2010 гг. по инициативе и при непосредственном участии Института геологии на Чим-Лоптюгском месторождении были проведены разведочные работы (недропользователь – ООО «Рудная Промышленная Компания», лицензия СЫК №01921 ТЭ). В результате проведенных на площади 330 км^2 работ были выделены 10 локальных участков, отличающихся по геологической изученности, условиям проведения геологоразведочных работ, доступности, условиям залегания и качественным характеристикам горючих сланцев, горно-геологическим и горно-техническим условиям их разработки. Геолого-экономическая оценка позволила положительно оценить перспективы освоения месторождения. На одном из детально изученных участков, названном «Чим Центральный», были подготовлены для опытно-промышленной эксплуатации запасы в блоке № 1 в количестве 94.5 млн т по кат. C_1.

Проведенные геологоразведочные работы, подтвердив в целом геологическую модель Чим-Лоптюгского месторождения, предложенную предшественниками, позволили уточнить многие детали строения месторождения, вещественного состава горючих сланцев и вмещающих пород, технологических свойств полезного ископаемого [1].

В структурно-тектоническом отношении Чим-Лоптюгская сланценосная площадь приурочена к переходной зоне от Мезенско-Вашкинской зоны поднятий к Пинежско-Яренской зоне развития грабенообразных прогибов. По кровле нижнетриасовых отложений Чим-Лоптюгская площадь расположена в пределах локального поднятия с малоамплитудным погружением пород в западном направлении. Свод поднятия смещен в восточную часть района работ.

Сланценосными являются отложения титонского (волжского) яруса верхней юры. Площадное распространение юрских отложений обусловлено палеоструктурным планом подстилающих триасовых отложений и контролировалось локальными впадинами и понижениями рельефа. Сланценосная площадь вследствие ледниковой деятельности имеет извилистый контур в северной и северо-западной части. Ложбины ледникового выпахивания заполнены валунными суглинками и глинами, они прослежены на глубину и по простиранию профилями ВЭЗ и буровыми скважинами (рис. 1).

На основании комплекса органических остатков (аммониты, пелециподы, фораминиферы и др.) сланценосные отложения были отнесены к средневолжскому подъярусу, к аммонитовой зоне *Dorsoplanites panderi* [2, 4].

В вертикальных разрезах сланценосные отложения Вычегодского бассейна принято разделять на две части — верхнюю «темноцветную» и нижнюю «сероцветную» толщи. Нами по комплексу литологических признаков средневолжские отложения расчленяются на четыре пачки (снизу вверх по разрезу): *пеструю глинистую (пачка 2)*; *сероцветную сланценосную (пачка 3)*; *темноцветную сланценосную (пачка 4)*; *надсланцевую глинистую (пачка 5)*. Подстилающие оксфорд-кимериджские отложения выделены в з*еленоцветную глинистую (пачка 1)*.

Промышленная сланценосность Чим-Лоптюгского месторождения связана с отложениями «сероцветной» и «темноцветной» пачек, в которых выделяются пласты и пропластки горючих сланцев. Индексы пластам горючих сланцев присваивались предшественниками сверху вниз, по мере появления их в разрезе. Так, в темноцветной толще выделены I и II промышленные пласты, в сероцветной — III, IV пласты. Промышленные пласты, в свою очередь, разделялись на пачки или на пласты с индексами, указывающими на положение в разрезе — «верхний», «нижний» пласт.

Нами дана более детальная стратификация — в составе I, II, III пластов были выделены отдельные слои, пронумерованные сверху вниз



Рис. 1. Геологическая карта Чим-Лоптюгской площади

арабскими цифрами (например, нижний слой первого пласта — I–3, верхний слой третьего пласта — III–1).

В результате разведочных работ установлено, что пласт I распространен на месторождении практически повсеместно, на участке Чим Центральный вскрыт 49 скважинами (из 50 пробуренных). Этот пласт состоит из трех слоев I–3, I–2, I–1. Экономический интерес по условиям залегания, мощности и показателям качества представляют слои I–3, I–2 (см. таблицу). Промышленный пласт I заключает большую часть запасов горючих сланцев Чим-Лоптюгского месторождения (более 70 % балансовых запасов). По мощности относится к группе пластов средней мощности и мощных (суммарная мощность слоев составляет 3.5–4 м).

Пласт II выделяется в нижней части разреза темноцветной толщи. Также имеет повсеместное распространение, но на отдельных участках теряет промышленное значение вследствие несоответствия кондициям по теплоте сгорания. В большинстве случаев состоит из нескольких слоев горючих сланцев, разделенных слоями углеродистой глины с обильными органическими остатками. При граничной теплоте сгорания 1100–1200 ккал/кг (4.6–5.0 МДж/кг) на участке Чим-Центральный его распространение очерчивается сплошным контуром, при кондициях 1300 ккал/кг его площадь сокращается почти вдвое, а уже при кондициях 1400 ккал/кг он выделяется только в виде нескольких небольших «островков».

Сероцветная пачка содержит от одного до пяти слоев горючих сланцев мощностью 0.05–1.2 м, разделенных известковыми глинами. Для пачки характерно мелкоциклитовое строение, выраженное закономерным чередованием разных типов пород от горючего сланца к зеленовато-серой глине. Горючие сланцы сероцветной толщи отличаются наиболее высоким качеством. Основной интерес для добычи и переработки представляет верхний слой III промпласта (слой III–1). Мощность этого слоя в пределах месторождения изменяется в пределах 0.2–1.5, составляя в среднем 0.70 м. Пласт пересечен всеми скважинами.

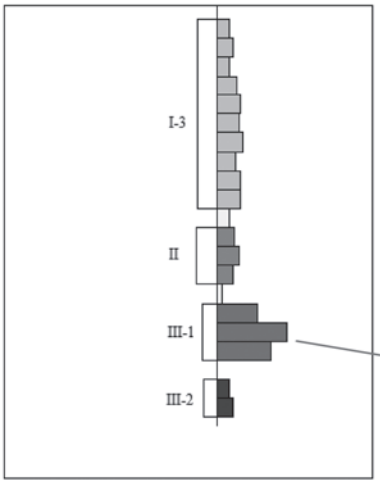
Распространение слоя III–2 имеет островной характер даже при самых низких показателях теплоты сгорания (1100–1200 ккал/кг), мощности его невыдержаны, поэтому к разработке он не проектируется.

По горно-техническим и экономическим условиям разработки в подсчет запасов были включены слои I–2, I–3 первого пласта, II пласт, слой III–1 третьего пласта.

Органическое вещество горючих сланцев Чим-Лоптюгского месторождения относится к малопреобразованным сапропелитам. Преобладающие петрографические типы горючих сланцев: глинистый псевдовитринито-коллоальгинитовый и известково-глинистый псевдовитринито-коллоальгинитовый. Для горючих сланцев такого типа характерны большие площади распространения, однородность петрографического и химического состава водорослевого органического вещества [3]. По классификации А. С. Хаттона [6] горючие сланцы месторождения можно отнести к генетическому типу «мариниты». Известные в мире месторождения такого типа также представлены крупными объектами со средним и высоким качеством горючих сланцев. Залегание всех пластов практически горизонтальное, углы наклона пластов измеряются первыми минутами.

По результатам обобщения геологических материалов предшественников и на основе новых данных, полученных в ходе разведочных работ, выделены маркирующие горизонты, позволяющие идентифицировать и строго увязывать меж-

Характеристики пластов и слоев горючих сланцев



Пласт, слой	Мощность, м		Теплота сгорания, при Q_s^d >1200 ккал/кг		Содержание смолы T^d_{sk}, %		Содержание серы, %	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
	среднее		**среднее**		**среднее**		**среднее**	
I–2	0,1	2,9	1206	1723	2,6	8,6	1	3,9
	1,14		**1417**		**6,23**		**2,26**	
I–3	1	2,95	1208	2166	5,53	10,46	0,9	4
	1,87		**1754**		**8,22**		**2,76**	
II	0,2	2,92	1228	2200	4	11,6	1	3,9
	1,32		**1394**		**6,43**		**2,3**	
III–1	0,2	1,2	1817	5669	9	30	1	9
	0,7		**3718**		**22**		**5,6**	

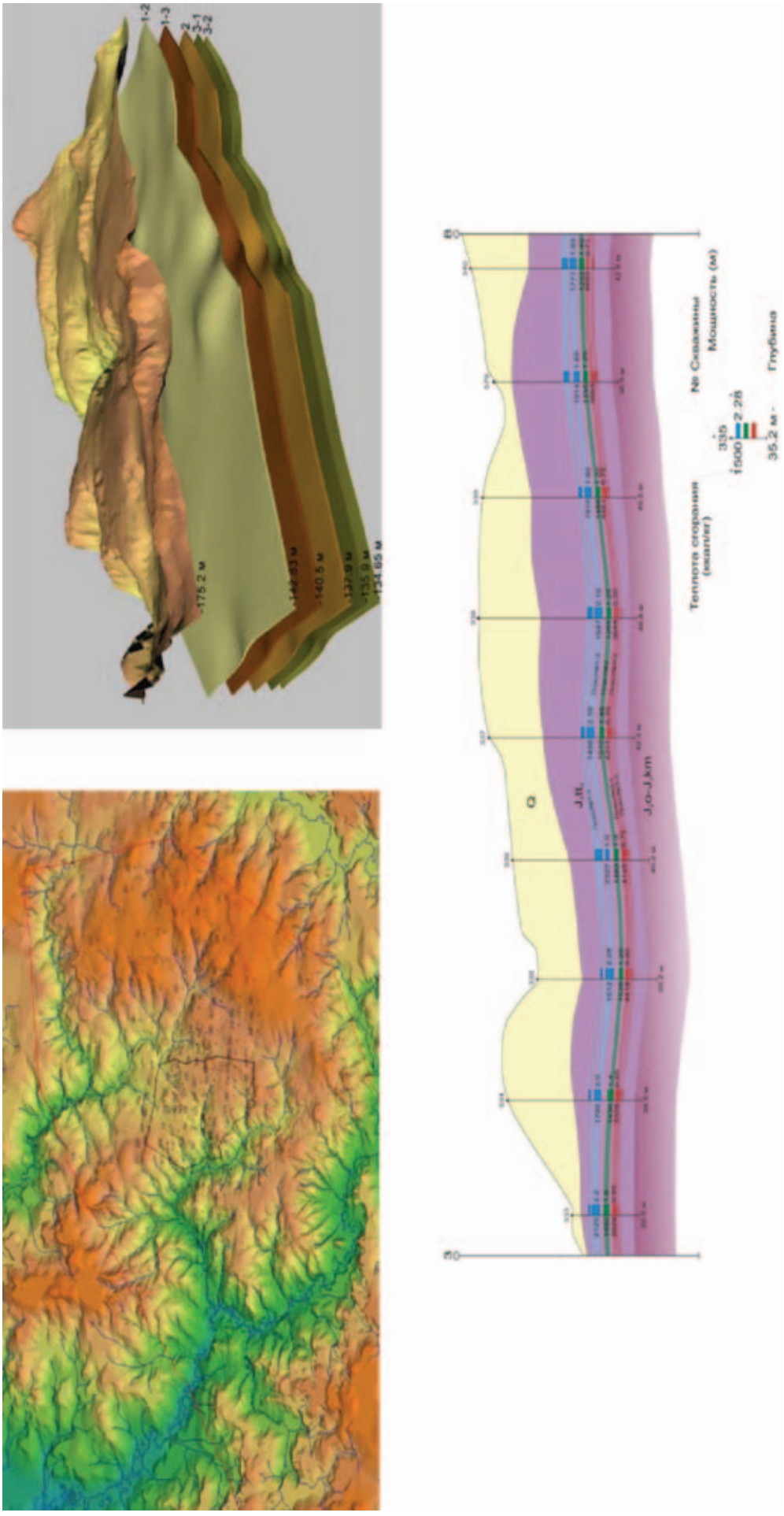


Рис. 2. Горно-геологическая модель участка Чим Центральный
А – рельеф; Б – положение пластов и слоев горючих сланцев; В – разрез по линии скважин 333–340

ду собой даже в удаленных разрезах отдельные пласты и слои горючих сланцев [5]. Использовался комплекс из литологических, геохимических и технических маркеров. Выделенные маркирующие горизонты имеют различную природу и разное коррелятивное значение. Литологические и геохимические реперы распространены в интервале, охватывающем оксфордский и кимериджский ярусы (нерасчлененные) и низы средневолжского подъяруса (сероцветная пачка). Для идентификации и корреляции пластов и слоев горючих сланцев в темноцветной и надсланцевой пачках, помимо литологических реперов, эффективно использование технических (данные гамма-каротажа) и технологических (теплота сгорания, выход смолы полукоксования) данных.

Применение вышеуказанного комплекса реперов позволило провести строгую корреляцию пластов и слоев горючих сланцев на Чим-Лоптюгском месторождении и конечном счете создать горно-геологическую модель месторождения (рис. 2).

Литература

1. *Бурцев И. Н., Салдин В. А., Анищенко Л. А. м др.* Горючие сланцы Тимано-Североуральского региона: новые результаты исследований, новые перспективы освоения // Вестник ИГ, 2010, №2. С. 2—3.

2. Горючие сланцы европейского Севера СССР. Коми научный центр Уральского отделения Академии наук СССР, 1989. 152 с.

3. *Зеленин Н. И., Озеров И. М.* Справочник по горючим сланцам. Л.: Недра, 1983. 248 с.

4. *Лыюров С. В.* Юрские отложения севера Русской плиты. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 133 с.

5. Маркирующие горизонты в верхнеюрских отложениях Яренгского сланценосного района (северо-восток Русской плиты) / В. А. Салдин, И. Н. Бурцев, Д. О. Машин, Д. Н. Шеболкин, Н. С. Инкина // Вестник ИГ, 2013, № 11 (227). С. 26–30.

6. Hutton A. C. Petrographic classification of oil shales / International Journal of Coal Geology. 8, 1987. P. 217—236.

Освоение минерально-сырьевых ресурсов региона, недропользование

Геолого–экономическая изученность кианитовой провинции Б. Кейв, Кольский полуостров

Ю. Л. Войтеховский, Ю. Н. Нерадовский
ГИ КНЦ РАН, Апатиты

С самого начала существования Хибинской горной станции «Тиетта» в ней была предусмотрена группа экономических исследований. А одной из первых проблем, объединивших геологов и экономистов, стало изучение кианитовой провинции Б. Кейв, как оказалось, крупнейшей в мире. До сих пор обнаруживаются новые аспекты проблемы. Можно сказать, что её изучение испытывает ренессанс, в значительной мере акцентированный на оценку попутных редких металлов (РМ) и земель (РЗ) [1-8]. Исследования последних лет уже показали, что кейвские кианитовые и силлиманитовые сланцы содержат РМ и РЗ. Требуется изучение возможности их извлечения при переработке руд на кианит и силлиманит. Экспериментально показана возможность извлекать РМ и РЗ гравитационно-магнитными методами. При извлечении из руды кианита и кварца попутно получен концентрат с содержанием У РЗ и Y 1.62 и РМ 0.37 %.

Носителями редких элементов (РЭ) в кристаллических сланцах Б. Кейв являются в основном не минералы осадочных пород, а минеральные ассоциации, возникшие при воздействии на сланцы щелочных гранитов. Поэтому акцент следует делать не на россыпных рудопроявлениях, а на участках, наиболее подверженных гидротермальной проработке. Установлено, что в мусковите содержание РЭ в 2–5 раз выше, чем в кианите и кварце. Особенно сильно его обогащение Zr, La, Ce и Nd. Наименьшие содержания РЗ и РМ – в кианите. РЭ были подвижны при формировании кианита. У РЗ возрастает более чем в 4 раза в крупно-конкреционных рудах по сравнению с мелко-конкреционными, легкие РЗ (La – Gd) – в 5 раз, тяжёлые (Y группа) – в 3 раза. Содержания РМ при этом уменьшаются в 1.5 раза, в основном за счёт уменьшения Zr_2O_3.

В кианитовых рудах установлены минеральные фазы – носители РЗ и РМ. Главные концентраторы РЗ – фосфорсодержащие монацит, ксенотим и, возможно, апатит в ассоциации с ними. Ранее считалось, что основной концентратор РЗ в сланцах – ортит, но это авторами не подтверждено. Монацит образует две генерации. Первая – в виде обломочных зёрен, вероятно, осадочного генезиса. Вторая – в виде метакристаллов явно гидротермального генезиса, сопровождается ксенотимом, апатитом и полиметаллической Ni-Co-Mo-Zn-Bi ассоциацией, что предполагает привнос фосфора на поздней стадии метаморфизма. В ходе роста кристаллов монацита снижается концентрация Th.

Главный концентратор РМ – циркон. Он образует две генерации. Первая представлена кластогенными зёрнами и связана с осадочным процессом. Вторая образует зональные кристаллы, характерные для гидротермального процесса. Она ассоциирует с монацитом второй генерации, но совместных сростков с ним не образует. Видимо, циркон и монацит кристаллизовались в разное время. Минералы-концентраторы РЗ ассоциируют с большой группой редких минералов в поздних сульфидных прожилках: Co-содержащим пентландитом, молибденитом, сфалеритом, самородным Bi, интерметаллическими соединениями BiSTe и CdS (хоулиит), а также апатитом.

Анализ последовательности кристаллизации минералов позволяет рассматривать монацит как один из поздних минералов вместе с ксенотимом и апатитом. Учитывая перечисленные факторы, мы рассматриваем возможность дополнительного поступления РЗ в сланцы с гидротермами при внедрении щелочных гранитов, обогащённых РМ и характеризующихся преобладанием фосфорсодержащих минералов РЗ. В свете новых результатов по минералогии высокоглиноземистых сланцев, показывающих их комплексный характер, геолого-экономическую оценку кианитовой провинции Б. Кейв нельзя считать завершённой.

Литература

1. *Войтеховский Ю. Л., Нерадовский Ю. Н., Гришин Н. Н.* Редкие металлы и редкоземельные элементы в кианитовых сланцах Б. Кейв // Разведка и охрана недр. 2011. № 6. С. 41—44.

2. *Коротеев В. А., Огородников В. Н., Войтеховский Ю. Л.* и др. Небокситовое алюминиевое сырьё России. Екб.: УрО РАН, 2011. 229 с.

3. *Нерадовский Ю. Н., Войтеховский Ю. Л.* Зональность ставролита из кристаллических сланцев Больших Кейв, Кольский п-ов // Тр. КарНЦ РАН. Геология докембрия. 2012. № 3. С. 110–121.

4. *Нерадовский Ю. Н., Войтеховский Ю. Л.* Атлас структур и текстур кристаллических сланцев Б. Кейв. Апатиты: Изд-во К & М, 2013. 114 с.

5. *Нерадовский Ю. Н., Войтеховский Ю. Л., Савченко Е. Э.* Цинксодержащий ставролит из ки-

анитовых сланцев в Кейвах, Кольский п-ов // Зап. РМО. 2011. № 6. С. 100–105.

6. *Нерадовский Ю. Н., Войтеховский Ю. Л., Савченко Е. Э.* и др. Кристаллы кианита из месторождений Новая Шуурурта и Тяпш-Манюк, Кейвы, Кольский п-ов // Зап. РМО. 2014. № 2. С. 116–126.

7. *Огородников В. Н., Коротеев В. А., Войтеховский Ю. Л.* и др. Кианитовые руды России. Екб.: УрО РАН, 2012. 334 с.

8. *Огородников В. Н., Кортеев В. А., Войтеховский Ю. Л.* и др. Морфогенетические типы и технология обогащения кианитовых руд. Екб.: УрО РАН, 2013. 310 с.

Оценка экспортного потенциала углеводородного сырья севера Тимано–Печорской нефтегазоносной провинции

М. Н. Григорьев, Ж. В. Светлова, Е. Д. Соколова
ООО «Гекон», Санкт-Петербург

Север Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции является весьма значимым регионом в составе Арктической зоны, Стратегия развития которой до 2020 года утверждена Президентом России в феврале 2013 года [1]. В данной Стратегии сформулированы важные для функционирования российского нефтегазового комплекса направления государственной политики — эффективное использование и развитие ресурсной базы полезных ископаемых, прежде всего углеводородного сырья, и закрепление Северного морского пути в качестве единой национальной транспортной магистрали России, транспортного коридора, соединяющего европейские и азиатские рынки. Таким образом, развитие Арктической зоны в Стратегии связывается с развитием экспортного потенциала углеводородного сырья, вывозимого с промыслов морским путем.

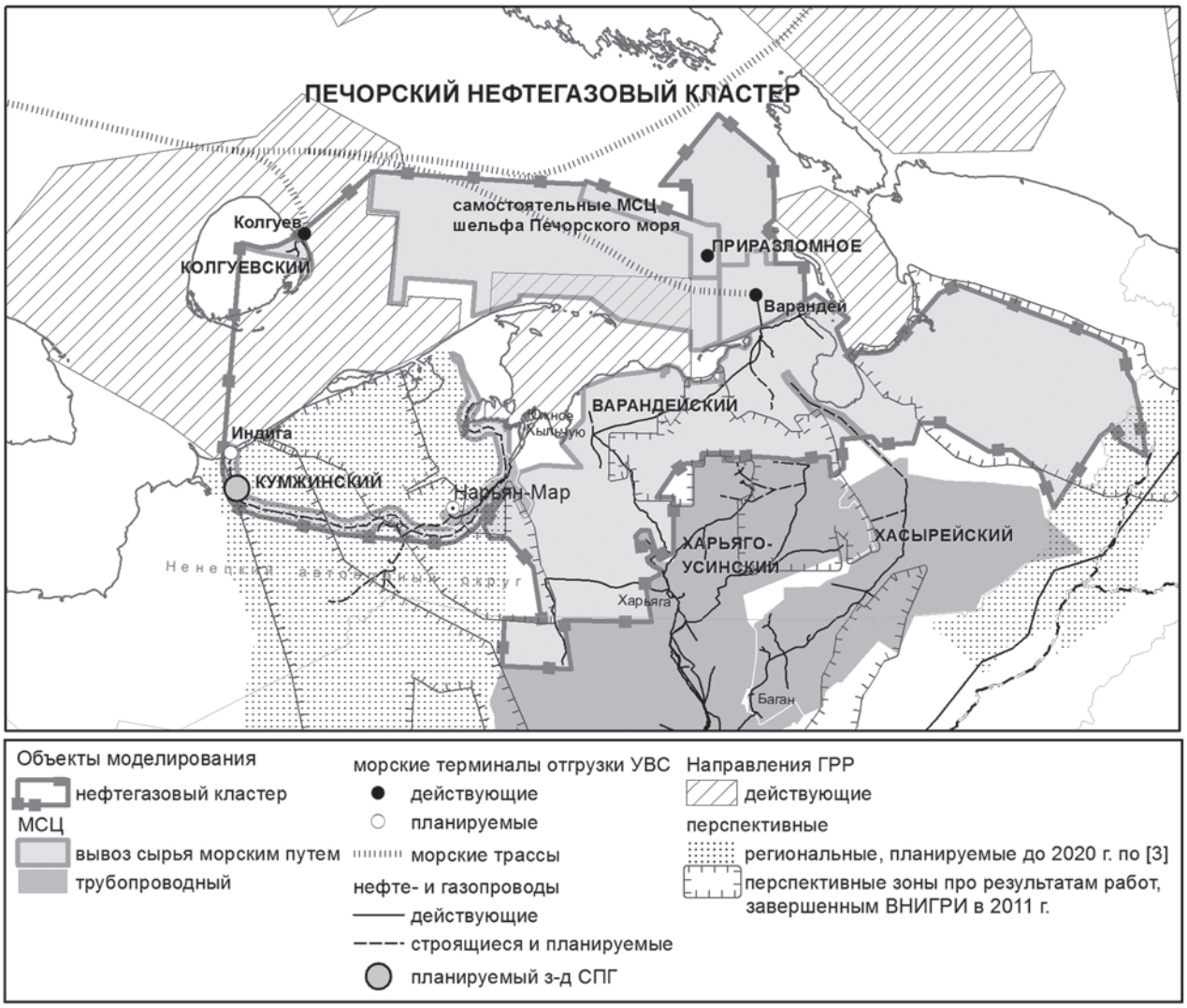
Для оценки потенциала экспорта нефти и сжиженного природного газа (СПГ) с побережья и шельфа севера Тимано-Печорской провинции проведено моделирование перспектив развития грузовой базы проектов освоения УВС с позиций концепции минерально-сырьевых центров (МСЦ) и кластерного анализа [2], позволяющих выработать эффективные механизмы (в том числе межотраслевого взаимодействия) для задач государственного управления воспроизводством и использованием минерально-сырьевой базы (МСБ). По результатам моделирования сформулировано представление о формировании Печорского нефтегазового кластера, обеспечивающего стратегические интересы РФ в освоении энергоресурсов Ненецкого АО и прилегающего континентального шельфа Печорского моря.

Печорский нефтегазовый кластер включает действующие, строящиеся и планируемые МСЦ углеводородов – нефтяные Колгуевский, Варандейский, Приразломного месторождения; газовый Кумжинский (проект «Печора СПГ»); три самостоятельных МСЦ недифференцированного на данном этапе сырья проектов ОАО «НК «Роснефть» на шельфе Печорского моря (см. исунок).

МСЦ представляют собой результат функционального районирования территории размещения отраслевой деятельности по освоению МСБ и перспектив ее расширения. Районирование проведено на основе анализа состояния МСБ, состояния и практики лицензирования фонда недр; конкурентной среды нефтегазового рынка (включая оценку перспектив взаимодействия недропользователей в регионе); размещения и мощности объектов действующей и планируемой обеспечивающей инфраструктуры, заявленной в планах хозяйствующих субъектов и запланированных к реализации в соответствии с утвержденными и разрабатываемыми государственными программами.

В пределах выделенных действующих и планируемых пространственно локализованных МСЦ проведен комплексный анализ результативности проводимых мероприятий по воспроизводству МСБ. Проведенный анализ позволил оценить, в частности, результативность расширения ресурсной базы за счет геологоразведочных работ и переоценки на протяжении последнего десятилетия, и оценить активность недропользователей в расширении ресурсной базы.

На основе оригинальных разработок Исполнителя, прошедших широкую отраслевую апробацию, разработана стандартизирована процедура характеристики МСБ углеводородных МСЦ. Проведение анализа структуры МСБ предварено анализом полноты и представительности данных Государственного баланса углеводородного сырья, данные которого уточнены в ряде случаев по дополнительным источникам. Проведенный анализ структуры ресурсной базы МСЦ углеводородного сырья основан на выделении объектов распределенного и нераспределенного фондов недр, в различной степени вовлеченных в промышлен-



Результаты моделирования перспектив развития грузовой базы проектов освоения УВС

ное освоение, при этом разрабатываемые пласты разрабатываемых месторождений сгруппированы по величинам текущих темпов отбора. Проведены вариантные оценки обеспеченности добычи как запасами промышленных категорий, так и с учетом приведенных к ним предварительно оцененных запасов и перспективных ресурсов, определен вклад в обеспечение развития базы нефте- и газодобычи всех групп выделенных объектов, что позволило более обоснованно сформулировать адресные рекомендации по лицензированию, проведению поисково-оценочных и разведочных работ, применению высокотехнологических решений для обеспечения базы нефте- газодобычи рассмотренных минерально-сырьевых центров.

Проведено моделирование изменения основных качественных характеристик нефти по основным товарным показателям (плотности и содержанию серы) за счет ввода в освоение извлекаемых запасов промышленных категорий различных групп ресурсных объектов и выделены группы запасов, обеспечивающих ввод наиболее качественных запасов, сформулированы рекомендации по повышению качества добываемого газа для МСЦ, охарактеризованных в Государственном балансе запасов соответствующими показателями.

Перспективы развития МСЦ сопровождаются рекомендациями по совершенствованию законодательной базы в сфере недропользования. Данные рекомендации сформулированы с учетом последних основных принятых изменений, а также проектов только разрабатываемых документов и представлены по основным направлениям: оптимизация системы недропользования в целом, стимулирование геологоразведочных работ, стимулирование разработки месторождений в районах нового освоения, переход к комплексным проектам и стимулирование экспорта продукции.

Литература

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения нацио-

нальной безопасности на период до 2020 года. Утверждена Президентом РФ В. Путиным 20.02.2013.

2. *Григорьев М. Н.* Перспективы развития ТЭК на Северо-Западе России. Управление развитием минерально-сырьевых кластеров–технологических центров добычи/ Энергетическая безопасность: методическое пособие для руководителей и специалистов предприятий, работающих в сфере энергетики. 2009. № 2. С. 5–9.

3. *Прищепа О. М., Малютин Е. И., Житников В. А.* Региональные ГРР – основа расширения сырьевой база нефти и газа в Северо-Западном ФО. Разведка и охрана недр. № 9, 2012. С. 8–11.

Рациональное использование минерально–сырьевой базы Центрально–Черноземного региона в условиях антропогенного воздействия

Д. А. Дмитриев, А. Д. Савко,
ФГБОУ ВПО «ВГУ», Воронеж

В XX столетии интенсивная антропогенная деятельность человека привела к резкому обострению экологических условий, что негативным образом влияет на окружающую природную среду, здоровье и жизнедеятельность населения страны. Напряженная экологическая обстановка сложилась в густонаселенных и промышленно-разведанных регионах России, включая Центрально-Черноземный район (ЦЧР). Наиболее явно это заметно при добычи и переработки минерального сырья. Сильному антропогенному воздействию подвергаются автотрофные звенья биосферы: почва, биологические, лесные, водные ресурсы.

Перспективы социально-экономического развития ЦЧР зависят от рационального освоения твердых полезных ископаемых и во многом связаны с вовлечением в разработку экономически рентабельных месторождений. Поскольку дальнейшее развитие региона без использования минерально-сырьевой базы (МСБ). невозможно, то поиски решений минимизации экологического ущерба вследствие антропогенного воздействия на окружающую среду являются важнейшими задачами. Для их решения необходим системный подход к регулированию природопользования, что предполагает анализ и обобщение информации обо всех видах природных ресурсов, а также разработку оптимальных вариантов их освоения на конкретной территории.

ЦЧР характеризуется развитой многоотраслевой структурой промышленности и сельского хозяйства, разветвленной сетью транспортных магистралей. Численность населения – 7,5 млн. человек. На территории Белгородской и Курской областей работают самые глубокие и крупные железорудные карьеры Европы – Лебединский, Стойленский и Михайловский. Флагманами металлургической промышленности являются Новолипецкий и Оскольский комбинаты. Имеются крупные атомные электростанции Нововоронежская и Курская. Значительные промышленно-урбанизированные территории располагаются вокруг областных центров и городов Старый Оскол, Губкин, Нововоронеж, Борисоглебск, Россошь, Железногорск, Елец, Данков.

Хозяйственная деятельность предприятия, в той или иной мере затрагивает разные виды природных ресурсов – земельные, водные, лесные, минеральные, биологические. В связи с этим, большинство субъектов предпринимательской деятельности обязаны заниматься природоохранными мероприятиями. Усилилось в неблагоприятную сторону и обратное влияние природной среды на различные области производства: истощение и ограниченность некоторых видов минерального сырья и лесных угодий, дефицит водных ресурсов, исчезновение биологических видов флоры и фауны. Интенсивная антропогенная деятельность в пределах ЦЧР привела к обострению экологической ситуации, уменьшению пахотных земель, увеличению площадей занятых карьерами, преобразованию ландшафтов (отвалы, терриконы, хвостохранилища), ускорению процессов оврагообразования, обмеления рек, заиливания озер и высыхания болот. Загрязнение воздуха, почв и водоемов негативно сказывается на составе биоты. Работа в современных экономических условиях выдвинула ряд новых социально-экономических проблем, главными из которых являются вопросы трудовой занятости населения, социальные гарантии, помощь в поддержании местной социальной инфраструктуры.

Без учета этих моментов нельзя принимать верные решения в сфере управления природными ресурсами на региональном (областном) уровне. Побудительным мотивом для рассмотрения вопроса о том или ином виде природопользования должно быть четкое обоснование потребности выполнения этих работ с анализом социально-экономических факторов и негативных по-

следствий воздействия на окружающую среду и другие виды природных ресурсов. Такой комплексный подход к использованию, воспроизводству и охране природных ресурсов должен учитывать:

а) особенности территориального сочетания минерально-сырьевых, топливно-энергетических, водных, почвенных, лесных, биологических ресурсов, их взаимодействие и условия воспроизводства;

б) условия и факторы, обеспечивающие минимальное негативное влияние на экологическую обстановку окружающей природной среды;

в) пути наибольшей экономической эффективности при достижении поставленных производственных и социально-экономических задач.

Следует отметить, что разумное, экологически и социально экономически оправданное вовлечение в освоение природных ресурсов и выпуск на их основе конкурентоспособной товарной продукции позволит привлечь необходимые инвестиции в производство и тем самым поддерживать и развивать местную промышленность. Именно поэтому вопросы рационального природопользования и охраны окружающей среды являются особенно актуальными.

ЦЧР обладает развитой МСБ, что позволяет не только поддерживать высокий промышленный потенциал, но и экспортировать некоторые виды минерального сырья и продукцию его передела в другие регионы России, страны ближнего и дальнего зарубежья. В настоящее время на территории региона госбалансом учтено более шестисот месторождений на 28 видов полезных ископаемых. В пределах ЦЧР разведаны аккумуляции железных руд, титан-циркониевых песков, бокситов, никеля, огнеупорных и тугоплавких глин, стекольного сырья, формовочных и строительных материалов, пресных и минеральных подземных вод, торфа, сапропеля и лечебных грязей и т. д.

Высокие темпы развития ресурсопотребляющих отраслей промышленности на рубеже XXI века предопределили постоянно возрастающий спрос на минеральное сырье. В настоящее время в регионе работают около 400 горнодобывающих предприятий, производящих продукцию для металлургической, горно-химической, пищевой, топливно-энергетической отраслей промышленности, строительной индустрии, сельского хозяйства и дорожного строительства. Многие предприятия минерально-сырьевого комплекса являются градообразующими. На базе разведанных месторождений возникло несколько городов и поселков. Минерально-сырьевые ресурсы во многом определяют социально-экономическое положение не только муниципальных образований, но и субъектов Федерации в целом, в особенности Белгородской и Курской областей.

Устойчивое развитие экономики региона включает комплекс мер по структурированию производства, переводу его на рельсы ресурсосбережения и расширенного воспроизводства. Повышение качественных показателей недропользования связано с внедрением наукоемких и экологически чистых технологий производства, изменением социальной направленности макроэкономических преобразований для создания благоприятных условий работы реального сектора экономики и притока инвестиций в развитие и освоение минерально-сырьевой базы. Одним из перспективных направлений развития МСБ является использование техногенных месторождений.

В настоящее время накопленные в значительных объемах техногенные образования, представляющие собой отвалы из вскрышных пород и хвостохранилища из отходов обогатительных предприятий, являются постоянно пополняемыми источниками различных видов минерального сырья, в первую очередь, строительного и технологического (пески, глины, мел). Вскрышные породы содержат такие ценные компоненты как фосфориты, титан (ильменит), стекольные пески, глауконитты, почвенный субстрат. В хвостах обогащения имеются магнетит, золото, цветные металлы. Проведенные в ВГУ исследования подтвердили ресурсную ценность вскрышных пород и продуктов обогащения, образующих при складировании техногенные месторождения, перспективные для повторной переработки. Разработка и внедрение соответствующих технологий позволит повысить безотходность производства, сохранить минеральные ресурсы и улучшить экологическое состояние территории.

Существенные масштабы загрязнения окружающей среды, требуют использования для очищения и восстановления территории природных сорбентов (цеолиты, бентониты, сицилиты). Работами геологов ВГУ установлена высокая перспективность территории ЦЧР на эти виды сырья. Их применение позволит снизить концентрации ряда вредных примесей в почвах, поверхностных и подземных водах, получать экологически чистую продукцию.

Инвестиционная привлекательность минерально-сырьевой базы в современных условиях хозяйствования должна основываться на решении следующих главных задач:

а) максимальное обеспечение потребности предприятий и населения региона в минерально-сырьевой продукции за счет собственных ресурсов;

б) организация производства экспортных товаров более глубокого передела в соседние регионы и за рубеж на базе конкурентноспособных видов и месторождений полезных ископаемых;

в) оптимальное использование минеральных ресурсов на основе принципов рационального природопользования, экологической безопасности и минимизации ущерба другим природным ресурсам;

д) реконструкция и модернизация действующих горнодобывающих предприятий для выпуска более качественной и разнообразной продукции, повышения экологической эффективности и комплексности использования сырья.

Геолого–экономическая оценка минерально–сырьевой базы Центрально–Черноземного региона

Д. А. Дмитриев, А. Д. Савко
ФГБОУ ВПО «ВГУ», Воронеж

Перспективы социально-экономического развития Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) зависят от рационального освоения твердых полезных ископаемых и во многом связаны с вовлечением в разработку экономически рентабельных месторождений, ведь развитие различных отраслей народного хозяйства зависят от использования минерально-сырьевой базы (МСБ).

Проведение геолого-экономической оценки в рамках региональных программ перспективного использования минерально-сырьевого комплекса является экономически необходимой частью рационального недропользования. Определение стоимости и ценности продукта природы и комплекса геологоразведочных работ, а именно запасов и ресурсов полезных ископаемых в современных условиях приобретает особую актуальность в связи с реальным включением денежной оценки запасов в систему экономических и хозяйственных связей в сфере горнодобывающего бизнеса.

Выполненная стоимостная оценка ЦЧР [1] позволила осуществить дифференцирование региона на районы с различными показателями ценности недр и вынесением полученной информации на картографическую основу.

Удельная доля областей ЦЧР в извлекаемой стоимостной оценке балансовых запасов твердых полезных ископаемых показывает неравномерное распределение стоимостной оценки недр по областям. Главенствующее положение по потенциальной стоимости минерального сырья занимает Белгородская область 74.6 % от всех запасов ЦЧР. В ее недрах сосредоточен ряд месторождений полезных ископаемых – железные руды, бокситы, тугоплавкие глины, карбонатное, керамзитовое, кирпично-черепичное, цементное сырье, пески строительные, пески формовочные, строительные камни, торф. Основное значение в области, как и в России, имеют месторождения железных руд, на долю которых приходится 25.3 % общероссийской годовой добычи и 52.9 % российских запасов [2].

На долю Курской области приходится 21.3 % потенциальной стоимости твердых полезных ископаемых ЦЧР. В области известны месторождения железных руд, фосфоритов, торфа, мела, цементного, керамзитового, кирпично-черепичного, карбонатного сырья, тугоплавких глин, песков строительных и др. Основная доля стоимости недр, как и в Белгородской области, приходится на железные руды. Разрабатывается Михайловское месторождение, обеспечивающее 29 % общероссийской добычи железных руд и 13.3 % запасов России [2].

На долю Воронежской области приходится 2 % стоимости оцененных недр ЦЧР. МСБ представлена месторождениями нерудного сырья, в основном строительными материалами (пески, глины, мел, граниты, цементное сырье, охра, известняк, песчаник). Наибольшие перспективы связаны с вовлечением в разработку медно-никелевых месторождений. Значительную часть в экономике области играет продукция Шкурлатовского гранитного карьера.

Минерально-сырьевая база Тамбовской области (1.6 % от ЦЧР) представлена титан-циркониевыми песками, фосфоритами, формовочными и строительными песками, строительными камнями, карбонатным, керамзитовым и кирпично-черепичным сырьем, торфом. Наибольшую ценность недр представляют титан и цирконий, формовочные и строительные материалы, минеральные краски, торф и сапропель. Перспективы развития минерально-сырьевого комплекса области связанны в первую очередь с вовлечением в отработку Центрального месторождения циркон-титановых песков в Рассказовском районе, которое занимает третье место в мире по запасам циркония и пятое место по содержанию титана.

Минерально-сырьевые ресурсы Липецкой области представлены карбонатными породами

(известняками, доломитами), строительными камнями, цементным сырьем, формовочными, строительными и стекольными песками, тугоплавкими глинами, торфом, керамзитовым и кирпично-черепичным сырьем. Липецкая, по сравнения с другими областями, входящими в состав ЦЧР, выделяется относительно высоким экономическим уровнем вовлечения МСБ входящих в нее районов.

Орловская область располагает различными видами полезных ископаемых: железными рудами, глинами тугоплавкими, трепелами, минеральными красками, строительными камнями, мелом, песками строительными, цементным, керамзитовым и кирпично-черепичным сырьем. Многие из перечисленных видов сырья не разрабатываются и являются резервными. В целом область характеризуется низким уровнем вовлечения минеральных ресурсов в экономику.

Стоимостная оценка недр ЦЧР позволила выявить состояние его МСБ, возможности ее эффективного использования, дать прогноз развития минерально-сырьевого потенциала, разработать принципиальную схему природно-экономического районирования и выработать рекомендации по геолого-промышленному освоению минеральных ресурсов, а также выделить зоны экономического роста. В зависимости от социально-экономических, инфраструктурных и сырьевых факторов проведено ранжирование территории на три группы: 1) зоны стабильного освоения; 2) зоны дальнесрочного освоения; 3) зоны с неопределенными перспективами освоения [1].

Зоны стабильного освоения. К ним относятся территории, характеризующиеся устойчивым экономическим развитием, что проявляется в стабильной добыче и переработке минерального сырья. Геолого-разведочные работы требуются для прироста запасов и доразведки уже известных и разрабатываемых месторождений. Эти зоны характеризуются налаженностью инфраструктурной составляющей.

Зоны дальнесрочного освоения. К ним можно отнести территории, характеризующиеся разведанными месторождениями и существенными объемами прогнозных ресурсов различных полезных ископаемых, значительная часть которых не вовлечена в разработку. Геолого-разведочные работы требуются как для прироста запасов и доразведки уже известных и разрабатываемых месторождений, так и для поисков и оценки прогнозных площадей.

Горно-добывающая промышленность в восточной части ЦЧР (Липецкая, Тамбовская и Воронежская области) развита намного слабее, чем в западной её части, на территории КМА [3]. Здесь разрабатываются только месторождения нерудного сырья (строительного, агрохимического, флюсового). Инфраструктурные особенности данных районов можно охарактеризовать как средне- и слаборазвитые. Вместе с тем в этой части региона имеются серьёзные предпосылки для развития горнодобывающей промышленности и связанных с ней сопутствующих производств. В пределах данных зон можно предлагать создание центров экономического роста. Это определяется: 1) наличием здесь никелевых месторождений в Воронежской, титан-циркониевых россыпей в Тамбовской, известняков и металлургических доломитов в Липецкой областях. Кроме того, на севере последней имеется несколько титан-циркониевых россыпей; 2) расположением вблизи упомянутых месторождений и также проявлений других полезных ископаемых, которые могут быть разведаны и сданы в эксплуатацию при наличии инвестиционных вложений; 3) избыток рабочей силы у местного населения, живущего в сельских районах, которому необходимы трудоустройство; 4) относительно благополучная экологическая ситуация из-за отсутствия крупных промышленных производств.

Всё вышесказанное определяет возможности создания в перечисленных областях центров ускоренного экономического роста за счет разработки имеющихся полезных ископаемых и связанных с ними аграрно-промышленных производств. Привлечение средств необходимо для поисково-разведочных работ, доразведки имеющихся месторождений и открытия новых, проведения различных видов технологических испытаний, определения рентабельности отработки тех или иных видов минерального сырья.

Зоны с неопределенными перспективами освоения. Освоение данных территорий и месторождений на данном этапе экономически нецелесообразно. Геолого-разведочные работы требуются для поисков и оценки прогнозных площадей, а также переоценке и доразведке перспективных месторождений.

При проведении геолого-экономической оценки территории ЦЧР установлено распределение ценности недр, неравномерность территориального размещения разведанной МСБ и горнорудных предприятий. Дифференциация территории дает возможность планирования и развития производительных сил в регионе для улучшения социально-экономической ситуации в депрессивных районах. В связи с этим, рекомендованы зоны создания центров ускоренного экономического роста на базе имеющихся месторождений с учетом перспектив их наращивания и относительно благополучной экологической ситуации. Выделенные три зоны для создания центров ускоренного экономического роста обоснованы наличием там комплекса месторождений

различных видов минерального сырья, наличием инфраструктуры и трудовых резервов.

Литература

1. *Дмитриев Д. А.* К оценке стоимостного потенциала твердых полезных ископаемых Центрально-Черноземного региона / Д. А. Дмитриев // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. 2012. № 2. С. 149–152.

2. Минерально-сырьевой потенциал недр Российской Федерации. Том 1: Прогнозно-металлогенический анализ. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009, 224 с.

3. *Савко А. Д.* Нерудные полезные ископаемые / А. Д. Савко, Г. В. Холмовой, С. А. Ширшов // Труды НИИ геологии Воронежского государственного университета. Вып. 32. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. 316 с.

Необходимость рационального освоения минерального сырья и техногенных образований в производстве эффективных материалов и изделий для инновационных проектов РК

В. Н. Землянский[1], В. А. Билан[1], В. Н. Филиппов[2], А. А. Яшинькина[1]

[1] УГТУ, Ухта

[2] ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Рассматривая развитие строительной индустрии Республики Коми во второй половине 20-го века для промышленно-гражданского строительства, следует отметить, что производство местных строительных материалов базировалось на освоении традиционной минерально-сырьевой базы в труднодоступных и малообжитых районах с суровыми климатическими и неблагоприятными социальными условиями проживания населения. Оно было основано на строительстве в городах и поселках малоэтажных кирпичных, крупнопанельных и объемно-блочных зданий с совершенствованием технологии производства конструкций [1, 2]. Для этого использовались детально разведанные на территории Коми АССР, Архангельской и Тюменской областей по категориям $A+B+C_1$ промышленные запасы месторождений местного сырья.

В ближайшие годы намечается создание ряда крупных горнопромышленных и горнохимических комплексов, целлюлозно-бумажных производств, прокладка железнодорожных магистралей «Белкомур» (Архангельск – Сыктывкар – Пермь – Березняки – Соликамск) и «Баренцкомур», освоение нефтегазовых месторождений на шельфе арктических морей и т.д. Все это связано с интенсификацией разработки месторождений полезных ископаемых и минерального сырья на Крайнем Севере, Полярном и Приполярном Урале, Ненецком автономном округе, Среднем и Южном Тимане, центральных и южных районах Республики.

Данные минералого-геологические, технологические и экономические задачи в прикладной минералогии направлены на развитие и разработку инновационного потенциала в освоении минерально-сырьевых ресурсов и отходов производства, включая низкомодульные породы бокситовых руд Средне-Тиманского рудника ОАО «Боксит Тимана», техногенные образования терриконов нефтешахт НШУ «ЯрегаНефть» ООО «Лукойл-Коми» и ОАО «ЯрегаРуда», а также продуктов их изменения, как малоизученного минерального сырья.

Инновационная значимость состоит в выявлении новых ассоциаций минералов и их практическом применении с целью:

— выявления возможности выпуска продукции со стабильными показателями физико-технических свойств;

— введения в состав низкосортных минеральных силикатных и алюмосиликатных смесей тонкомолотых вскрышных и попутных высокожелезистых пород бокситовых, титановых, марганцевых руд, шлаков ферросплавов, как катализаторов направленной кристаллизации при высокотемпературном техническом синтезе, обеспечивающем повышение содержания $Al_2O_3+TiO_2$, $FeO+Fe_2O_3$ для процессов новообразований: муллита, шпинели, магнетита, кремнийтитанатов, ульвошпинели и др.;

— выявление рудоносности тонкомелкозернистой сульфидной минерализации Ni-Co в составе базальтов, туфов и диабазов, слагающих терриконы шахт Яреги с применением физико-технических методов переработки в свете проблем раскрытия минералов и руд при их комплексном использовании в технологической минералогии.

Эти исследования были отмечены авторскими свидетельствами на изобретения и наградами ВДНХ СССР [3].

Результаты предыдущих опытно-технологических испытаний Северного филиала ВНИИСТа

Миннефтегазстроя СССР (г.Ухта) по регламенту «Технология производства высокопрочного керамзитового гравия с использованием бокситовых пород» были использованы институтом «Союзгипростром» (г.Москва) при составлении проекта опытно-промышленного цеха мощностью 50 тыс. м^3 в год в г. Ухта. Он может быть востребован при реконструкции в составе будущих предприятий строительной индустрии для высокопрочных легких конструкций [4].

Также были проведены исследования современных технологий производства эффективного керамического строительного и лицевого кирпича объемного окрашивания из низкосортного переувлажненного глинистого сырья месторождений Севера, засоренного карбонатными и кварцевыми включениями. В результате этого Северным филиалом ВНИИСТа в творческом содружестве с МИСИ им. В.В. Куйбышева (М.И. Роговой) и ВНИИСтром им. П.П. Будникова был разработан в 1974 году технологический регламент, использованный институтом Ленгипростром (г. Ленинград) при проектировании «Опытно-промышленного цеха-автомата строительного кирпича полусухого прессования по шликерной технологии из переувлажненного и засоренного сырья мощностью 15 млн шт. в год» в г.Ухта с высокой прочностью и морозостойкостью.

Принципиальными положениями данной технологии являются:

— приготовление глиняного шликера с использованием электролитов;

— подготовка пресс-порошка с влажностью 8–9 % в распылительной сушилке;

— полусухое прессование пустотелого кирпича – сырца или блоков;

— конвейеризация процессов скоростной сушки и обжига кирпича в однорядном роликовом сушильно-печном агрегате или туннельной сушилке-печи активизирующими низкотемпературное спекание за счет участия химически активных твердых фаз, то есть процессов технического синтеза силикатов [5].

К настоящему времени ряд заводов ЖБИ и КПД промышленных районов Республики ликвидированы, а квалифицированные инженерно-технические кадры и персонал достигли пенсионного возраста и выехали за ее пределы. Во многом это связано с высокой стоимостью жилья в пределах 70...80 тыс. руб/м^2.

На V Северном инвестиционном форуме «Освоение минеральных ресурсов Европейского севера Росии» (г. Сыктывкар, 19.09.2013г.) в разделе 1 каталога «Инвестиционные проекты, планируемые к реализации на территории РК» по п.8 включен проект «Строительство Жешартского керамического завода проектной мощностью 60 млн. шт. условного кирпича в год по пластическому способу производства». Его продукцию предусмотрено использовать в южных районах Республики, Вологодской и Архангельской областях. Исходным минеральным сырьем для предприятия ООО «Жешартский керамический завод» являются легкоплавкие глины Жешартского месторождения, расположенного в 6 км. к юго-востоку от ж. д. ст. Межог. Оно приурочено к 3-й надпойменной террасе правого берега р. Вычегда. Полезная толща представлена юрскими глинами, вскрытыми от контакта с четвертичными отложениями на глубину от 3.4 до 11.8 м. Они содержат карбонатные включения размером от 2 до 4 мм. Это может способствовать при высокотемпературном обжиге образованию брака изделий – «дутика». Балансовые запасы месторождения по категории $A+B+C_1$ по состоянию на 01.01.82 года составляли 144 тыс. м^3. В 1968 году на Красковском опытном заводе ВНИИСтром им. П. П. Будникова были проведены повторные полузаводские испытания, подтвердившие их пригодность для производства строительного кирпича марки «100» методом пластического формования [6].

Они утверждены Северным отделением ГКЗ (протокол № 439 от 9.04.1955 г.) с использованием для ранее проектировавшегося завода мощностью 20 млн шт. в год. Данных запасов минерального сырья явно недостаточно для проектируемого современного завода на 50 лет его эксплуатации. Пластическая технология из-за низкого качества исходного сырья с высокой влажностью по примеру Выльгортского (Сыктывкарского) кирпичного завода, построенного в начале 60-х годов и введенного в эксплуатацию с участием научных сотрудников СФ ВНИИСТа, оказалась нерентабельной из-за низкого качества готовой продукции. Шликерная технология с полусухим прессованием распылительного порошка в виде полых микросфер размером 0.2...0.5 мм, может быть использована для выпуска пустотелого строительного и лицевого кирпича объемного окрашивания тонкомолотыми минеральными добавками вскрышных пород на будущем предприятии с решением ряда вопросов по техногенезу и геоэкологии.

Затронутые вопросы ресурсосбережения и технологии производства, способствующие возрождению современных мини-предприятий, позволяет получить выпускникам УГТУ, колледжей, горным инженерам-геологам, технологам дополнительные представления о технологической минералогии и материаловедении. Без их практических знаний невозможно освоить современные технологические линии предприятий при освоении минеральных богатств Крайнего Севера.

Литература

1. *Бугрим С. Ф.* Стеновые панели из керамзитобетона. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1966. 113 с.

2. *Бугрим С. Ф., Зеликин С. И., Кочурин Н. Н.* Объемное домостроение на Севере. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1968.

3. *Землянский В. Н.* Использование попутных пород бокситовых руд в конструкционном легком бетоне // Строительные материалы. 2004, № 3. С. 54–55.

4. *Зеликин С. И., Землянский В. Н., Роговой М. И., Рябинина А. Г.* Рекомендации по шликерной технологии изготовления керамических материалов. М.: ВНИИСТ (Р-133-72). ОНТИ, 1972. 18 с.

5. *Калинин Э. П., Матюхина Э. А.* Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Коми АССР, масштаба 1:1000000 // Геологический фонд РСФСР. 1986. С. 89–90.

Вторичные ресурсы цветных металлов

П. В. Ивашов
ИВЭП ДВО РАН, Хабаровск

Рассмотрены возможности использования бытового мусора как источника вторичного сырья цветных металлов – олова, вольфрама, серебра, свинца, цинка, меди, никеля.

Значение цветных, редких и рассеянных металлов в промышленности и в других отраслях народного хозяйства общеизвестно и возрастает по мере развития цивилизации [2]. Добыча их из недр приводит к истощению запасов металлов и обуславливает в конечном счете их техногенное рассеяние [9].

Возникающий дефицит металлов, особенно заметно сказывающийся сейчас в России в связи с разрушением СССР, диктует поиски путей их рациональной добычи и оптимального использования. С одной стороны, необходимо бережное рачительное отношение к этому минеральному сырью, а с другой – широкое использование вторичного сырья, т. е. различных материалов и отходов, содержащих редкие, рассеянные и цветные металлы. Поэтому не случайно среди большого круга народно-хозяйственных проблем экономического развития России одна из самых актуальных – рациональное использование вторичных ресурсов, в том числе и лома цветных металлов.

В связи с растущим вниманием к этой проблеме следует отметить один из источников вторичных ресурсов цветных металлов, которому в настоящее время не придают должного значение. Этот источник – бытовой мусор или твердые бытовые отходы (ТБО), с которым практически полностью уничтожается вторичное сырье, содержащее серебро, олово, вольфрам, медь, цинк, свинец, никель, алюминий и многие другие цветные металлы, не говоря уже о железе – представителе черных металлов. Поэтому бытовой мусор на свалках, особенно в районах крупных городов, можно рассматривать как комплексное вторичное месторождение самых разнообразных металлов.

В настоящее время в домашнем хозяйстве в мире ежегодно выбрасывается на свалки различных черных и цветных металлов от 2 до 10 % общего объема мусора, или в среднем 15 кг металла на человека. Сейчас бытовые отходы приобрели исключительно большие объемы во всем мире. Например, в США они составляют свыше 170 млн т в год. Нетрудно представить, какое количество металла выбрасывается с бытовыми отходами во всем мире, если еще в 1971 г. в США вошел в обиход термин «городская руда», подразумевающий мусор как источник металлов. Более того, уже тогда отмечалось, что городские свалки по содержанию некоторых цветных металлов даже богаче, чем первичные природные руды.

В России бытовые отходы также составляют значительные объемы – ежегодно свыше 100 млн т, которые тоже содержат полезные компоненты, в частности тысячи тонн цветных и черных металлов. По данным управления государственного предприятия «Экотехпром» при Московской мэрии, только в Москве ежегодно образуется около 2.5 млн т бытовых отходов – примерно по 200 кг на 1 человека. Проблема бытовых отходов в России в настоящее время особенно актуальна, как с точки зрения охраны окружающей среды, так и утилизации их с целью извлечения полезных компонентов, поскольку кроме цветных и черных металлов мусор содержит значительные объемы бумаги, пластика, полиэтилена, стекла, текстиля и т. д. Поэтому необходима оценка мусора как источника вторичного сырья вообще, а не только цветных металлов.

Что же выбрасывается в составе бытового мусора в виде не нужных уже населению предметов, содержащих ценные цветные металлы? Это прежде всего консервные банки из белой жести. В России, несмотря на спад промышленности, ежегодно производится примерно 15 млрд штук

консервных банок. Только малая часть металлов этих банок вторично используется в процессе утилизации бытовых отходов в Москве, Санкт-Петербурге и в некоторых других городах на заводах, специализированных по переработке бытового мусора. Таких мусороперерабатывающих заводов в стране всего 9, и они способны утилизировать всего лишь около 4 % российских бытовых отходов. Между тем, еще в начале 90-х годов в стране была принята федеральная программа «Отходы», но для ее реализации по данным Департамента Государственного экологического контроля Минприроды РФ требовалось более 1 трлн руб. только на период 1996–1998 гг. Однако денег в бюджете страны на эту проблему в таком количестве не было.

Одним из способов уничтожения бытового мусора является его сжигание на специальных мусоросжигающих заводах. Однако из-за высокого содержания в мусоре мелких металлических предметов он до конца не сгорает, и остается до 46 % не сгоревших золоотходов, которые также приходится вывозить на мусорные свалки. Поэтому извлечение из ТБО металлических предметов выгодно и экологически, и экономически.

К сожалению, во многих крупных городах России таких заводов по переработке бытовых отходов нет и, таким образом, большая часть отечественных консервных банок из белой жести и импортных, преимущественно алюминиевых, идут в бытовой мусор и уничтожаются вместе с ним. Кроме того, сейчас в России нет ни одного приемного пункта, куда можно было бы сдать металлические консервные банки после использования пищевых продуктов, и они выбрасываются в мусор не только домохозяйками, но и работниками государственных и частных учреждений – столовых, буфетов, ресторанов, магазинов и т. д. Между тем консервная банка из белой жести – это не только железо, а прежде всего цветной металл – олово, несмотря на его небольшое содержание в них – от 0.5 до 3.0 г в банке.

Олово является также составной частью упаковочного материала для пищевых продуктов, а также тюбиков для различных паст. И этот оловосодержащий упаковочный материал после использований пищевых продуктов также выбрасывается в мусор и полностью уничтожается, хотя известно, что для того, чтобы получить 1 кг олова при существующих современных технических и технологических возможностях, необходимо найти оловорудное месторождение, добыть и переработать около 100 кг руды [10]. Такое же примерно количество олова содержится в 2000 консервных банок, выброшенных с бытовым мусором на свалку.

На консервные банки в настоящее время в мире идет около 5 млн т белой жести, т. е. от 50 до 80 % мирового производства олова, которое в последние годы достигает 200 тыс. т. ежегодно. Уместно напомнить, что олово – это металл, предназначенный не только для пищевой промышленности – «металл консервной банки» - так образно назвал его академик А. Е. Ферсман [12], но и для техники, поскольку в любой автомашине, тракторе, вездеходе содержится 5-7 кг олова в виде сплавов и припоев [8]. Без олова не обходится ни один радиоприемник, телевизор или магнитофон, не говоря уж о многочисленных научных приборах, больших и малых ЭВМ, компьютерах и калькуляторах. Олово является одним из самых дефицитных и дорогостоящих цветных металлов на мировом рынке и имеет стратегическое значение в экономике развитых стран. Цена его в 2010 г. достигла 25 тыс. американских долларов за 1 т [1]. Пока же в России тысячи тонн олова в составе консервных банок (жестяных), упаковочного материала пищевой промышленности и других отраслей народного хозяйства безвозвратно теряется в мусоре.

Уничтожается вместе с мусором другой цветной металл стратегического значения – вольфрам, содержащийся в электрических лампочках накаливания. Перегоревшая электрическая лампочка идет в мусор вместе с вольфрамовой нитью накаливания. В этом качестве редкий цветной тугоплавкий вольфрам совершенно незаменим и сейчас, спустя 100 лет после изобретения данного бытового электрического прибора.

В мировой электротехнической промышленности только для нитей накаливания используется свыше 100 т вольфрама ежегодно. Между тем в России нет ни одного пункта приема перегоревших лампочек от населения с целью повторного использования вольфрама, не говоря уж о ее металлическом цоколе и высококачественном стекле.

Исходя из потребности в вольфраме только в электротехнике, можно представить, сколько этого дефицитного цветного металла в составе электрических лампочек ежегодно в России уничтожается вместе с бытовым мусором. Тугоплавкий металл вольфрма незаменим и в других отраслях науки и техники, в частности в приборостроении, производстве высококачественной стали и т. д. Цена на вольфрамовый концентрат с 1 %-ым содержанием триоксида вольфрама в 2009 году на Европейском рынке составила 155 американских долларов за 1 т [1].

Сейчас в составе мусора на свалку выбрасываются серебросодержащие фотоматериалы – ненужные фотографии, фотопленка, химреактивы как населением, так и фотоателье. А ведь это вторичное сырье серебра. Однако в России нет ни одного приемного пункта для населения, куда

можно было бы сдать серебросодержащие отходы в виде фотобумаги, фотопленки, рентгеновских фотопленок в медицинских учреждениях. Между тем в 2010 г. на Лондонской бирже металлов цена на серебро составила в среднем 17,49 американских долларов за унцию – 31 г [1].

С бытовым мусором уничтожается также высококачественная сталь, легированная цветными металлами, в виде бритвенных лезвий, причем ежегодно выбрасывается столько лезвий, сколько изготовляется, в том числе и импортных, поскольку этот мелкий металлический утиль некуда сдавать.

В настоящее время кроме отмеченных цветных металлов – олова, вольфрама, серебра – безвозвратно теряются тысячи тонн алюминия, цинка, меди, свинца, никеля и многих других металлов, а также их сплавов в виде выброшенных на свалку отслуживших в домашнем хозяйстве оцинкованной, алюминиевой и медной посуды, ненужных изделий из бронзы, тюбиков из-под зубной пасты и кремов, аэрозольных баллончиков, металлических игрушек, никелированных бытовых предметов, домашней утвари из нержавеющей стали, бытовых электроприборов – старых холодильников, радиоприемников, телевизоров, электрических плиток со спиралями накаливания из тугоплавких цветных металлов, металлических емкостей из-под масляных и других красок, лаков и олифы, металлических крышек от стеклянных банок и бутылок, медицинских «градусников» (ртутных термометров) и многих других металлических «мелочей», которые никогда и никем не собирались у нас как металлолом, и, следовательно, никогда не были в поле зрения ни Вторчермета, ни Вторцветмета из-за их «мелочности».

Между тем подсчитано, что только на упаковку папирос с помощью металлической фольги (примерно 1.5 г на пачку) при миллионных экземплярах этой продукции требуются сотни тонн цветного металла, который уничтожается с мусором.

С крышками от сосудов с молочными продуктами ежегодно в России теряются десятки тонн алюминия, а с аэрозольными упаковками, тюбиками из-под зубных паст, клея, кремов – свыше 120 тыс. т этого металла.

Ежегодно в России выбрасывается в мусор и, следовательно, уничтожается около 15 тыс. т цинка в виде различных батареек к бытовым электроприборам – радиоприемникам, магнитофонам, карманным фонарикам и 17 тыс. т свинца в составе автомобильных аккумуляторов.

Можно привести пример с люминесцентными лампами. Еще недавно в Москве и Московской области ежегодно выбрасывалось свыше 15 млн штук этих ламп, содержащих вредный для окружающей среды цветной тяжелый металл – ртуть. Между тем ртутные люминесцентные лампы можно вторично использовать, путем утилизации, получая ртуть и стекло и изолируя таким образом окружающую среду от загрязнения этим токсичным тяжелым металлом. И лишь в последние годы только начали строительство в стране заводов по переработке ртутьсодержащих люминесцентных ламп. Такой завод по утилизации ртутьсодержащих люминесцентных ламп и отслуживших приборов построен в Хабаровском крае (г. Амурск) и успешно функционирует с 2004 г. [5].

Для решения проблемы вовлечения в народное хозяйство цветных металлов, находящихся в составе бытового мусора, необходимо провести ряд организационных мероприятий. Во всех крупных жилых массивах городов и поселков целесообразно организовать пункты приема домашнего вторичного сырья, содержащего цветные металлы в виде мелкого металлолома. Вероятно, надо предусмотреть возможность обмена (естественно, с доплатой) на пунктах приема или в магазинах отслуживших свой век изделий на новые, например перегоревших электрических лампочек, бытовых мелких электроприборов, металлической посуды, электробатареек и т. д.

По-видимому, надо ввести дифференцированную плату за сдаваемые на пунктах приема бытовые металлические мелочи, изготовленные из цветных металлов, исходя из дефицитности, ценности содержащегося в них редкого металла и себестоимости получения его из первичного сырья (руды). Это будет стимулировать население не выбрасывать металлические мелочи в мусор, а сдавать их в приемные пункты.

Вероятно, в городах страны с населением свыше 500 тыс. жителей целесообразно строить заводы по переработке и утилизации ТБО для извлечения из них полезных компонентов, прежде всего цветных металлов, а также для ликвидации городских свалок, занимающих, как правило, огромные территории в окрестностях жилых мест и загрязняющих окружающую среду. Такой подход будет способствовать оптимизации экологического состояния окружающей среды, особенно в районах крупных городских агломераций [6].

Необходимо предусмотреть, чтобы еще на «стадии выбрасывания» бытовой мусор дифференцировался по его видам. Для этой цели в городских жилых кварталах должны быть поставлены специализированные контейнеры – для металлов, для бумаги (макулатуры), для стекла и т.д. Это значительно сократит затраты на утилизацию бытового мусора, особенно его важной составной части, отслуживших свой век металлических домашних мелочей. Поэтому среди населения не-

обходимо проводить воспитательную работу, чтобы бытовой мусор дифференцировался еще в домашних условиях и его составные части складировались в указанные специализированные контейнеры.

Опыт зарубежных стран показывает, что бытовые отходы, содержащие цветные металлы, могут успешно утилизироваться. Так, в Японии за счет утилизации только жестяных и алюминиевых консервных банок и бытовых приборов ежегодно получают тысячи тонн железа, алюминия, цветных металлов [11]. Еще в 1985 г. в этой тсране было изготовлено 3 млрд алюминиевых банок под пиво, из них 1,2 млрд было утилизировано путем сбора от населения за плату по 100 иен за 1 кг баночного металлолома [3].

В настоящее время в России утилизация вторичных ресурсов в виде ТБО может оказаться одним из важнейших источников производства дефицитных цветных металлов. Их регенерация из такого вторичного сырья будет способствовать сохранению первичных природных ресурсов, снижению трудовых и материальных затрат, уменьшению загрязнения окружающей среды.

Расчеты показывают, что за счет потребления вторичных ресурсов при производстве 1 т первичного алюминия можно сэкономить около 5 т бокситов, а при производстве 1 т меди – почти 130 т медной руды [7]. Трудовые затраты на сбор и переплавку 1 т металлолома примерно в 7 раз меньше, чем при производстве, например, чугуна из железной руды. Количество газовых выбросов из ТБО при этом может уменьшиться в 9 раз.

Экономическая эффективность производства материалов из вторичных ресурсов выше, чем из первичного сырья и по другим показателям. Например, на получение 1 т алюминиевых сплавов электроэнергии расходуется меньше в 27 раз, условного топлива в 7.4 раза, себестоимость ниже в 2.5 раза, а удельные капитальные вложения в 8 раз. При производстве бронзово-латунных сплавов из вторичного сырья электроэнергии расходуется в 5 раз меньше, условного топливо в 3.4, себестоимость в 2.5, удельные капитальные вложения в 10 раз. Примерно такие же экономические показатели дает использование вторичного сырья и при производстве других цветных металлов.

Следует отметить, что сплавы, полученные из лома и отходов, имеют высокие механические свойства и по качеству не уступают изготовленным из металлов, выплавленных из первичной руды. Кстати, в развитых странах – США, Англии и Германии – отсутствует разделение сплавов на «первичные» и «вторичные», т. е. изготовленные из вторсырья или первичных руд. Независимо от того, из какого сырья получены материалы, они по зарубежным стандартам должны обладать определенными технологическими свойствами. Поэтому потребителя не должно интересовать происхождение сплава или металла, если они по своим свойствам и составу соответствуют всем техническим требованиям.

Необходимо особо подчеркнуть, что утилизация ТБО может получить существенное развитие как одно из направлений в энергосбережении. Бытовые отходы, после извлечения из них металлов, можно широко использовать в топливной энергетике. Их теплотворная способность весьма близка к таковой каменного угля и составляет в среднем о 4 до 8 тыс. ккал/кг. Опыт работы электростанций на сжигаемых бытовых отходах в зарубежных странах показывает, что это одно из важнейших экологических направлений в оздоровлении окружающей среды. Так, в Японии в 1984 г. в эксплуатации находилось 73 электроагрегата, работающих на сжигании бытовых отходов, суммарной мощностью около 215 тыс. кВт. В середине 80-х гг. мощность самого крупного из них была 12 тыс. кВт. Стоимость электроэнергии, вырабатываемой на мусоросжигательных установках, составляет в среднем 5,8 иен за 1 кВт/ч против 13 иен на АЭС, 14 – на ТЭС, работающей на угле, и 17 – на ТЭС, работающей на сжиженном природном газе [11].

Однако хорошим высококалорийным энергоносителем ТБО становятся после извлечения из них металлических предметов. Бытовой «безметалльный» мусор можно сжигать и автономно, и совместно с каменным углем на обычных ТЭЦ. В получающейся золе может содержаться до 35 % глинозема, т.е. она почти равнозначна бокситам, которые некоторые предприятия России в настоящее время закупают за границей по 25-30 долларов за 1 т как сырье для алюминиевой промышленности.

«Зольный» глинозем можно использовать и для производства коагулянтов – средств очистки сточных и питьевых водопроводных вод. Коагулянтов, незаменимых средств при качественной водоподготовке питьевой воды перед подачей ее в водопроводную сеть России, хронически не хватает, и их запасы приходится пополнять за счет закупки за рубежом, хотя на мировом рынке 1 т коагулянтов стоит 300 долларов. Кроме того, из этого же глинозема можно получать высококачественный цемент, силикатный кирпич и другие строительные материалы [4].

За счет содержания в ТБО металлических предметов, которые затруднительно извлекать при рассортировке мусора, зола ТЭЦ, сжигающей ТБО, обогащена цветными металлами – оловом, никелем, медью, кобальтом, цинком и другими до концентраций, рентабельных для промышленного извлечения. Следовательно, зола ТЭЦ, осо-

бенно как продукт сжигания ТБО или совместно с каменным углем, становится своего рода вторичной рудой цветных металлов. Можно лишь отметить, что в России уже скопилось свыше 1 млрд т золы ТЭЦ и ежегодно к этому количеству добавляется примерно 150 млн т [4].

Итак, бытовой мусор, по существу, можно рассматривать как комплексное вторичное сырье. С одной стороны это источник цветных металлов (и черных тоже), а с другой – энергоноситель, который может найти в России широкое применение в топливной энергетике. Поэтому использование этого вторичного сырья в указанных направлениях позволит улучшить состояние окружающей среды в крупных городах.

Необходимость организационных мер, направленных на стимулирование сбора мусора населением, а также на полную утилизацию бытовых отходов как энергоносителей, и эколого-экономическая оценка этих мероприятий представляет современную актуальную комплексную научную проблему. Ее решение даст возможность получить источник цветного металлолома, каким является бытовой мусор, а также будет способствовать улучшению экологического состояния окружающей среды в регионах России.

Ключевые слова: вторичные ресурсы, цветные металлы, олово, вольфрам, серебро, свинец, цинк, медь, никель.

Литература

1. *Архипов Г. И.* Минеральные ресурсы горнорудной промышленности Дальнего Востока. Обзор состояния и возможности развития. М.: Изд-во «Горная книга». 2011. 830 с.

2. *Ванецкий С. И.* О редких и рассеянных. М.: Металлургия. 1990. 169 с.

3. *Иванов С. В., Мельник Л .Г., Шепеленко А. М.* В борьбе с драконом «Когай». Опыт природопользования в Японии. М.: Мысль. 1991. 236 с.

4. *Ивашов П. В.* Техногенез и окружающая среда // Геология и геофизика. 1988. № 10. С. 128–129.

5. *Ивашов П. В., Кот Ф. С.* Опыт проведенбия биогеохимической экспертизы проекта «Региональный центр демеркуризации в Хабаровском крае» // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. М.: ГЕОХИ РАН. 2010. С. 410–413.

6. *Ивашов П. В., Пан Л. Н.* Значение утилизации отходов промышленного производства в оптимизации экологического состояния окружающей среды // География и природные ресурсы. 1992. № 4. С. 43–49.

7. Использование вторичного сырья и отходов в производстве. М.: Экономика. 1983. 168 с.

8. *Остроменцкий Н. М., Косов Б. М., Овчинников Л. И.* Оценка месторождений при поисках и разведке. Вып. 2. Олово. М.: Недра. 1966. 260 с.

9. *Перельман А. И.* Атомы-спутники. М.: Наука. 1990. 176 с.

10. *Скирстымонская В. М.* Олово // Марганец. Олово. М.: Наука. 1972. С. 308–317.

11. *Тихоцкая И. С.* Япония: проблема утилизации отходов. М.: Наука. 1992. 102 с.

12. *Ферсман А. Е.* Занимательная геохимия. Л.: Детгиз. 1954. 488 с.

Газогидраты – топливо будущего?

Е. П. Калинин
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Введение

В последнее время в связи с усиленной эксплуатацией газовых месторождений и с их истощением все большее внимание привлекает новый нетрадиционный источник газа – это гидраты метана. Однако пока эти соединения не были найдены в природе, интерес к ним был чисто академическим. В 1930-е годы появились первые факты, что твердые гидраты осаждаются на стенках и забивают трубопроводы природного газа.

Советские ученые во главе с академиком А. А. Трофимуком высказали гипотезу о том, что при достаточно высоком давлении и низких температурах в осадочной оболочке Земли природный газ может образовывать месторождения в твердой фазе в виде кристаллогидратов – образованных молекулами метана и воды. Подобное предположение в 1946 г. было высказано И. Н. Стрижевым. И, наконец, в 1970 г. в Государственном реестре СССР было зафиксировано научное открытие «Свойство природных газов находиться в земной коре в твердом состоянии и образовывать газогидратные залежи». Авторы открытия: В. Г. Васильев, Ю. Ф. Макогон, Ф. А. Требин, Н. В. Черский, А. А. Трофимук. Впоследствии впервые обнаружены скопления газогидратов на дне озера Байкал (акад. М. И. Кузьмин) [1, 3].

Мировые ресурсы газогидратов

Открытия советских ученых произвели определенный резонанс в мире для оценки газогидратов как возможно нового энергетического ресурса. А во многих промышленно развитых странах (Япония, США, Канада и др.) газогидраты

стали уже рассматриваться как *реальный* энергетический ресурс. Однако до сих пор нет ясности – какие геологические и природные факторы контролируют формирование и сохранение скоплений газогидратов. Далека от реализации и проблема разработки этих образований, не определены критерии рентабельности эксплуатации такого оригинального вида минерального сырья.

По наблюдениям, сделанным в 1960-е годы, «твердый природный газ», или гидрат метана, является неотъемлемой составной частью сибирских месторождений газа. С тех пор газовые гидраты стали находить повсеместно в океанических осадках континентальных и островных склонов, в глубоководных осадках внутренних морей и озер и в осадках полярных областей, которые встречаются как на континентах, так и на континентальных морских шельфах. В вечной мерзлоте Арктики газовые гидраты можно встретить на глубине от 150 до 2000 м, но чаще всего они встречаются в океанических отложениях мощностью несколько сотен метров, которые залегают на дне моря на глубине больше 500 м.

Хотя точный объем мировых запасов гидрата метана остается дискуссионным, в значительной степени из-за нехватки промысловых данных считается, что общие запасы необычайно велики. В настоящее время объем гидратов метана оценивается величиной порядка 21 000 трлн куб. м. Эта цифра более чем в 100 раз превосходит доказанные запасы обычного газа!

В России наиболее перспективными в отношении ресурсов газогидратов являются арктические и приарктические районы с вечной мерзлотой и в первую очередь – север Западной Сибири. Мессояхское месторождение этого региона является первым в стране, где газогидратные залежи были открыты и впервые опробованы методы их разработки. Применялся режим сжижения пластового давления в подгидратной газовой залежи. В масштабах этого огромного региона месторождения является мелким, но его наличие позволяет рассчитывать на открытие других, более значимых по ресурсам газогидратных образований. По оценкам специалистов ВНИИгаз, общие ресурсы гидратного метана севера Западной Сибири оцениваются в 111 трлн м^3, в том числе в крупных сконцентрированных скоплениях – 34 трлн м^3 [2].

Газогидраты в Печорском нефтеносном бассейне

Первые предположения о возможности нахождения газов в земной коре в виде газовых конденсатов были высказаны в 1946 г. И. Н. Стрижевым. О возможности газогидратообразования в недрах Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна (ТПНГБ) указывалось неоднократно. Первая попытка оценить масштабы процесса газогидратообразования и ресурсы газа в гидратном состоянии в недрах ТПНГБ была сделана А. Н. Вороновым в 1979 г. [4]. Прогнозные запасы газа в твердом состоянии оценены объемно-статистическим методом и составили по его данным 0,2–0.6 трлн м^3. В 1983 г. Якутским филиалом СО АН СССР было повторено определение глубин залегания подошвы зоны гидратообразования в Печорском бассейне, но без оценки потенциальных запасов газогидратов.

В 1985 г. Н. Н. Тимониной, Ю. И. Зытнером, В. П. Якуцени проанализированы последние сведения о распространенности и мощностях многолетнемерзлых пород в разных частях Печорского нефтегазоносного бассейна, оценены температурные условия в его недрах и определены потенциальные глубины зоны гидратообразования. Основываясь на данных о распространении изотерм, характеризующих обстановку газогидратообразования и учитывая влияние минерализации пластовых вод на этот процесс, авторы вышеуказанной работы [5] оценили глубины возможного распространения зон гидратообразования (ЗГО) и определили области их развития.

Было установлено, что в северных районах Печорского НГБ существуют благоприятные термодинамические условия для образования газогидратов вплоть до глубин 1500 м (Коротаихинская впадина). На валу Сорокина – это глубины от 1170 до 1400 м. На Варандейской и Торавейской площадях глубина возможного обнаружения газовых гидратов сокращается до 910 м. В Денисовской впадине глубины обнаружения газогидратов сокращаются до 740 м (Южно-Шапкинская площадь). Для Сандивейской и Салюкинской площадей эти глубины составляют 600–670 м. Все эти цифровые показатели условно корректируются с максимальными глубинами промерзания (до 600 м) и характерны в основном для Коротаихинской и Хорейверской впадинам.

Ресурсы газа в зонах возможного газогидратообразования с учетом новых данных по глубинам залегания подошвы ЗГО, ее площади и мощности могут составить 0.7–0.8 трлн м^3. Следует еще раз подчеркнуть о наличии сегодня непреодолимых трудностей, связанных с промышленной разработкой газогидратов, при которой коэффициент извлечения из них газа снижается до 0.2 вместо 0.8–0.85 для свободных газов.

И все же выявление и изучение газогидратных залежей является задачей недалекого будущего, особенно в верхах разреза крупных газовых скоплений, поскольку в перспективе газогидраты могут быть заметным нетрадиционным резервом природного газа.

Заключение

Практически все газогидратные месторождения ждут создания новых методов и технологий, поэтому начало их промышленной разработки потребует, как минимум, десятилетия. Однако началась настоящая гонка за новым источником энергии. Лидерство принадлежит Японии. За ней, судя по объему инвестиций и количеству реализуемых проектов, плотно идет США. Наращивают инвестиции Китай, Индия, Южная Корея. В последние годы шельфовыми газогидратами все интенсивнее интересуется Канада, Норвегия, Германия, Франция, Италия, Украина и Австралия. США и Япония имеют государственные программы, направленные на развитие газогидратных технологий и финансируемые за счет средств федеральных бюджетов. В России таких программ пока нет. Однако есть надежда, что со временем газогидраты, учитывая их огромный ресурсный потенциал, получат определенное звучание в программе развития российской энергетики и перейдут из категории потенциально привлекательных источников топлива будущего в категорию мощного и эффективного энергоресурса.

До настоящего времени не существовало разработанной технологии извлечения и сохранения такого газа. Лишь недавно ИТАР ТАСС сообщил, со ссылкой на канадское агентство новостей, о промышленной добыче газа из газогидратного месторождения на берегу моря Бофорта. Эта новость может изменить весь мировой рынок «голубого» топлива. Многие государства, имеющие газогидратные месторождения на своих шельфах, овладев технологией извлечения газа, могут отказаться от традиционного сырья, получаемого из разных стран, в том числе и из России [6].

Литература

1. *Добрецов Н. Л.* О приоритете открытия газогидратов // Наука из первых рук, 2010. № 2 (32).

2. *Калинин Е. П.* Газогидраты (обзор) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. № 11. С. 23–27.

3. *Макагон Ю. Ф., Трофимук А. А., Царев В.-П., Черский Н. В.* // Геология и геофизика, 1972. № 4. С. 36.

4. Нетрадиционные источники углеводородов. Л., 1982. Науч. тр. / ВНИГРИ. 159 с.

5. *Тимонина Н. Н., Зытнер Ю. И., Якуцени В. П.* Нетрадиционные источники газа в Печорском нефтегазоносном бассейне // Препринт из серии «Научные рекомендации народному хозяйству» Коми филиала АН СССР, 1985. Вып. 50. 34 с.

6. *Тулохонов А. К., Слипенчук М. В.* Космос, океан, Байкал: освоение и размышления о будущем // Вестник РАН, 2013. Т. 83. № 10. С. 908.

Редкоземельные элементы в российской экономике

С. В. Лопатко[1], А. Б. Макеев[2]

[1] ООО «Коралайна Инжиниринг», Москва

[2] ИГЕМ РАН, Москва

Крупные аварии в атомной энергетике, несомненно, оказывали влияние на рынок редкоземельных элементов, стимулировали рост цен и потребности в данном виде сырья. Авария на АЭС в США была первой, которая вызвала многократный рост научных исследований по редкоземельной тематике.

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. привела к переоценке не только перспектив развития атомной энергетики в мире, но и потребовала увеличения производства первичной редкоземельной продукции в СССР.

В 1988 г. была сформирована отраслевая программа увеличения производства редкоземельных элементов на 30 тыс. т в год к 1995 г. в рамках Министерства среднего машиностроения на базе трех сырьевых источников – хибинского апатита, костного детрита и попутного извлечения при добыче урана месторождений Средней Азии и Казахстана. Переработка костного детрита месторождения Меловое – это гидрометаллургические заводы в городах Лермонтов и Днепродзержинск. В 1992 г. они должны были выйти на производство соответственно 450 и 1 400 т первичного концентрата оксидов РЗЭ соответственно. Добыча и переработка костного детрита месторождения Меловое в Казахстане была прекращена в 1997 г., а складские запасы урановых руд полностью переработаны к 2002 г. Спектр получаемого концентрата РЗЭ из этого вида сырья уникален, содержание средних и тяжелых лантаноидов превышало 60 %. В этот же период была прекращена добыча и переработка редкоземельных руд с высоким содержанием иттрия месторождения Кутесай в Киргизии.

В 1990 г. в течение двух месяцев была построена и введена в эксплуатацию первая очередь производства на одной из двух технологических

веток Кирово-Чепецкого химкомбината мощностью 1 200 т концентрата оксидов РЗЭ в год.. Это производство функционировало на протяжении почти 6 лет и произвело более 16.5 тыс. т оксидов РЗЭ преимущественно цериевой группы из хибинского апатитового концентрата. В связи с распадом СССР не была построена вторая очередь объекта в Кирово-Чепецке, производственные мощности по извлечению попутных РЗЭ на других химических заводах. Это не позволило России увеличить попутное производство оксидов РЗЭ до 25 тыс. т в год при переработке хибинского апатитового концентрата по нитратной схеме. В связи с сокращением объема производства хибинского апатитового концентрата до 10 млн. т в год и направлением основного объема производимого фосфорного сырья на предприятия компании «ФОСАГРО» с сернокислотной схемой вскрытия, потенциальные объемы попутного извлечения РЗЭ составляют в настоящее время не более 30–40 тыс. т в год. (в 1990 г. 115–140 тыс. т).

В 1989 г. Министерством цветной металлургии СССР были введены в строй мощности по комплексной переработки 24 тыс. т в год лопаритового концентрата Ловозерского ГОКа на Соликамском магниевом заводе хлорным способом с получением 8 300 т оксидов РЗЭ в хлоридном плавне. Лопаритовый концентрат содержит в основном РЗЭ самой дешевой цериевой группы, при достаточно высоком их содержании. Необходимость перевода половины мощностей Соликамского магниевого завода на переработку более качественного импортного сырья с высоким содержанием Ta, Y и дефицитных лантаноидов для специалистов атомной отрасли стала очевидной уже к 1995 г. Особую актуальность это приобрело сейчас, в связи с монопольным положением Китая на мировом рынке иттрия и тяжелых лантаноидов. В полной мере это относится и производству пентаксидов тантала и ниобия, производство которых осталось в Казахстане и Эстонии. Это ключевой действующий актив для обеспечения иттрием и дефицитными лантаноидами предприятий атомной отрасли и ВПК, а также для возвращения России на мировой рынок иттрия и РЗЭ.

Авария на АЭС «Фукусима» не оставила мировой атомной отрасли выбора. Дальнейшая эксплуатация действующих АЭС, и тем более строительство новых объектов возможна только с широким использованием РЗЭ. Для использования в атомных реакторах для поглощения тепловых нейтронов пригодны 17 металлов. В их числе: шесть редкоземельных (Sm, Gd, Eu, Dy, Er и Tm), два платиноида (Rh и Ir), Au, Ag, Re, а также B, Hg, In, Cd, Hf и Ta. Из них два выгорающих – бор и гадолиний.

Бор самый дешевый из применяемых поглотителей тепловых нейтронов, но имеет ряд технологических особенностей нивелирующих это достоинство. Это радиационная нестойкость в сплавах и бетоне, выделение газообразных продуктов деления и возможность образования радиоактивного трития при повышенном потоке тепловых нейтронов. Срок службы борных элементов в ядерной зоне не превышает 1.5–2 лет, что усложняет конструкцию и эксплуатацию атомного реактора. Использование бора-10 в конструкциях современных реакторов следует минимизировать, а в аварийных ситуациях ограничить начальной фазой ликвидации.

Отличительной и важнейшей особенностью *двух изотопов гадолиния является гигантское сечение захвата тепловых нейтронов,* что позволяет моментально прекращать деление ядер или количественно регулировать параметры ядерной зоны атомного реактора. Поэтому он незаменим в системах аварийной защиты, в мобилизационных условиях, в сплавах на основе ванадия, титана и черных металлов, при хранении ОЯТ, предаварийных и аварийных ситуациях на реакторах любого типа. Все сплавы и соединения гадолиния после использования в атомной энергетике подлежат рециклу. *В связи с переходом гадолиния в стабильные четные изотопы и возможностью последующего возврата в другие сферы использования объемы его применения в атомной энергетике определяются не биржевыми ценами, а должны регулироваться государством.* Для использования в качестве мобилизационного средства на АЭС любого типа может найти применение сплав Sm-Gd с примесями РЗЭ (в сумме по двум элементам не менее 75 %), а также лигатуры этого сплава с гафнием.

Нашли промышленное применение сплав серебра (80) с индием (15) и кадмием (5), и в последние годы сплавы гафния с РЗЭ. Можно прогнозировать, что в ряде стран (Китай, Тайвань, Япония и США) в качестве вынужденной меры могут использовать в ядерной зоне реакторов АЭС Rh и Ir в виде сплавов с In и РЗЭ. Перспективы применения тантала не ясны и возможны только в качестве лигатурного сплава с РЗЭ.

В промышленности атомного машиностроения три редкоземельных металла – Dy, Er и Sm, вместе с Hf и Re, будут использоваться не только в органах регулирования реактивности ядерной зоны и поглотителей тепловых нейтронов, но и для создания биологической нейтронной защиты. Масштабы их применения в этой сфере в ближайшие 25 лет должны увеличиться, как минимум, на 2–3 порядка. С учетом этого фактора должна быть пересмотрена стратегия и приоритеты развития редкоземельной промышленности Рос-

сии на современном этапе. Потребности атомной отрасли России в Gd, Dy, Er и Sm останутся высокими на протяжении ближайших 50 лет. Связано это с абсолютным превосходством данных РЗЭ по индексу возобновления полной активности и стоимости. Эти редкоземельные металлы имеют ключевое значение для безопасного развития атомной энергетики U-Pu цикла, они будут активно закупаться, и накапливаться государственными резервными системами ведущих стран Мира.

Исключительно фактором «Фукусимы», может быть объяснен рост цен в марте-апреле 2011 г. на мировом рынке редкоземельных элементов, и особенно рост цены гафния металла чистотой 95–99 % до 3 540 $ США за 1 кг, цена 2010 г. 220–650 $. Не вызывало сомнений, что в августе-сентябре 2011 г. произойдет вторая коррекция мировых цен на Dy, Er, Sm, Gd и Eu. Биржевые цены на Er и Eu к октябрю 2011 г. должны были превысить 2 000 $ за 1 кг металла и оксида; Gd и Sm войти в диапазон 300–500, а Dy – 1 500–2 000 $ за 1 кг металла и оксидов. Так оно и произошло.

Парадоксальность современной рыночной ситуации состоит в том, что одна страна на 97 % обеспечивает весь Мир первичным редкоземельным сырьём. Посадка мировой промышленности на китайскую экспортную квоту в 30–35 тыс. т оксидов и металлов РЗЭ это приглашение России занять достойное место в мировой добыче и торговле редкоземельным сырьем и продукцией на их основе. Китай начал контролировать глобальную редкоземельную промышленность в конце 90-х годов прошлого столетия, но в настоящее время правительство КНР предполагает ограничить или полностью запретить экспорт некоторых видов редких земель. Это вызвало резкий подъем деятельности в сфере геологоразведочных работ в других регионах мира, направленных на поиск и исследование новых месторождений редкоземельного сырья.

Исходя из этих предпосылок, Правительство РФ взяло курс на разработку специальной Программы и создание условий для ускоренного развития редкоземельно-редкометалльной отрасли в стране и вовлечение в отработку наиболее подготовленных для этого месторождений. Проблема получения редких земель имеет два аспекта – геологический и технологический. Технологический фактор имеет ключевое значение для получения иттрия, средних и тяжелых лантаноидов не только из минералов циркония, танталниобатов и флюорита, но и метамиктных фаз в том числе. Из-за нерешенности технологических проблем, только за последние 20 лет потеряно при переработке хибинского апатитового концентрата свыше 2.5 млн т оксидов легких РЗЭ, учтенных Государственным Балансом России.

Уникальность карбонатитового месторождения Томтор, расположенного на севере Республики Якутии, с геологической точки зрения сомнений не вызывает. Но по спектру и содержанию РЗЭ в рудах, технологичности руд с высокой радиоактивностью это рядовой объект, а с экономической точки зрения его следует вовлекать в эксплуатацию нашим потомкам только через двести лет. К отрицательным факторам освоения месторождения Томтор относятся: суровый климат, вечная мерзлота, мощность пород вскрыши 6–190 м, сезонность работы ГОКа, высокая льдистость и влажность руд. Высокая дисперсность руд – 20 мкм, и изоморфный характер распределения полезных компонентов в силико-алюмофосфатах не позволяют использовать большинство методов обогащения и вынуждают сразу подвергать всю руду гидрометаллургическому переделу по чрезвычайно сложной, многоэтапной и экологически опасной схеме. Спектр РЗЭ месторождения Томтор преимущественно цериевый, с несколько повышенным содержанием Eu и рядовым Y. Как источник дефицитных РЗЭ и Y это мелкий объект. Удаленность от центров переработки, необходимость транспорта руды влажностью 20–25 % с перегрузом через порты Северного морского пути на расстояние до 7 тыс. км еще больше ухудшает экономику проекта. Инфраструктура района месторождения не развита, ее создание потребует гигантских вложений. Месторождение не обеспечено энерго- и трудовыми ресурсами и технологически не подготовлено к освоению. Все работы по проекту «Томтор», по-нашему мнению, подлежат закрытию.

Анализ минерально-сырьевой базы РФ показывает целесообразность освоения, в ближайшие два года, только месторождений редкоземельно-стронциевого апатита и эвдиалита ряда участков Ловозерского плутона Кольского полуострова. Район с развитой инфраструктурой позволяет быстро восстановить производственные мощности Ловозерского ГОКа. При получении на объектах первой очереди 1.2 млн т редкоземельно-стронциевого апатитового концентрата переработка должна производиться на простаивающем по причине отсутствия концентрата апатита Кирово-Чепецком химическом комбинате компании «Уралхим» с нитратной схемой вскрытия. Вся экономика и рентабельность проекта базируются на возможности переработки и получения попутно 85 тыс. т первичного редкоземельного концентрата. Технология получения оксидов РЗЭ была опробована на Кирово-Чепецком химическом комбинате в конце 1980-х годов. Подобное производство (цеха) можно ввести в строй в течение полугода, используя готовые технологические модули и сорбенты, производимые рядом оте-

чественных и зарубежных фирм. Такое производство обеспечит все потребности России в легких РЗЭ цериевой группы и позволит начать экспорт на мировой рынок ферроцерия, мишметалла и полировальных порошков, а также первичного концентрата РЗЭ в Китай в значимых объемах.

Практически с нуля необходимо создать в России производственные мощности по переработке по схеме катионного замещения 1–1.5 млн т в год концентрата эвдиалита с получением в качестве отхода щелочного эвдиалита для нужд керамической промышленности. Учитывая уникальный спектр РЗЭ в эвдиалите, это позволит полностью обеспечить внутренний спрос на Y, Lu, Dy, Er, Sm и Gd, а также ряд других РЗЭ и наладить их экспорт. В отличие от проектов месторождений карбонатитового генезиса ресурсы эвдиалита Ловозерского плутона превышают 10 млрд. т, а высокое содержание иттрия, средних и тяжелых лантаноидов в сочетании с низкой радиоактивностью обеспечат приемлемую экологию и высокую рентабельность.

Основное внимание необходимо уделить в условиях рыночной экономики технологическим проектам, связанным с извлечением высоколиквидных тяжелых лантаноидов и иттрия из отечественного и импортного циркониевого сырья. Россия является крупнейшим мировым продуцентом и поставщиком первичного концентрата бадделеита в Норвегию и Японию по бросовым ценам. Это крупнейший, независимый от Китая, источник Lu, Dy, Er и Y для экономик США и Японии. Стоимость только попутных Lu и Dy в 10 раз и более превышает экспортную выручку от продаж концентратов. Необходимо или пересмотреть формулу ценообразования на экспортируемые частной компанией концентраты бадделеита или наладить их комплексную переработку в России на ФГУП «Чепецкий механический завод».

Одним из потенциальных источников редких и РЗЭ являются попутные их концентрации в титан-циркониевых россыпных месторождениях России. Учтены в ГКЗ, но по разным причинам не отрабатываются 15 таких россыпных месторождений. В стадии до изучения находится известное с 1960-х годов крупное Пижемское титановое месторождение в ильменит-лейкоксен-кварцевых песчаниках Вольско-Вымской гряды (Средний Тиман). Пилотные технологические исследования переработки руд Пижемского месторождения показали возможность извлечения попутных редкоземельно-редкометалльных минералов – циркона, монацита, ксенотима и колумбита из лейкоксен-ильменитовых концентратов и руд. Обращает на себя внимание высокое содержание Dy и Er в спектре РЗЭ полученных концентратов.

Приведенный обзор позволит помочь участникам российского рынка выбрать оптимальные экономичные подходы к решению весьма сложной проблемы – восстановлению редкоземельной промышленности в стране. Учитывать в максимальной степени потребности наиболее динамичной атомной отрасли промышленности и энергетики России в Gd, Sm, Dy и Er, а также отраслей ВПК в Lu. Необходимо оставить иллюзии по важности приоритетного освоения гигантского карбонатитового месторождения Томтор с целью производства РЗЭ, и наоборот, ускоренными темпами осваивать месторождения Кольского региона.

Геоэкологические аспекты разработки медно–колчеданных объектов Южного Урала

С. К. Мустафин
БашГУ, Уфа

Большинство колчеданных месторождений всех стратиграфических уровней на Южном Урале сформировалось в предостроводужных и задуговых условиях в связи с контрастными риолит-базальтовыми комплексами вулканических трогов [5].

Конвергентность современных и древних колчеданных залежей обусловлена залеганием в зеленокаменных породах, преобразованных в РТ-условиях, близких по параметрам отложения современных массивных сульфидов в Мировом океане [2].

Медно-колчеданное оруденение территории Республики Башкортостан (РБ) представлено объектами «уральского» и «баймакского» промышленных типов, генетически связанными с рудоносными вулканитами карамалыташской (D_2e) и баймак-бурибаевской (D_2gv) свит, развитыми в пределах Учалинского, Сибайского, Баймакского и Бурибайского рудных районов и эксплуатируются предприятиями Уральской горно-металлургической компании.

Минеральное сырьё медно-колчеданных месторождений является комплексным по соста-

ву и содержит в качестве основных полезных компонентов медь от 0.9 до 6.8 % (в среднем 1.5 %), цинк — от 1.0 до 6.2 % (в среднем 1.7 %) и серу. Сопутствующие полезные компоненты представлены: Au, Ag, Cd, Se, Te, In, Ga, Ge, присутствуют PGE.

Вредными примесями минерального сырья являются: As, Hg, Mn, Tl, $BaSO_4$ и др.

В рудах объектов известно более 80 минералов; главными являются пирит, халькопирит, сфалерит, кварц, барит. Сложный минеральный состав гипогенных руд, разнообразие текстур и структур, геохимическая зональность и др.определяют пространственно-временную неоднородность медно-колчеданного оруденения.

Товарная продукция обогатительных фабрик ГОКов — медный, цинковый и пиритный флотационные концентраты. В связи с отсутствием спроса на пиритный концентрат, как сырьё для сернокислотного производства, этот продукт не выделяется и уходит в хвосты флотации, загрязняя окружающую среду (ОС).

Обоснована эффективность извлечения селена и ртути из цинкового концентрата.

Недропользование оказывает на ОС мощное техногенное газо-аэрозольное, пылевое, гидродинамическое, гидрохимическое, механическое, химическое, шумовое, сейсмическое, тепловое воздействие, вызывает отчуждение и изъятие земель, изъятие невозобновляемых ресурсов недр, нарушение природного ландшафта [4].

Техногенный ландшафт региона исследования формируют карьеры отработанных месторождений Бурибаевского, Маканского, Таш-Тау, Бакр-Тау, Балта-Тау, Куль-Юрт-Тау. Достигли проектной глубины Учалинский (370 м) и Сибайский (500 м) карьеры, добыча ведётся в карьерах Камаганского, Летнего, Юбилейного и др. месторождений.

Твёрдыми отходами процесса открытой добычи являются отвалы некондиционных руд и вскрышных пород. Минеральная пыль, содержащая металлы загрязняет атмосферный воздух при буровзрывных работах, дроблении руд, дефляции с поверхности отвалов и хвостохранилищ.

Дисперсный материал хвостов одной из золотоизвлекательных фабрик в результате дефляции загрязняет атмосферный воздух ртутью в концентрациях превышающих ПДК.

Жидкими отходами являются карьерные, шахтные и подотвальные воды [3].

Объём водоотлива из горных выработок достигает по РБ 25–30 тыс. $м^3$/сут. Подотвальные воды Сибайского карьера образуются в объёме 3000 тыс. $м^3$/год характеризуются значениями pH до 2.6; величиной сухого остатка – до 64848 мг/л и максимальными содержаниями загрязняющих веществ (ЗВ) (мг/л): Fe - 280; Cu - 438; Zn – 780; Cd – 0.026; Mn – 1.17; Mg – 198; Ni – 0.12; Se – 0.011; Pb – 0.1; Br – 0.1; Sr – 1.9; SO_4^{2-} — 29426; Cl^- — 106. Высокие содержания меди позволили апробировать её извлечение цементацией.

Получены данные о техногенной концентрации относительно фоновых значений TR, U, Th в подотвальных водах, донных отложениях, почвах, растениях и биосубстратах населения региона [1].

Элементом-трассером техногенной миграции в региональной системе недропользования - минеральное сырьё → технология → отходы → окружающая среда → продукты питания → организм человека — нами была выбрана Hg.

Образующимся в объёме 1440 $м^3$/сутки кислым (pH — 5.7) карьерным водам месторождения Бакр-Тау свойственны следующие содержания ЗВ (мг/л): Cu – 4.25; Zn – 5.3; Fe – 0.75; Mg – 114; SO_4^{2-} — 984; Cl^- — 3.54; сухой остаток – 1798. Шахтные кислые (pH – 3,5) воды Октябрьского месторождения содержат (мг/л): Cu – 16; Zn – 18; As – 53.3; Cd – 0.2; Pb – 0.04; Ni – 0.07; Mn – 3.8; Se – 0.0003; Hg – 0.0013; Sr – 1.4; F – 0.6; Br – 0.2; B – 0.2; Fe – 37; Mg – 84; SO_4^{2-} — 1818; Cl^- — 709; сухой остаток – 3860.

Подземные воды региона являются трещинными и слабо защищены от техногенного загрязнения. В районе размещения хвостохранилищ отмечается техногенное загрязнение подземных вод Cu, Zn, Mn, Hg, Cl^-, SO_4^{2-} и др.

Мировой опыт эксплуатации хвостохранилищ показал, что снижение риска загрязнения подземных вод в зоне их размещения требует [5]:

• располагать хранилища на недоступных для контакта с подземными водами участках, даже при возникновении подпора или аварийного сброса;

• проводить бактериальное или химическое выделение металлов перед захоронением отходов или после с разработкой технологии;

• совершенствовать технологии переработки минерального сырья с получением экологически безопасных отходов;

• регулировать выделение ЗВ в раствор, гидроизоляцией поверхностного слоя и ложа хранилища, поддержанием нейтральной среды, мерами по недопущению эрозионных процессов на поверхности хранилища и теле дамбы.

Отработка медно-колчеданных объектов Южного Урала началась с золотоносных бурых железняков (мезозойских «железных шляп») зоны окисления. В составе золотоносных бурых железняков установлено более 30 минералов.

Золото извлекалось амальгамацией на бегунных фабриках и цианированием (перколяцией) на фабриках с законченным циклом обогаще-

ния. В 2638 тыс. т хвостов перколяции Семёновской золотоизвлекательной фабрики аккумулировано (в тоннах): Hg – 58,8; Se – 130,46; As – 2076; Sb – 234,8; Cu – 1541,6; Zn – 1393,3; Pb – 2111.

Башкирская золотодобывающая компания, первой Урале начала получатьAu и Ag кучным выщелачиванием из бурых железняков Западно-Озёрного месторождения и окисленных золото-кварц-сульфидных руд месторождения Муртыкты.

Проведены опытно-промышленные исследования по добыче золота подземным выщелачиванием (хлоринацией) из окисленных руд объекта баймакского типа.

В начале 20 века извлечение золота из рудобъектов золото-кварцевого и золото-кварц-сульфидного производилось амальгамацией на бегунных фабриках, что привело к ртутному загрязнению компонентов ОС на участках размещения предприятий.

Формирование геоэкологической обстановки горнорудных районов Южного Урала определяют геохимические особенности региона в сочетании с техногенной нагрузкой обусловленной длительной, интенсивной эксплуатацией медно-колчеданных месторождений. При этом ведущими факторами геохимической трансформации геологической среды являются процессы добычи, и обогащения минерального сырья, определяющие мобилизацию и эмиссию тяжёлых металлов горнорудных природно-техногенных системах.

Процессы техногенеза приводят к формированию агрессивных сернокислых растворов с аномальной концентрацией типоморфных для субмаринного медно-колчеданного оруденения элементов — Cu, Zn, Pb, As, Sb, Hg, Tl, Se, Te и др.).

Число микроэлементов, определяющих региональный спектр характерный для минерализации техногенных подотвальных, карьерных, шахтных и др. вод включены Be, Li, Y, Ce, La, U, Thи др. [1].

Для условий Южного Урала определены особенности техногенного влияния на компоненты ОС традиционных приёмов добычи, обогащения и металлургического передела минерального сырья медно-колчеданных месторождений, внедрение новых для региона технологий требует проведения всесторонней экологической экспертизы проектов.

Ресайклинг минерального сырья техногенных объектов добычи и переработки руд, который необходим как с экологической, так и экономической позиций, потребует комплексного использования технологий различных макро-, мезо- и наноуровней.

Стратегия исследования геоэкологических особенностей региона Южного Урала должна быть нацеленной на изучение техногенной трансформации состояния недр (медно-колчеданных объектов), что обеспечит возможность управления качеством ОС для достижения режима устойчивого развития территории.

Все отработанные и действующие объекты цветной металлургии Южного Урала нуждаются в проведении комплексного экологического аудита, целью которого должно стать определение региональной стратегии обеспечения минимизации техногенной трансформации всех без исключения компонентов ОС включая и геологическую среду.Результаты такой работы будут востребованы во всех старых горнорудных регионах РФ.

Литература

1. *Ахметов Р. М.* Техногенез геологической среды горнорудных районов Восточного Башкортостана. Диссер. канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: УГГУ, 2010. 154 с.

2. *Викентьев И. В.* Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд. М.: Научный мир, 2004. 344 с.

3. *Мустафин С. К., Абдрахманов Р. Ф.* и др. Техногенная трансформация геологической среды районов деятельности предприятий горнодобывающей промышленности. Матер. международ. конф. «Техногенная трансформация геологической среды». Екатеринбург: УГГУ, 2002. С. 153–156.

4. *Россман Г. И., Петрова Н. В.* Экологическая оценка рудных месторождений (методические рекомендации) // Минеральное сырье, 2000. № 9. 150 с.

5. *Серавкин И. Б. Металлогения И. Б.* Металлогения Южного Урала и Центрального Казахстана. Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. 284 с.

Рудный потенциал Европейского Северо–Востока России: перспективы освоения и развития

В. С. Пикалова, Н. И. Орлова, Л. З. Быховский
ВИМС, Москва

Европейский Северо-Восток России (далее — регион), куда входят Республика Коми (РК) и Ненецкий автономный округ (НАО), является одним из крупных территориально-производственных формирований страны.

В недрах региона заключены различные виды минерального сырья, имеющие существенное значение в МСБ РФ.

Минерально-сырьевая база (МСБ) металлических полезных ископаемых региона представлена месторождениями бокситов, марганцевых, хромовых, титановых, полиметаллических руд, золота, хрома [1].

В Северо-Западном ФО на территории Архангельской области и Республики Коми сосредоточено 51.26 % добычи и 51.6 % разведанных запасов ($A+B+C_1$) *бокситовых руд*, локализованных в двух бокситорудных районах: Северо-Онежском, в котором разрабатывается Иксинское месторождение и Средне-Тиманском.

Крупные месторождения среднесортных (кремниевый модуль — 6–8) руд, которые находятся в распределенном фонде: Вежаю-Ворыквинское (разрабатывается), Верхне-Щугорское и Восточное (подготавливаются к освоению) и Светлинское (нераспределенный фонд), могут отрабатываться открытым способом.

В целом Тиманская провинция, включая Средне-Тиманский район, имеет наиболее высокий в РФ потенциал наращивания сырьевой базы бокситов; здесь локализовано около 60 % прогнозных ресурсов страны, причем более трети из них относится к категории P_1, остальное – к категории P_2.

Парнокское месторождение *железо-марганцевых руд* (распределенный фонд), расположенное в пределах Пайхой-Новоземельской минерагенической провинции, пригодно для открытой отработки и характеризуется самым высоким содержанием марганца в рудах (31.3–32.7 %), но требующих предварительного обогащения. В настоящее время карьеры законсервированы.

Прогнозные ресурсы, заключенные в основном в карбонатных рудах, выявлены в Рогочевско-Тайнинской зоне (площадью около 300 км^2) [2], но ввиду их бедности и крайне трудной обогатимости не прошли апробацию. Рудопроявления марганца на территории Ненецкого АО также вряд ли будут иметь промышленное значение.

Сырьевая база *титана* региона представлена крупнейшим по запасам Ярегским нефтетитановым месторождением, расположенном в Ухтинском промышленном районе. Месторождение представляет собой древнюю литифицированную погребенную россыпь, сложенную нефтеносными кварцевыми песчаниками с лейкоксеном, залегающую на глубинах 150—280 м. В настоящее время она подготавливается к освоению.

Разработка месторождения возможна подземным способом разветвленной системой горизонтальных выработок и закладкой выработанного пространства. Технологическая схема переработки включает дробление и измельчение руды, основные и перечистные флотации с получением коллективного нефтетитанового концентрата. Этот концентрат из-за высоких содержаний кремнезема (в лейкоксене) не пригоден ни для плавки на шлак, ни для сернокислотной переработки на пигмент, ни для получения искусственного рутила [3]. По перечисленным причинам это месторождение разрабатывается только на нефть; на Госбалансе по титану числится подготавливаемым к освоению. В настоящее время строится опытная фабрика по переработке лейкоксеновых руд в титановый коагулянт; выход на производственную мощность в 50 тыс. т по руде планируется в 2014 г. [4].

Пижемское ильменит-лейкоксеновое месторождение, находящееся на оценочной стадии изучения, также является перспективным, т.к. несмотря на более низкое содержание титана, чем в рудах Ярегского месторождения, оно обладает более высоким качеством руд, а также возможностью открытой отработки. По окончанию геологоразведки, проводимой ЗАО «Руститан», планируется в 2019 году начать добычу и переработку руды. Горно-обогатительный комбинат планируется построить на территории Усть-Цилемского района, а химико-металлургический комбинат – в Ухтинском районе Республики Коми.

Прогнозные ресурсы кат. P_1 и P_2 учтены в Ярего-Водненском и Умбинско-Пижемском рудных узлах (Республика Коми).

В регионе продолжается разведка *золоторудного* месторождения распределенного фонда недр Чудное (Республика Коми); планируется подземная отработка. Объект характеризуется повышенными экологическими рисками в связи с нахождением его на территории национального парка «Югыд-Ва».

Остальные запасы золота региона концентрируются в россыпях, расположенных в Кожимском рудно-россыпном районе. Там же обнаружены многочисленные и весьма перспективные проявления коренного золота и золотоносные коры выветривания.

Наиболее перспективной на *полиметаллические руды* территорией является Новоземельская минерагеническая зона (южный о. Новая Земля) с уже оцененным небольшим серебросодержащим свинцово-цинковым месторождением Павловское. Оно находится в распределенном фонде и разведывается ЗАО «Первая горнорудная компания». Отрабатывать его предполагается открытым способом. Планируется обогащение руды по флотационной схеме в получением свинцового и цинкового серебросодержащих концентратов, и их последующая транспортировка морским путем металлургическим предприятиям северазапада России для переработки.

Расположенные на флангах Павловского месторождения прогнозные ресурсы категории P_1 свинца составляют пятую часть российских, цинка – более четверти [5].

Ресурсы *хромитовых руд* сосредоточены в западной части Войкаро-Сынинского гипербазитового массива, часть которого находится на территории Республики Коми. Здесь выделяется Хойлинско-Лагортинский рудный узел в составе перспективных рудных полей – Хойлинского, Кечьпельского и Харотского. В пределах Хойлинского рудного поля выделяются прогнозные ресурсы (млн т): P_3 – 10, P_2 – 2 и P_1 – 0,44.

Также выделяются многочисленные потенциально хромоворудные массивы: Харчерузь, Ходатинское, Няропэйское и многие другие. На слабо изученном Ходатинском массиве прогнозные ресурсы оценены по кат. P_3 в количестве 10 млн т.

Основу **МСБ неметаллических полезных** ископаемых региона составляют запасы и ресурсы барита, фосфатного сырья, алмазов, пьезооптического и кварцевого сырья и др. [1].

В Республике Коми находится одно из крупнейших российских собственно *баритовых* месторождений – Хойлинское, подготовленное к промышленному освоению. По запасам $BaSO_4$ оно сравнимо с крупнейшими баритовыми месторождениями мира. Запасы, подготовленные для открытой разработки составляют 30 % от всех разведанных запасов барита в РФ, среднее содержание $BaSO_4$ – 84.6 %. Использование природных руд возможно без обогащения, путем сухого помола [6].

Фосфорсодержащие породы широко распространены на территории Республики Коми. Типичными являются желваковые фосфориты мелкого по масштабам Койгородского месторождения, находящегося в нераспределенном фонде. Запасы в количестве 81.8 тыс. т (P_2O_5 – 9.52 %) утверждены ТКЗ в 2002 г.

Геологическая изученность региона в отношении *алмазоносности* сравнительно низкая: в основном это оценки на уровне прогнозных ресурсов кат. P_2 и P_3. Только на месторождении Ичет-Ю (Средний Тиман) в Республике Коми оценены небольшие авторские запасы алмазов кат. C_2 и ресурсы кат. P_1. Три четверти алмазов относится к категории ювелирных.

Запасы *пьезооптического и кварцевого сырья* сосредоточены в крупной Приполярно-Уральской хрусталеносной субпровинции (Респ. Коми) на 5 месторождениях: Желанное, Николай-Шор, Северная Лапча, Пелингичей и Омега-Шор. Наиболее крупным и единственным разрабатываемым (ЗАО «Кожимское разведочно-добычное предприятие») является месторождение Желанное, руды которого являются в России наиболее высокосортным сырьем для плавки специальных кварцевых стекол. Подавляющая часть прогнозных ресурсов сосредоточена на месторождениях Желанном и Николай-Шор [1].

В Республике Коми балансовые запасы *каменной соли* учитываются по ранее эксплуатируемому месторождению Сереговское. Его промышленные запасы составляют около 700 млн т, прогнозные ресурсы оцениваются в 5 млрд т соли. Перспектива возобновления промышленной разработки месторождения находится в сочетании непищевых и пищевых возможностей использования солей, при этом годовые объемы производства могут составлять десятки и сотни тысяч тонн [7]. Значительными ресурсами характеризуется Верхнепечорский соленосный бассейн с одноименным проявлением.

В заключение можно сделать следующие выводы.

Значительные запасы и ресурсный потенциал, а также достаточно высокое качество бокситов, пригодных для прямого использования в производстве дорогостоящей продукции служат предпосылкой создания мощного глиноземного комплекса непосредственно в Республике Коми. Сырьевая база Среднего Тимана может обеспечить заводы России сырьем на период до 35–50 лет.

Остается проблематичным крупномасштабное освоение Ярегского месторождения, которое уже 40 лет числится на балансе как подготавливаемое к освоению.

Расположенное в регионе крупное Хойлинское месторождение барита – единственный на севере России источник руд, пригодных для производства баритовых концентратов высокого качества.

Крупномасштабная добыча золота в наиболее перспективном Кожимском районе пробле-

матична в связи с тем, что практически все месторождения находятся на территории национального парка «Югыд-Ва».

Дальнейшего изучения заслуживают рудопроявления хрома и алмазов региона.

Таким образом, значительный сырьевой потенциал при развитой инфраструктуре обуславливают дальнейшее развитие народнохозяйственной деятельности в регионе.

Литература

1. *Карапузов А. Ф., Лебедев А. В., Житников В. А., Коровкин В. А.* Минерально-сырьевая база твердых полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2008. № 4. С. 66–80.

2. *Зубарев Б. М., Антонович Л. П., Хамантов В. И.* и др. Создание новоземельского горнорудного района // Тезисы научно-практической конференции «Перспективы создания новых горнорудных районов в Европейской части России и на Урале». Москва. 2012. С. 81–93.

3. *Тигунов Л. П., Быховский Л. З., Зубков Л. Б.* Титановые руды России: состояние и перспективы освоения // «Минеральное сырье». Серия геолого-экономическая. Москва. 2005. № 17. 104 с.

4. *Быховский Л. З., Тигунов Л. П., Чеботарева О. С.* Титановое сырье Северо-Запада России: перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы // Сборник докладов Второй международной конференции «Горнодобывающая промышленность Баренцева Евро-Арктического региона: взгляд в будущее». Кировск. 2012. С. 62–64.

5. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2011 году. Под ред. Д. Г. Храмова. Москва. 2012. 333 с.

6. *Герасимов Н. Н.* Добыча и переработка баритового сырья // Горный журнал. 2007. № 3. С. 75–79.

7. Перспективные инновационные проекты в горнорудной отрасли промышленности Республики Коми // Горный журнал. 2007. № 3. С. 22–28.

Социально–экономические аспекты использования особо охраняемых природных территорий Республики Коми

Т. В. Тихонова
ИСЭиЭПС УрО РАН, Сыктывкар

Система особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми включает в себя 240 объектов четырех категорий (заповедник, национальный парк, заказники и памятники природы), расположенных на площади 5.6 млн га и занимающих 13.5 % площади региона [1]. Практически все они имеют возможность посещения своих территорий туристами. Развитие въездного и внутреннего туризма в различных районах региона предусмотрено Государственной программой Республики Коми «Развитие экономики», где прямо обозначена необходимость диверсификации региональной экономики. На данный момент основной по численности целевой группой среди всего въездного потока являются бизнес-туристы, обеспечивающие стабильный постоянный въезд в регион. Вместе с тем, маловероятно, что данная группа будет расти. Среди сегментов с наибольшим потенциалом можно выделить местный средний класс, который может стать серьезным потребителем внутреннего турпродукта.

Для реализации рекреационных задач на территории парка выделено четыре эксплуатационных зоны, доля которых составляет 26.5 % его площади. История туризма на Северный и Приполярный Урал насчитывает более 60 лет. Максимальные потоки туристов наблюдались в 70–80-х гг. прошлого столетия и составляли более 25 тыс.чел./год. С начала 2000-х гг. ситуация стабилизировались на уровне 3–6 тыс. чел./год. Туристическая инфраструктура парка состоит из 61 строения (19 бань, мусоросборники, туалеты, трапы, лестницы и т. д.), а также 63 стоянок (31 беседка, места размещения палаток, туалеты, мусоросборники, кострища и т. д.). Суммарная емкость этих строений рассчитана на поток около 18 тыс. посещений в год, при продолжительности тура в 5 суток. Близкое расположение к территории национального парка городов Вуктыл и Инта способствует спросу на отдых выходного дня, который парк не может удовлетворить ввиду неразвитости инфраструктуры (дефицит услуг парком составляет более 70 %). Для спортивных туристов парк содержит и обслуживает 11 спортивных (пеших и водных) маршрутов.

По данным 2009 г. территорию национального парка «Югыд ва» посетило 5 200 человек, из которых по организованным маршрутам – 3 140 человек (доход составил 3.4 млн руб.). Наибольшее число туристов приходится на жителей прилежащих к парку районов, из них 25 % посетителей Вуктыльского, 9.4 % — Печорского и 65.6 % — Интинского районов. Предпочтения туристов охватывают: сплав по рекам парка на безмоторных судах — 53.4 % потока, пеший (и смешанный пеше-водный туризм) — 10.3 % посетителей, отдых выходного дня 36.2 % туристов. Зимние посещения парка в 2009 г. составили около 3.1 % от общего числа посетителей [2].

Зонирование заповедника, согласно его Положению допускает на площади 7 785 га (1.1 % от его площади) ограниченное хозяйственное использование природных ресурсов, включающее в себя организацию и устройство учебных и экскурсионных экологических маршрутов. В 2009 г. территорию заповедника официально посетило около 1000 человек: плато Маньпупунер – около 160 организованных пешеходных туристов через р. Илыч; по границе заповедника (реки Илыч, Печора) путешествовало 670 чел.; количество туристов, посетивших плато на вертолете, составило 240 человек [3]. Буферная зона заповедника (биосферный полигон) площадью 457 тыс. га находится в междуречье рек Печора и Унья. Наиболее привлекательным участком этой зоны является заказник регионального значения «Уньинский», который за тот же период посетили около 800 туристов, в 60 % случаев с целью рыболовства [4].

Посещение заповедника регулируется пропускной системой, но допустимая нагрузка посещений объекта Маньпупунер и периметра заповедника не определена и оценивается интуитивно. Посещение буферной зоны не регулируется. Специально разработанного туристского продукта заповедник не имеет по причине непрофильности туристской деятельности.

В настоящее время наблюдается положительная тенденция расширения ассортимента предлагаемых туристских продуктов, особенно, связанных с различными видами активного туризма, ориентированными на использование природных туристических ресурсов: экологические туры, сплавы по рекам, пешие походы, рыболовные и охотничьи туры. Так, на территории Княжпогостского и Удорского районов в заказниках «Вымский», «Удорский и «Пысский» проводятся рыболовные туры, вблизи ихтиологического заказника «Илычский» в деревне Еремеево ежегодно проходит праздник охотника. Привлекают внимание и прилегающие к крупным насе-

ленным пунктам заказники и памятники природы регионального значения: «Белый», «Белоборский» и «Параськины озера», для которых уже составлены бизнес-планы их дальнейшего развития для проведения туризма и рекреации горожан. Формирование форм здорового отдыха населения, вовлечение молодежи в развитие спорта и здорового образа жизни становится важной задачей планирования в управлении многих министерств и ведомств региона. Каков портрет потенциального туриста нашего региона и каковы его предпочтения – стало целью проведения исследования.

Социологическое обследование проведено среди жителей пяти муниципальных образований (Сыктывкар, Инта, Печора, Усинск и Ухта) и семи муниципальных районов (Ижемский, Усть-Вымский, Усть-Куломский, Троицко-Печорский, Княжпогостский, Прилузский и Койгородский). Всего опрошено 604 человека, количество городских жителей составило 83 %. Категория молодых (20–25 лет) респондентов доминирует (42 %), остальные возрастные категории представлены равномерно по долевому участию (25–35 лет – 15 %; 35–50 лет – 26 % и 50 лет и более – 17 %). Задачами анкетирования являлось выявление предпочтений по видам отдыха, перечню необходимых услуг и объемов приемлемых затрат на его проведение. В результате проведенного анализа получены следующие выводы:

• жители региона хорошо осведомлены и имеют богатый опыт посещения ООПТ с целью отдыха и туризма (56 % респондентов проводят отдых на ООПТ, из которых 18 % — каждый год и чаще; причинами посещения являются рекреация (60 %) и спортивный туризм (16 %), лишь у 8 % опрошенных целью посещения ООПТ является производственная необходимость);

• предпочтения по организации отдыха разделяются по двум категориям – вне региона (41 % респондентов), и на территории региона (53 % респондентов), причем отдых последних воспринимается как желание эстетического наслаждения и тишины;

• предпочтения наиболее ожидаемых видов услуг для *отдыха выходного дня* заключаются в следующем перечне (по убывающей степени значимости): проведение экскурсий, услуги бани, прокат рыболовного и спортивного снаряжения и организация палаточного лагеря;

• для проведения отдыха в виде туристических маршрутов в перечень наиболее значимых услуг вошли: услуги бани, устройство палаточного лагеря, сопровождение маршрутов и прокат спортивного снаряжения;

• гипотетические затраты респондентов на организацию *отдыха выходного дня* распределены равномерно: до 1 тыс.руб./чел. (22 %); 1–2 тыс. руб./чел (37 %) и 2–5 тыс. руб./чел. (30 %);

• затраты респондентов на организацию туристического отдыха отнесены к категории 2–5 тыс. руб./чел (35 %) и 1–2 тыс. руб./чел. (29 %).

• в качестве дополнительных видов услуг респондентами предложены: организация досуга детей, расширение рекреационных зон с обеспечением услуг для отдыха всей семьи; охват зимних видов отдыха – купание в проруби, катание на снегоходах, зимних упряжках.

Большинство респондентов (87%) отдают предпочтения отдыха в регионе при одновременном более долговременном отдыхе вне региона. Обследование показало, что наиболее предпочтителен для жителей региона особенно горожан отдых выходного дня, затраты на который составляет 2 тыс. руб./чел. Данный вид отдыха может организовать поток 200 тыс.чел/год при условии предоставления необходимого спектра услуг, особенно касающегося детского досуга. Для туристического отдыха наоборот необходимо максимальное удешевление затрат (5 тыс. руб./чел. за маршрут), предоставление минимальных услуг (баня, сопровождение маршрутов и прокат спортивного оборудования), при этом ежегодный поток данной категории туристов может составить 40 тыс.чел. Социально-экономические показатели должны стать только отправной, но не решающей точкой отсчета всех преимуществ внутреннего туризма и организации рекреации в регионе.

Литература

1. Особо охраняемые природные территории Республики Коми: итоги анализа пробелов и перспективы развития / Коллектив авторов. Сыктывкар, 2011. 256 с.

2. Бизнес-план Национального парка «Югыд ва». Вуктыл. 2011. http://www.undp-komi.org

3. Бизнес-план Печоро-Илычского заповедника. Якша. 2010. http://www.undp-komi.org

4. Бизнес-план Государственного комплексного заказника республиканского значения «Уньинский». Сыктывкар. 2012. http:// www.undp-komi.org

Государственное управление недропользованием в северном субъекте федерации: функции и задачи (на примере Мурманской области)

Г. Н. Харитонова
ИЭП им. Г. П. Лузина КолНЦ РАН, Апатиты

Государственное управление в рыночной системе хозяйства выполняет несколько функций, одной из самых важных среди которых является обеспечение экономической свободы для хозяйствующих субъектов или, выражаясь шаблонно, «обеспечение благоприятной среды для ведения бизнеса». В применении к недропользованию это означает обеспечение равноправного доступа для всех хозяйствующих субъектов к пользованию минерально-сырьевыми ресурсами, за исключением стратегических; установление четкой спецификации прав собственности на них и экономически приемлемой и конкурентоспособной налоговой нагрузки; оптимизацию трансакционных издержек хозяйственного механизма.

Действующий хозяйственный механизм пользования общераспространенными полезными ископаемыми (ОПИ) по сравнению с другими видами минерального сырья характеризуется наибольшей экономической свободой. Сегодня четко установлена спецификация прав государственной собственности на ОПИ, что до сих пор не удается сделать, например, с земельными ресурсами. Начиная с 2012 года «участки недр местного значения» в соответствии с перечнями, согласованными с федеральным регулятором, являются объектом управления субъекта федерации[1]. Кроме того в 2013 году исполнительным органам власти субъекта федерации с федерального уровня переданы полномочия по ведению территориальных балансов запасов и кадастров ОПИ, согласованию проектов освоения недр и установлению конкретных ставок регулярных платежей за пользование недрами [2]. Также ОПИ в отличие от других видов минерального сырья уже не являются объектом исключительной государственной собственности. Например, если ОПИ залегают в недрах на глубине до 5 метров, то они фактически могут находиться в частной собственности владельца или арендатора земельного участка, то есть могут их добывать без лицензии [1, 3].

Таким образом, можно заключить, что у субъекта федерации сегодня достаточно полномочий для создания благоприятных условий для ведения бизнеса по различным видам пользования ОПИ и, следовательно, для увеличения доходов регионального бюджета.

Однако экономическая свобода для потенциального пользователя месторождениями ОПИ ограничивается другой неоспоримой функцией государственного управления в условиях рыночной системы хозяйствования: не допускать или снижать отрицательные внешние эффекты от любого вида пользования недрами. Эта функция реализуется в механизме надзора и контроля выполнения природоохранного законодательства хозяйствующими субъектами и системой лицензирования их деятельности. По нашему мнению, основными показателями несовершенной системы надзора и лицензирования в пользовании ОПИ являются следующие: количество месторождений от разработки которых отказались пользователи и несостоявшихся аукционов на право пользования участками недр; невостребованность фонда резервных месторождений ОПИ; фактическое отсутствие выдачи лицензий на эксплуатацию техногенных месторождений взамен природных; несанкционированное пользование месторождениями; рост платежей за сверхнормативные потери при добыче; высокие трансакционные издержки бизнеса.

Не требует доказательств, что разведка и добыча ОПИ для промышленного, жилищного и дорожного строительства, производства строительных материалов и сельского хозяйства причиняют менее значительный ущерб окружающей среде по сравнению с его величиной, которая характерна для горно-металлургических или горнохимических предприятий. Однако отрицательные внешние эффекты в результате эксплуатации месторождений ОПИ могут быть гораздо сильнее, так как эти месторождения ОПИ разрабатываются в непосредственной близости к границам населенных пунктов и к транспортным магистралям. В российских северных регионах, положение с отрицательными внешними эффектами усугубляется тем, что населенные пункты находятся вблизи от крупных горнопромышленных комбинатов. Сегодня горнопромышленные предприятия федерального значения активно пользуются правом получить лицензию на разработку месторождений ОПИ для собственных нужд в границах их земельного участка (горного отвода), организуя для этого геологическую разведку новых месторождений [2]. Например, в Мурманской области такие лицензии имеют все крупные горнопромышленные предприятия. Такой возможности лишены организации среднего и малого бизнеса, а освоить резервные месторождения

ОПИ в условиях северного бездорожья и удаленности от потребителя на расстояние, превышающее экономическую целесообразность транспортировки многотоннажных грузов, не под силу даже их объединениям, например, пулам строительных организаций.

Воспроизводство ОПИ, как одна из функций государственного управления в субъекте федерации, практически перестала выполняться после отмены налога на воспроизводство минерально-сырьевых ресурсов в бюджеты субъектов федерации, и была вменена в обязанность хозяйствующим субъектам, которые сегодня являются основными заказчиками геологоразведочных работ в регионе. Существенную роль также сыграло резкое снижение объемов гражданского и промышленного строительства и развал сельского хозяйства в период новейшей истории страны, особенно в северных регионах, где, например, строительная индустрия фактически перестала существовать за ненадобностью. В Мурманской области это доказывает отсутствие региональной программы по воспроизводству ОПИ и соответствующих разделов во всех народившихся за последнее время документах стратегического и территориального планирования. Справедливости ради следует заметить, что необходимость воспроизводства ОПИ в субъекте федерации поставлена как важная задача государственного управления в «Стратегии развития строительной индустрии Мурманской области на 2013–2017 годы и на перспективу до 2025 года» [3]. В качестве обоснования приводятся данные о дефиците некоторых видов ОПИ в регионе и об отсутствии определенных их видов в запасах резервных месторождений. Например, в Мурманской области, 100% потребности в цементе сегодня удовлетворяется за счет его ввоза из южнее расположенных районов страны, в связи с тем, что ни в одном из разведанных месторождений ОПИ нет сырья необходимого качества для организации его производства. Также в дефиците некоторые виды глин для производства строительного кирпича и других изделий. Другими словами, даже не специалисту в области геологии понятно, что и при большом фонде резервных месторождений ОПИ, например, в Мурманской области на 1.01.2012 г. их насчитывалось 72, может существовать дефицит многих их видов.

По нашему мнению, отсутствие потребности в различных видах ОПИ в северном субъекте федерации, наблюдаемое в течение всего прошедшего периода становления рыночной системы хозяйства, и низкие доходы регионального бюджета от использования ОПИ сегодня уже не являются основными причинами для бездействия государственной власти по воспроизводству региональной базы ОПИ. Следует заметить, что некоторые субъекты федерации, даже осознав необходимость в этом, уже опоздали с разработкой соответствующих мероприятий. Это доказывает факт невыполнения майских поручений Президента РФ, когда во многих случаях регионы не смогли освоить выделенные из федерального бюджета средства из-за нехватки мощностей строительной индустрии, в том числе и по производству строительных материалов. Мурманская область оказалась в числе немногих субъектов федерации, которые как раз выполнили все поручения, но только потому, что задачи были скорее скромными, чем величественными, так как социальная инфраструктура области еще сравнительно лучше развита, чем в соседних северных регионах.

Реализация воистину грандиозных стратегических планов социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации, которая начнется уже в этом году после принятия Государственной программы РФ «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» резко изменяет масштаб задач[5]. Методикой составления «Государственной программы» предусматривается участие органов исполнительной власти субъектов федерации в реализации основных мероприятий программы «с учетом субсидий из федерального бюджета в рамках соответствующих соглашений с ответственными федеральными органами исполнительной власти», что предполагает длительный и затратный механизм согласования [5]. В проект Программы, который сегодня представляет собой свод мероприятий разработанных документов стратегического и территориального планирования всех уровней управления, не вошли предложения от субъектов федерации по мероприятиям, необходимым для воспроизводства местной базы ОПИ и актуализации резервных месторождений по причине их отсутствия в этих документах. Поэтому упущена и возможность получить средства из федерального бюджета.

Основная функция государственного управления недропользованием на территории региона сегодня сведена к деятельности по снижению административных барьеров в рамках задач реализуемой с 2010 года административной реформы. Важность решения этих задач не подлежит сомнению, особенно в северных регионах, где трансакционные издержки хозяйствующих субъектов по оформлению лицензии на право пользования месторождением ОПИ особенно велики. Однако следует заметить, что полномочия субъектов федерации по их снижению недостаточны, так как в этом процессе требуется согласование с несколькими федеральными органами

власти, например, при переводе земель из лесного фонда в целевую категорию «земли промышленности». Поэтому, например, экономия времени, которую гарантирует новые административные регламенты, не может быть сократить его затраты на длительный процесс согласования с федеральным регулятором.

Литература

1. Федеральный закон от 30.11.2011 № 364-ФЗ «О внесении изменений в закон РФ «О недрах» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_149898.

2. Закон Мурманской области № 1150-01 от 22.10.2009 года (в ред. Закона Мурманской области от 25.05.2011года) «О полномочиях органов государственной власти Мурманской области в сфере недропользования». http://mpr.gov-murman.ru/npa/regional/index.html

3. Постановление Правительства Мурманской области от 25 октября 2012 г № 525-ПП «Порядок пользования участками недр местного значения на территории Мурманской области». - http://mpr.gov-murman.ru/npa/regional/index.html

4. Стратегия развития строительной индустрии Мурманской области на 2013-2017 годы и на перспективу до 2025 года. http://minstroy.gov-murman.ru

5. Проект Государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года. http://www.minregion.ru

Современное состояние и перспективы развития ресурсной базы твердых полезных ископаемых Ненецкого АО с позиции моделирования минерально–сырьевых центров

И. С. Чумаков[1], Ж. В. Светлова[2]

[1] ЗАО «Поляргео», Санкт-Петербург

[2] ООО «Гекон», Санкт-Петербург

В 2012–2014 годах в рамках выполняемой за счет средств федерального бюджета по Государственному контракту НИОКР «Разработать концепцию кластерного анализа в комплексном государственном управлении воспроизводством и использованием минерально-сырьевой базы Российской Федерации (на примере двух субъектов Российской Федерации)» для Ненецкого АО была произведена комплексная оценка современного состояния ресурсной базы твердых полезных ископаемых (ТПИ) и впервые определены перспективы развития региона посредством моделирования прогнозируемых минерально-сырьевых центров (далее МСЦ) – базовых объектов процесса кластеризации.

В соответствии с утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 21.06.2010 № 1039-р «Стратегией развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 года» МСЦ, выделяемые с учетом возможностей транспортной и энергетической инфраструктуры территорий вне зависимости от административно-территориального деления, были признаны объектами программно-целевого планирования в сфере геологического изучения недр, воспроизводства и использования минерально-сырьевой базы [1]. В пределах их территорий получит развитие планирование и согласование геологоразведочных работ (ГРР), подготовка и реализация программ лицензирования.

В ресурсной базе ТПИ НАО в настоящее время собраны и учтены далеко не все данные, а их актуальность подлежит проверке, геологическая информация практически по всем проведенным ГРР сильно устарела, а на многих территориях специализированные работы на определенные виды полезных ископаемых вообще не проводились. В то же время, в силу геологического строения региона, перспективными на различные виды ТПИ являются фланги депрессии Тимано-Печорской НГП – предгорья и горные сооружения Тимана, и, главным образом, Полярного Урала и Пай-Хоя.

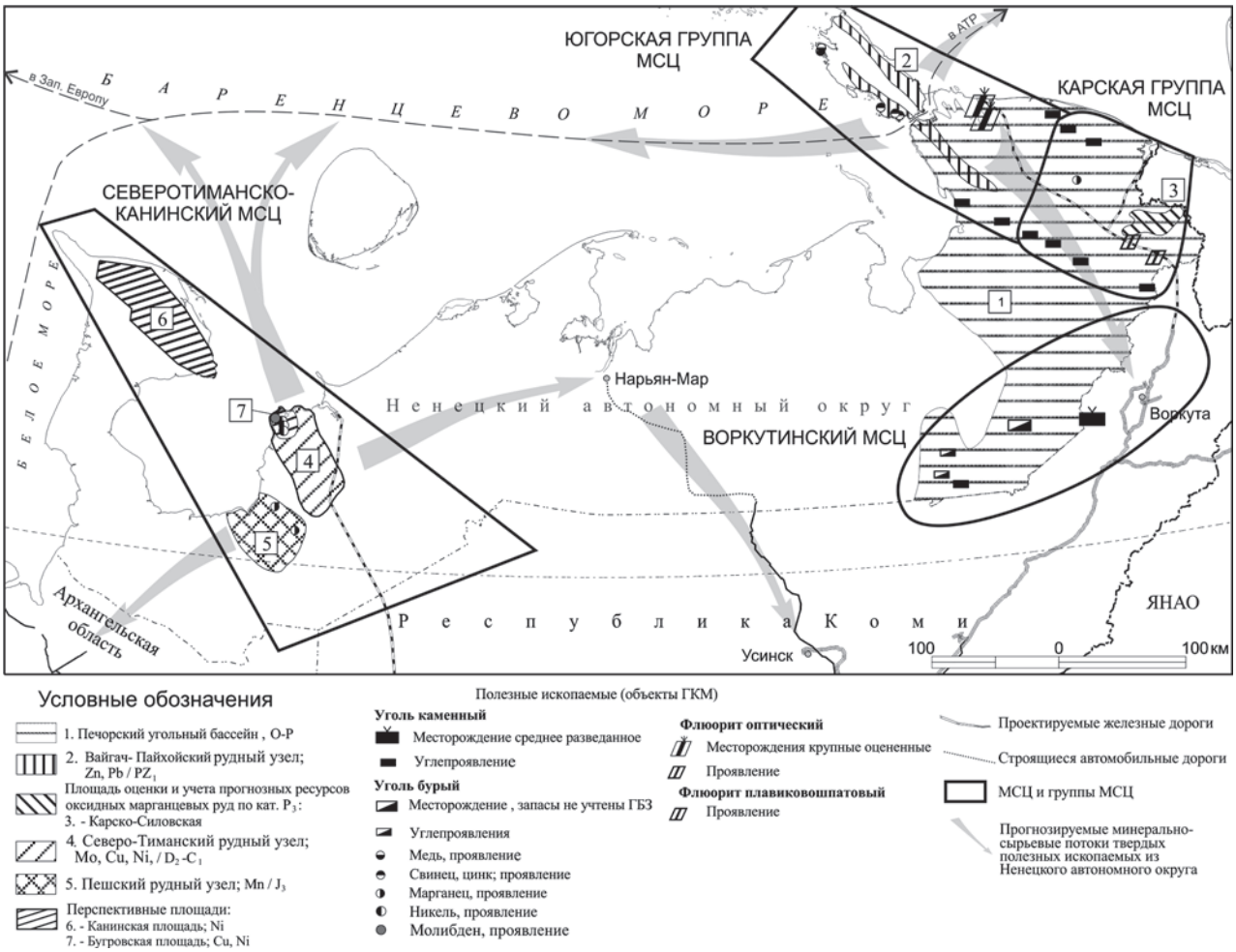
В настоящий момент объекты ТПИ, входящие в распределенный фонд недр, отсутствуют. Выявленная по данным Государственного баланса запасов полезных ископаемых РФ (ГБЗ) на 01.01.2012 и Государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых РФ (ГКМ) ресурсная база нераспределенного фонда недр в общей сложности включает 7 месторождений, 28 проявлений и 2 перспективные площади с апробированными прогнозными ресурсами. Важнейшими из них являются Воргашорское месторождение каменного угля, группа Амдерминских месторождений флюорита, перс-

пективные площади на марганец и медно-никелевое оруденение, имеющие количественные оценки запасов и ресурсов [2].

Однако, несмотря на сложившиеся пессимистичные представления относительно ближайших перспектив освоения основных видов ТПИ НАО, разработанная и апробированная в отчете концепция кластерного анализа с учетом многообразия и концентрации полезных ископаемых, сосредоточенных на Северном Тимане, Пай-Хое и предгорьях Полярного Урала, позволила говорить о перспективах создания четырех пространственно локализованных прогнозируемых МСЦ (групп МСЦ): Воркутинского (с центром на территории сопредельной Республики Коми) МСЦ угля, Карской группы МСЦ комплексной специализации, Югорской группы МСЦ комплексной специализации и Северотиманско-Канинского МСЦ полиметаллических руд (см. рисунок).

Исходя из локализации прогнозируемых МСЦ и объектов, входящих в эти МСЦ, можно определить основные направления развертывания ГРР, направленных на повышение инвестиционной привлекательности ресурсных объектов, перевод их в распределенных фонд недр, и создание действующих МСЦ. Одновременно с этим перспективные на различные виды ТПИ территории горных сооружений Тимана, Полярного Урала и Пай-Хоя, рассматриваются как транзитные зоны возможных железнодорожных линий меридиональной направленности Сосногорск – Индига и Воркута – Усть-Кара – Амдерма, призванных соединить арктическое побережье с внутренними регионами РФ.

Необходимость постановки ГРР на уголь базируется на анализе состояния сырьевой базы коксующихся углей России, выполненным специалистами ФГУП «ВНИГРИуголь», который показывает, что разведанная сырьевая база трех основных бассейнов с коксующимися углями - Кузнецкого, Печорского и Южно-Якутского - уже в ближайшие годы «...не будет соответствовать требованиям выпуска высококачественного по прочности кокса из-за дефицита углей коксовой основы марок КЖ, К, КО и ОС...» [3]. Прогнозные геологические ресурсы коксующихся углей перспективных объектов юго-западного склона Пай-Хоя (Каротаихинский угленосный район), составляющие 11.5 млрд т позволяют надеяться, что после проведения поисковых работ (в первую очередь на Силовской и Янгарейской площадях), какая-то часть этого резерва может быть



Прогнозируемые МСЦ ТПИ НАО с локализацией перспективных объектов нераспределенного фонда недр

включена в общие потенциальные сырьевые ресурсы коксующихся углей Печорского бассейна [4]. Перспективы освоения угольных месторождений Воркутинского района, в первую очередь, связаны с западной частью Воргашорского месторождения, а также с Верхне-Роговским месторождением энергетического угля.

Марганцевые руды являются одним из важнейших полезных ископаемых, дефицит которых на предприятиях страны диктует постановку поисковых работ на марганец, которая поддерживается экспертными заключениями специалистов ФГУП «ВИМС» 2011–2013 гг, в том числе и на перспективных площадях Ненецкого АО (Путьюская и Карско-Силовская перспективные площади, Пешский потенциальный марганцевоносный рудный узел). Имеющиеся предварительные материалы свидетельствуют в пользу того, что запасы руд на площади работ вполне могут обеспечить потребности отдельных металлургических предприятий (Северсталь, Челябинский электрометаллургический комбинат, Серовский завод ферросплавов) на срок от 10 лет и тем самым дать конкретный и значимый экономический эффект.

Необходимо сказать, что освоение Ненецкого АО, с точки зрения разведки ТПИ во многом сдерживается высокими рисками для недропользователей при проведении ГРР. Это выражается в несоответствии современным требованиям исходных материалов предшествующих ГРР, как следствие, в отрицательном результате работ недропользователя. На ликвидацию подобных рисков должны быть направлены опережающие работы по повышению геологической изученности территории – создание современных геологических основ, на основе проведения ГДП-200, а также проведение специализированных поисковых и поисково-оценочных работ, сопряженных с актуальными направлениями развития геолого-промышленного комплекса.

Подход к планированию геологического изучения недр и воспроизводства МСБ с позиции кластерного анализа и выделения МСЦ позволяет по-новому оценить перспективы Ненецкого АО как региона для воспроизводства ресурсной базы ТПИ РФ. Появляются обоснования говорить о формировании в будущем прогнозируемых МСЦ основных видов ТПИ в НАО, что, с учетом реализации планов по развитию железнодорожной и портовой инфраструктуры, позволит открыть новые горизонты развития региона.

Литература

1. *Донской С. Е., Григорьев М. Н.* Подходы к выделению минерально-сырьевых центров нефти и управлению развитием их ресурсной базы // Геология нефти и газа, 2010. № 5. С. 24–28.

2. Переоценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых на территории Российской Федерации по состоянию на 01.01.2010 г.: геологический отчет; Витковский И. М., Беневольский Б. И., Голубев Ю. К., и др. ФГУП «ЦНИГРИ». Москва, 2012. 433 с.

3. *Логвинов М. И., Файдов О. Е., Микерова В. Н.* Основные направления освоения и развития сырьевой базы коксующихся углей // Разведка и охрана недр. 2008. № 8. С. 8–15.

4. Твердые полезные ископаемые. Перспективы и концепции их освоения на территории Ненецкого автономного округа, Кунц А. Ф., Бурцев И. Н., Юшкин Н. П. и др., Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2002. 452 с.

О методологической взаимосвязи геологического исследования месторождений и геотехнологических проблем их освоения

В. Л. Яковлев, С. В. Корнилков
ИГД УрО РАН, Екатеринбург

В период плановой экономики разработка месторождений осуществлялась горнодобывающими (горнообогатительными) предприятиями соответствующих отраслевых министерств, имевших в своем распоряжении научно-исследовательские и проектные институты, перед которыми ставились конкретные задачи в форме заданий на проектирование, где государственными планирующими органами в форме задания на проектирование предписывалось обеспечить производство определенного объема товарной продукции основного полезного ископаемого соответствующего качества, поставляемого конкретным потребителям, обеспечив при этом совокупностью принятых в проекте технологических и технических решений экономических показателей, гарантирующих рентабельность производства.

В качестве основной информации о геологических параметрах и характеристиках месторождения, запасах и содержании полезных ископаемых, физико-механических свойствах продуктивных залежей и вмещающих горных пород являлся геологический отчет, представляемый го-

сударственными геологическими органами (организациями).

Недостатки такого подхода к разработке месторождений с позиций современного подхода к освоению недр совершенно очевидны:

— планировалось производство имнерального монопродукта и не предусматривалась комплексность извлечения попутных компонентов минерального сырья;

— не учитывались в полной мере экологические последствия горно-обогатительного производства;

— отсутствовала возможность учета мирового технического и технологического опыта горного производства и перспектив технического прогресса, в том числе, в смежных отраслях промышленности.

Поэтому имеющиеся на каждом горнодобывающем предприятии службы главного геолога, главного маркшейдера, главного обогатителя, главного механика и др., не могут оперативно устранить или компенсировать недостатки ранее принятых проектных решений на основе уточнения изменяющихся качественных и количественных геологических характеристик месторождения и физико-механических свойств горных пород в пределах технических и технологических возможностей предприятия. Это возможно лишь при коренной его реконструкции.

В ИГД УрО РАН разрабатывается и реализуется принципиально новый методологический подход к решению геотехнологических проблем комплексного освоения недр, основанный на принципах системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности.

Принцип системности позволил сформулировать общий методический подход к формированию стратегии поддержания и развития минерально-сырьевой базы, как совокупности минеральных ресурсов, средств их добычи, переработки и инфраструктуры региона освоения недр.

Разработана схема комплексных геолого-технолого-экономических исследований при освоении и развитии МСБ труднодоступных регионов. При обосновании очередности вовлечения в разработку месторождений предложен и апробирован способ ранжирования месторождений по степени предпочтительности вовлечения их в эксплуатацию, позволяющий осуществить предварительную оценку и отбраковку значительного числа вариантов. В результате чего предложен комплексный метод геолого-технолого-эколого-экономической оценки минерально-сырьевой базы, основанный на: поэтапном геолого-технологическом обосновании параметров будущих предприятий; использовании совокупности геоинформационных моделей размещения оцениваемых объектов, обеспечивающий поддержку проектно-технологического обеспечения комплексного освоения недр; учете факторов, обеспечивающих создание условий эффективного недропользования; экспресс-оценке основных параметров будущих горнодобывающих предприятий.

В методологическом плане комплексность исследований рассматривается в нескольких аспектах: совместное рассмотрение и учет организационно и технологически связанных машин, процессов; сочетание методов исследований, учитывающих характер решаемых задач; обработка и унификация данных, в том числе по качественному составу и свойствам руд и пород; комплексная переработка – разделение полезных ископаемых на конечные продукты с извлечением всех содержащихся в исходном сырье ценных компонентов, производство которых технически возможно и экономически эффективно (идея выдвинута А. Е. Ферсманом еще в 1931 г.), но реализация которой становится возможной лишь при использовании программно-целевого метода исследований.

При геолого-технолого-экономической оценке месторождений, проведении научно-исследовательских, проектно-изыскательских работ, принятии решений о целесообразности и очередности отработки месторождений, обосновании интенсивности и сроков их разработки, выборе способов производства горных работ в обязательном порядке должны учитываться: комплексность месторождений, индивидуальность технологических свойств и условий его переработки, высокая природная изменчивость геологических параметров в пределах одного месторождения, нарастание информации о месторождении по мере его освоения.

Особую актуальность имеют проблемы разработки месторождений в арктическом и прилегающих к нему регионах. В кратком изложении эти проблемы сводятся к следующему:

1. Более сложные условия эксплуатации вновь осваиваемых месторождений вследствие:

— природно-климатического фактора;

— удаленности от транспортных магистралей и источников энергоснабжения;

— отсутствия развитой промышленной и кадровой инфраструктуры;

— специфичности горно-геологических и горно-технических условий разработки месторождений.

2. Недостаточная геологическая изученность региона несмотря на благоприятный прогноз ранее оцененных территорий, в т.ч весьма различная степень разведанности ресурсов недр, в том числе по видам минерального сырья, по

которым освоенные регионы страны испытывают дефицит.

3. Специфика природно-климатических, горно-геологических, горно-технических и экологических условий разработки месторождений Арктического и прилегающих к нему регионов требуют создания новых технических средств и технологий.

Предложены новые подходы к освоению недр Севера:

1. Стратегия ускоренного поэтапного освоения недр:

— ускоренное, комплексное поэтапное изучение и разведка месторождений

— экспрессная геолого-технолого-экономическая оценка горно-технических возможностей каждого рудного района;

— стадийное создание системы геоинформационного обеспечения с целью моделирования месторождений и программных комплексов для решения технологических, технических, экологических, экономических и др. задач проектирования и планирования горных работ;

— первоочередное включение в эксплуатацию месторождений наиболее дефицитного сырья или объектов с наиболее благоприятными горно-техническими условиями;

— реализация долгосрочной стратегии развития производства с выделением очередей разработки.

2. Принцип комплексного освоения территорий:

— приоритетность повышения производительности труда и отказа от непрофильных и вспомогательных производств с целью сокращения численности работающих за счет организации производства, в максимальной степени ориентированного на привлечение внешних, покупных ресурсов;

— формирование управляющей компании (холдинга) на территории административного образования с единой промышленной и социальной инфраструктурой, ответственной за ее комплексное развитие.

На современном этапе развития техники и технологии горного и обогатительного производств, когда важнейшими направлениями определены: комплексное освоение недр, экологическая и промышленная безопасность, вовлечение в эксплуатацию техногенных объектов, взаимодействие геологов, технологов, металлургов, экономистов и экологов становится практически главным условием дальнейшей эффективной отработки запасов минерального сырья при эксплуатации действующих и создании новых горнопромышленных комплексов, особенно в северных регионах, где разведаны и установлены прогнозные ресурсы многих видов минерального сырья и требуется их дальнейшее геологическое исследование, геолого-технолого-экономическая оценка и разработка программ и планов комплексного освоения территорий.

Что касается организации комплексных научных исследований, то яркими примерами методического подхода, основанного на принципах системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности является Программа Президиума РАН «Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России», в составе которой выполняются исследования по 17 проектам восьми институтов Уральского отделения, в том числе геологии, минералогии, геофизики, горного дела, биологии и промышленной экологии, и Междисциплинарный проект «Освоение недр Земли: перспективы расширения и комплексного освоения рудной минерально-сырьевой базы горно-металлургического комплекса Урала», в исследованиях по которому также участвуют сотрудники нескольких институтов Уральского отделения.

Доклад подготовлен по материалам исследований конкурсных проектов УрО РАН 12-П-5-1019 и 12-Т-5-1021.

Литература.

1. *Яковлев В. Л., Корнилков С. В.* Методологические особенности освоения недр на современном этапе. // Вестник УрО РАН. Наука. Общество. Человек. 2013. № 4. С. 11–18.

2. *Яковлев В. Л.* Научное обоснование и разработка новых методов эффективного и экологически безопасного освоения природных и техногенных месторождений Урала. // В.Л. Яковлев, С.В. Корнилков [и др.] // Проблемы минералогии России / Ред. Д.В. Рундквист, Н.С. Бортников, Ю.Г. Сафонов; РАН Отд. наук о Земле. Гл. 2.2.3. М.: Изд. ГЦ РАН, 2012. С. 471–486.

3. *Корнилков С. В., Яковлев В. Л.* О новых подходах к освоению минерально-сырьевых ресурсов Уральского Севера. // Фундаментальная наука и образование. Культурное и природное наследие России: материалы пятого Северного социально-экологического конгресса. Москва. 2009. М.: Галерия, 2010. С. 22–27.

Социально–экономические особенности освоения минерально–сырьевых ресурсов Республики Коми

Д. С. Кузнецов
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Республика Коми характеризуется значительным минерально-сырьевым потенциалом, составляющим основу ее социально-экономического развития [1-5]. Вместе с этим существует целый ряд проблем, касающихся прироста запасов, поиска новых месторождений и вовлечения в хозяйственный оборот уже разведанных месторождений целого ряда полезных ископаемых.

В структуре валового регионального продукта РК добыча полезных ископаемых составляет около 35%. Большое значение имеют налоговые отчисления от добычи полезных ископаемых, перечисляемые в федеральный и республиканский бюджеты. В 2012 г. в федеральный бюджет перечислено 51877 млн руб. В основном это налоги на добычу нефти и газа и, в меньшей степени, - угля. На рис. 1 показана структура налогов, уплаченных в Республике Коми в 2012 г. в бюджеты всех уровней. Налог на добычу полезных ископаемых составляет 43% и значительно превосходит другие виды налогов.

В табл. 1 приведены сведения о численности населения Республики Коми. Как видно, за последние годы общая численность населения заметно снизилась - с 1239.9 тыс. чел. в 1991 г. до 880.6 тыс. чел. в 2012 г. Однако в г. Сыктывкаре отмечается ее рост, что связано, вероятнее всего, с переселением жителей из районов (особенно, северных) в центр. Большой интерес представляет динамики численности населения в горно-промышленных городах. Наиболее резкое снижение численности населения произошло в уголедобывающих городах – Воркуте и Инте – более чем в 2 раза по сравнению с 1991 годом. Отток населения из этих городов продолжается, хотя в последние годы он заметно замедлился. Это объясняется, прежде всего, закрытием шахт, сокращением рабочих мест. Обращает на себя внимание то, что в городах с нефтегазовой спецификой – Усинске и Вуктыле убыль населения не столь значительная, как в Воркуте и Инте. Это же касается таких городов, как Ухта и Сосногорск, в которых расположены крупные предприятия по переработке нефти и газа. Очевидно, нефтегазовая отрасль в рыночных условиях оказалась наиболее устойчивой. Суммарная численность населения в горно-промышленных городах (Воркута, Инта, Вуктыл, Усинск) составляет 185.8 тыс. чел (21 % от общей численности населения РК).



Рис. 1. Структура налоговых поступлений (республиканский и федеральный бюджеты), уплаченных в Республике Коми (по данным Комистата РК, 2012 г.)

Среднесписочная численность работников РК в последнее время колеблется в пределах 382.9—398.7 тыс. чел., численность занятых непосредственно в области добычи полезных ископаемых составляет около 7—8 %. При этом количество работников, косвенно связанных с добычей полезных ископаемых, значительно выше. Суммарно наиболее многочисленными являются предприятия, занимающиеся добычей нефти и газа, предоставлением услуг в этой области, несколько ниже количество занятых на угледобывающих предприятиях. Среднемесячная заработная плата работников добывающих предприятий, особенно предприятий нефтегазового комплекса, превышает среднюю заработную плату в регионе в 1.5—2 раза.

В табл. 2 представлены результаты стоимостной оценки минерально-сырьевых ресурсов, находящихся в недрах Республики Коми, выполненной нами в соответствии с существующими методическими разработками по трем категориям: богатство недр — НБН, востребованное богатство недр – ВНБН и минерально-сырьевой потенциал — МСПБН [6]. Согласно полученным данным суммарная стоимость запасов различных полезных ископаемых в недрах (НБН) составляет 23452 млрд руб. Из них наибольшую стоимость имеют запасы нефти и газа, далее следуют уголь, каменная соль, титан, редкие и редкоземельные металлы, бокситы, золото и др.

В связи с проблемами освоения минерально-сырьевых ресурсов большой интерес представляет геолого-экономическое районирование ре-

Таблица 1

Численность населения основных городских округов Республики Коми, тыс. чел. (Комистат, 2012, 2013)

Объекты оценки	1991	2001	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Всего РК	1239.9	1042.9	985.0	974.6	968.2	958.5	951.2	889.8	880.6
Сыктывкар	240.2	248.4	244.80	244.5	246.3	248.2	251.1	251.6	254.5
Воркута	214.0	142.0	123.80	120.1	116.9	113.4	110.6	95.2	91.4
Инта	69.7	49.5	42.5	41.0	40.0	38.1	36.4	34.9	33.5
Сосногорск	62.0	53.4	50.80	50.3	49.8	49.2	48.7	46.6	46.0
Усинск	71.4	53.6	52.3	51.8	51.4	50.8	50.4	47.1	46.7
Вуктыл	26.6	19.3	17.2	16.8	16.6	16.2	15.8	14.8	14.2
Ухта	143.8	128.6	127.0	127.2	127.1	127.0	127.1	122.0	121.7

Таблица 2

Стоимостная оценка основных видов минерально-сырьевых ресурсов в недрах Республики Коми, млрд руб.

№№	Полезные ископаемые	ВНБН	НБН	МСПБН	Степень востребованности, %	Степень разведанности, %
1	Нефть	11487	12596	23963	91	53
2	Газ	335	448	733	75	61
3	Уголь	1784	7848	41924	23	19
4	Титан	191*	666	1149	29	58
5	Ванадий	0	14.8	14.8	0	100
6	Марганцевые руды	1.9*	1.9	9.8	100	19
7	Железные руды	0	0	8.9	0	0
8	Хромовые руды	0	0	0.5	0	0
9	Бокситы	75	111	189	66	59
10	Медь	0	0	28.8	0	0
11	Свинец	0	0	8.7	0	0
12	Цинк	0	0	0.3	0	0
13	Молибден	0	0	10	0	0
14	Вольфрам	0	0	4.4	0	0
15	Мышьяк	0	0	0.2	0	0
16	Золото	2.3*	50	288	0.05	17
17	Серебро	0	0	7	0	0
19	Барит	0	9	62	0	15
20	Соль натриевая		1702	3265	0	52
21	Соль калийно-магниевая	0	0	3295	0	0
22	Цеолиты	0	0	1364	0	0
23	Фосфориты	0	0	30	0	0
24	Песок стекольный	1.9*	5.7	10	33	57
	ИТОГО	13878	23452	76365	59	31

Примечание. ВНБН – востребованное национальное богатство недр: запасы полезных ископаемых (категории A,B,C_1,C_2) находящиеся в распределенном фонде недр; НБН – национальное богатство недр: запасы полезных ископаемых (категории A,B,C_1,C_2); МСПБН – минерально-сырьевой потенциал: запасы и ресурсы (категории P_1 и P_2) полезных ископаемых. Знаком * отмечены условно востребованные полезные ископаемые, находящиеся в распределенном фонде недр, но в настоящее время не добывающиеся. Степень востребованности запасов и степень разведанности перспективных площадей — относительные показатели, представляющие собой, соответственно, долю востребованных запасов в общем количестве запасов, сконцентрированных на территории, и долю запасов категорий A, B, C1, C2 в общем количестве ресурсов и запасов. В случае прироста ресурсной базы в ходе геологоразведочных работ, данные показатели должны быть скорректированы.



Рис. 2. Основные минерально-сырьевые узлы Республики Коми: 1 – промышленно развитые (добыча и переработка полезных ископаемых), 2 — промышленно развитые (добыча полезных ископаемых), 3 – частично промышленно развитые, 4 – потенциально промышленные.

гиона, выявление пространственных сочетаний различных полезных ископаемых. Нами выделены основные минерально-сырьевые узлы, представляющие собой локальные площади с близко расположенными месторождениями полезных ископаемых, действующими добывающими и перерабатывающими предприятиями (табл. 3, рис. 3).

К промышленно развитым можно отнести узлы с разрабатывающимися месторождениями полезных ископаемых: Усинский, Печорский, Ухтинский, Вуктыльский (нефть и газ), Воркутинский, Интинский (уголь), Ворыквинский (бокситы). К частично развитым относятся Кожимский (железо-марганцевые руды, медные руды, золото, жильный кварц) и Хойлинско-Лагортинский (бариты, хромовые руды) узлы. Наряду с уже в разной степени развитыми можно выделить целый ряд потенциально промышленных минерально-сырьевых узлов: Енганэпейско-Манитанырдский (золото), Пижемско-Ичетъюский (титановые руды, золото, редкоземельные металлы, алмазы) и др.

Горнорудный сектор является основным в Республике Коми и несет в себе огромный еще не реализованный потенциал общественной ценности. Слабо развита переработка полезных ископаемых. Для более эффективного освоения минерально-сырьевой базы региона представляется целесообразным увеличение республиканской доли налогов на добычу полезных ископаемых, предоставление финансовых возможностей предприятиям для проведения геологоразведочных, технологических и научно-исследовательских работ, создание благоприятных условий для реализации инвестиционных проектов.

Таблица 3

Основные минерально-сырьевые узлы Республики Коми

Минерально-сырьевые узлы	Административный район	Полезные ископаемые	Месторождения, проявления
Усинский	Усинский	Нефть	Усинское, Возейское, Верхне-Возейское и др.
Вуктыльский	Вуктыльский	Газ	Вуктыльское
Ухтинский	Ухтинский	Нефть, титановые руды, редкие и редкоземельные металлы	Ярегское, Пашнинское, Западно-Тэбукское и др.
Печорский	Печорский	Нефть	Кыртаельское, Восточно-Сотчемью-Талыйюское
Ворыквинский	Княжпогостский	Бокситы, ванадий, галлий	Ворыквинская группа месторождений
Пижемско-Ичетъюский	Ухтинский	Титан, золото, редкоземельные металлы	Пижемское, Ичет-Ю и др.
Южнотиманский	Устькуломский	Бокситы, сера	Вольская группа месторождений, Дозмерское
Воркутинский	Воркутинский	Уголь	Воркутское Воргашорское и др.
Енганепэйско-Манитанырдский	Воркутинский	Золото, каолинит-кварцевое сырье, медные руды	Нияюское, Нияхойское, Ния, Саурипейское
Хойлинско-Лагортинский	Воркутинский	Бариты, хромовые руды, медные руды	Хойлинское, Кечпельское, Малюдвожское и др.
Интинский	Интинский	Уголь	Интинское, Кожимскоеи др.
Кожимский	Интинский	Марганцевые руды, жильный кварц, горный хрусталь, золото, медные и свинцово-цинковые руды	Парнокское, Желанное, Таврота. Чудное, Косьюнское, Кожимское и др.
Вычегодский	Княжпогостский	Соль натриевая, кварцевые пески	Сереговское, Чернокурка
Верхнепечорский	Троицко-Печорский	Соль калийно-магниевая	Верхнепечорская площадь
Торговский	Вуктыльский	Вольфрам-молибден-висмутовые руды	Торговское

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 27 (проект УрО РАН № 12-П-5-1027), Программы УрО РАН Арктика № 12-5-6-016, Научной школы 4795.2014.5

Литература

1. Лаженцев В. Н. Север России и региональные проблемы сырьевого сектора экономики // Горный журнал, 2007, № 3. С. 4—11.

2. Лаженцев В. Н., Бурцева И. Г., Бурцев И. Н. Инновационные технологии освоения минерально-сырьевого комплекса северо-востока европейской части России // Экономика региона, № 3, 2010. С. 130—137.

3. Тарбаев М. Б., Хабаров А. Б. Минеральные ресурсы – основа промышленного развития Республики Коми // Горный журнал, 2013. № 7. С. 4–9.

4. Коровкин В. А., Турылева Л. В., Руденко Д. Г. и др. Недра Северо-Запада Российской Федерации. СПб: ВСЕГЕИ, 2003. 520 с.

5. Боровинских А. П. Перспективы использования минерально-сырьевой базы Республики Коми // Горный журнал, 2007, № 3. С. 46—52.

6. Богатство недр России. Минерально-сырьевой и стоимостной анализ / ред. Б. К. Михайлов. О. В. Петров, С. А. Кимельман. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. 484 с.

Транспортные аспекты освоения минеральных ресурсов Тимано–Североуральско–Баренцевоморского региона

И. Г. Бурцева[1], А. В. Душин[2]
[1]ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]ИЭ УрО РАН, Екатеринбург

Развитие межрегиональных хозяйственных связей является основой роста региональных и национальной экономических систем, механизмом обеспечения более высокого уровня экономической устойчивости.

Одним из главных направлений развития межрегиональных связей между субъектами Тимано-Североуральско-Баренцевоморского геоэкономического региона является добыча и переработка минерального сырья.

Тимано-Североуральско-Баренцевоморский геоэкономический регион характеризуется высоким потенциалом минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, освоение которых имеет принципиальное значение для развития экономики промышленного Урала и Северо-Запада России. Здесь сконцентрирована значительная часть российских запасов и ресурсов нефти, газа, угля, алюминия, хрома, марганца, титана, редких металлов, золота, барита, флюорита, кварцевого сырья. Некоторые из выявленных, разведанных или разрабатываемых в регионе месторождений одновременно представлены крупными и уникальными по масштабам объектами. Не случайно, проблемы вовлечения минерально-сырьевой базы Тимано-Североуральского региона в крупномасштабное освоение с целью обеспечения потребностей промышленного производства Урала, Северо-Запада и России в целом, неоднократно рассматривались на государственном уровне.

Так, различные мероприятия предусматривались в рамках Указа Президента Российской Федерации от 16 августа 1996 г. № 1196 «О мерах по развитию рудно-сырьевой базы металлургической промышленности Российской Федерации», постановлений Правительства Российской Федерации от 2 февраля 1996 г. № 90 «О мерах по улучшению использования производственного и природного потенциала Республики Коми»; от 26 апреля 1997 г. № 502 «Программа развития рудно-сырьевой базы металлургической промышленности (Программа «Руда»)», от 23 октября 1998 г. № 1237 «Об освоении месторождения бокситов Средний Тиман в Республике Коми и развитии алюминиевого комплекса Урала», соглашений между Республикой Коми и Свердловской областью: о сотрудничестве в экономической и научно-технической областях (от 24 октября 1997 г.), о совместном развитии сырьевой базы черной и цветной металлургии Российской Федерации и других документов, а так же в рамках Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утвержденной Председателем Правительства РФ В.В. Путиным) и Долгосрочной государственной программой изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (с изменениями и дополнениями в соответствии с поручением Правительства РФ от 28 сентября 2007 года №ВЗ-П9-4722, Протоколом заседания Правительства Российской Федерации от 27 марта 2008 года № 12, утвержденная приказом Минприроды России от 16 июля 2008 г. № 151).

Одним из важных программных документов является Проект ФЦП «Комплексная программа поддержания и развития металлургических и других отраслей Уральского региона с использованием минерально-сырьевых ресурсов Республики Коми» (2000). Основные мероприятия этой программы в области сырьевого обеспечения предприятий черной и цветной металлургии, угольной энергетики, электронной и оптической промышленности, остаются актуальными и по настоящее время.

Проектом «Урал Промышленный – Урал Полярный» вовлечение в промышленное освоение природных ресурсов Тимано-Североуральско-Баренцевоморского георегиона напрямую не рассматривалось, но предполагалось в случае строительства широтных связок с Северной железной дорогой – Троицко-Печорск–Сосьва–Агириш (410 км), Чум–Индига, Тиман–Индига (проект Баренцкомур, 720 км). Следует отметить, что до проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный», фактически закрытого в настоящее время, предлагалась реализация более масштабного и обоснованного проекта комплексного промышленного освоения Приполярного и Полярного Урала на основе опережающего развития транспортной и энергетической инфраструктуры. Этот проект был поддержан администрациями Свердловской области, Пермского края, Ханты-Мансийского, Ямало-Ненецкого, Ненецкого автономных округов и Республики Коми. Задачи геологического изучения недр были конкретизи-

рованы в проекте программы развития минерально-сырьевой базы Северного, Приполярного и Полярного Урала на 2006-2009 годы (программа «Полярный Урал»).

На основании решения Международной научно-практической конференции «Арктические перспективы, XXI век» (Нарьян-Мар, 16 июля 2009 г.), по заданию Совета по координации развития топливно-энергетического комплекса при полномочном представителе Президента Российской Федерации в Северо-Западном федеральном округе, ООО ГКЦ Гекон совместно с ИГ Коми НЦ УрО РАН и другими организациями разрабатывалась «Программа развития минерально-сырьевых кластеров печорского региона на период до 2030 года» (Программа освоения минерально-сырьевой базы углеводородов, углей и бокситов, развития транспортной и энергетической инфраструктуры Печорского региона). Одним из результатов реализации этой программы должно стать создание механизма межрегионального сотрудничества в целях интегрированного развития минерально-сырьевых кластеров основных видов полезных ископаемых на основе единого регионального инфраструктурного каркаса.

Одним из главных индустриально-инфраструктурных проектов является проект строительства железнодорожной магистрали «Белкомур», который реализуется сегодня как «Комплексная программа промышленного и инфраструктурного развития Республики Коми, Пермского Края и Архангельской области». Проект отвечает стратегическим и геополитическим интересам России, обеспечивает транспортную связность регионов севера РФ, повышает эффективность маршрутов международных транспортных коридоров, способствует возрождению Северного морского пути, развитию северных морских портов Мурманска и Архангельска, обеспечивает социально-экономическое и промышленное развитие регионов [1, 2]. Инвестиционные проекты, включенные в Комплексную программу, характеризуются экономической взаимодополняемостью ресурсов. Это касается увеличения производства бумаги на ОАО Соликамскбумпром (поставка наполнителя – осажденного карбоната кальция из Республики Коми), организации производства стекла на Пермском стекольном заводе (поставка кварцевых концентратов, доломита из Республики Коми) и на стекольном заводе в Республике Коми (поставка соды из ООО Березниковский содовый завод), получения пигментного диоксида титана на ОАО ЯрегаРуда, ООО Лукойл-Коми (поставка хлора, производимого ООО Сода-хлорат), переработки титановых концентратов и шлаков на заводах Корпорации ВСМПО-АВИСМА.

В пределах Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона выделено более 30 перспективных зон, районов, узлов, площадей для подготовки запасов для промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, строительства горнодобывающих и перерабатывающих производств, из которых большая часть располагается на территории Республики Коми [3].

В связи с освоением природно-ресурсного потенциала, реализацией крупных федеральных и региональных программ по созданию и развитию промышленных производств и транспортной инфраструктуры определились основные направления формирования глобальных транспортных коридоров и связанных с ними минерально-сырьевых потоков. Эти коридоры и потоки дают важное инфраструктурное обеспечение развития меж- и макрорегиональных связей, экономической интеграции регионов Западной Сибири, Урала, Северо-Запада Российской Федерации, развитию сотрудничества со странами Европейского Сообщества.

Роль Республики Коми как будущего крупного промышленно-логистического узла на Севере Российской Федерации значительно возрастает. Если сегодня суммарные перевозки различных грузов через территорию Республики Коми перевозки составляют около 175 млн т различных грузов в год, в том числе угли – 11 млн т, бокситы – 2 млн т, нефть – 22 млн т, газ – 93 млрд м^3, то к 2020 г. эти объемы как минимум утроятся [3].

Для населенных пунктов, по территории которых пройдут будущие транспортные магистрали, была выполнена оценка транспортной и инвестиционной инфраструктуры, которая оценивалась с позиций количества строительных компаний и объема производства строительных материалов, а также по плотности и протяженности дорожной сети. Дополнительно были рассмотрены среднедушевые показатели по производству и передаче электрической и тепловой энергии [4]. Для оценки степени освоения территории социально-экономические показатели рассматривались в динамике с 1990 по 2010 гг.

В результате исследований было показано, что низкая транспортная доступность в регионе сдерживает приток инвестиций и является одним из главных факторов стагнации в развитии горно-рудного сектора промышленного производства. Вместе с тем, именно освоение сырьевой базы твердых полезных ископаемых может послужить толчком к диверсификации экономики региона.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-И-7-2063 «Перспективные транспорт-

ные коридоры и минерально-сырьевые потоки в Тимано-Североуральском регионе: оценка сырьевого потенциала и социально-экономических эффектов» № ГР 01201268596.

Литература

1. Баренц-Линк. Концепция маркетинга и развития международного железнодорожного сообщения. Вартиус–Кочкома 2009. Издатель: Региональное объединение муниципалитетов Кайнуу. 2009. 56 с.

2. Презентация Комплексной программы промышленного и инфраструктурного развития Республики Коми, Пермского края и Архангельской области (Проект «БЕЛКОМУР) // [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.belkomur.com/docs/present/-Belkomur_22052011.pdf.

3. *Бурцев И. Н., Дмитриева Т. Е.* Перспективы транспортно-индустриального развития // Атлас Республики Коми. М.: Феория, 2011. С. 283—284.

5. Статистический ежегодник Республики Коми. 2010: Стат.сб. / Комистат 2010. 502 с.

Геоэкология

Характеристика источников водоснабжения южных районов Республики Коми

Ю. А. Кокшарова[1], Г. В. Левошкин[2]
[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]ОАО КТК, Сыктывкар

Отдел геологии в ОАО «Коми тепловой компании» был открыт в 2010 году, осуществляет надзор за состоянием питьевых и технических подземных вод южных районов Республики Коми. Под контролем находится 221 водозаборная скважина в 144 населенных пунктах (таблица). В Койгородском, Удорском, Прилузском и Усть-Вымском районах ведется контроль за водозаборами, осуществляющими отбор и из поверхностных источников рек: Сысола, Чим, Сэлогвож, Ус, Луза, Орысь, Поруб, Шежамка, Яренга. Подземные источники занимают 95 % от всего водоснабжения южных районов Республики Коми.

Южные районы республики отличаются тем, что они преимущественно сельскохозяйственные, лесозаготовительные. Антропогенное воздействие на химический состав природных вод незначительно. В населенных пунктах функционирует значительное количество мелких предприятий, использующих для хозяйственно-питьевых и технических целей подземные воды, эксплуатируемые, как правило, одиночными водозаборами. Водозаборные скважины пробурены в период 1957–2010 гг., большинство находятся в эксплуатации уже более 50 лет и требуют проведения ремонтно-восстановительных работ.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение населенных объектов основано на подземных водах водоносных комплексов пермских, юрских и четвертичных отложений. Водоносные комплексы гидравлически связаны между собой и с поверхностными водами.

Основным фактором безопасности источников питьевого водоснабжения является создание зон санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводных сооружений. К 2014 году 95 % источников централизованного водоснабжения ОАО «КТК» имеют разработанные, согласованные и утвержденные в установленном порядке проекты ЗСО.

На местах выполнение требований СанПиН 2.1.4.1110-02 [3] сопряжено с некоторыми трудностями: застройка территории и отсутствие ограждений в пределах первого пояса ЗСО, несоблюдение требований проектов ЗСО и др.

На водозаборах ведется мониторинг состояния недр, но в настоящий момент не все скважины оборудованы устройствами для измерения уровня воды и водомерами, фиксирующими объем отбора воды. Величину водоотбора скважин определяют косвенным методом (по производительности насоса и времени его работы).

Лаборатория ОАО «Коми тепловой компании» ведет контроль за качеством природных вод с 1985 г. Периодичность и объем анализов качества воды подземных источников водоснабжения определяются в соответствии с рабочей программой и требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 [4], ГОСТ 2761-84 [2] 4 раза в год.

По состоянию на 2014 г. подземные воды всех водоносных комплексов (74 % проб) не соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГН 2.1.5.1315-03 [1] по показателям: общему железу, марганцу, цветности, мутности, жесткости (таблица). Выявленные повышенные содержания железа и марганца в водах различных комплексов определяются природными условиями формирования химического состава подземных вод (болотная подпитка, оглеение почв водосбора и др.) и характерны для подземных и поверхностных вод практически всей территории Республики Коми. Повышение уровня мутности и цветности связано с окислением железа кислородом воздуха. В Удорском районе установлено превышение содержаний бора, что также имеет природное происхождение. Поэтому воды подземных комплексов могут использоваться в хозяйственно-питьевых целях только после соответствующей подготовки (обезжелезивание и деманганация), позволяющей снизить концентрацию химических веществ до значений, соответствующих нормативным. Обеспечение населения водами хорошего качества является одной из первоочередных задач и решение проблемы водоподготовки актуально для всей Республики Коми. Если в городах осуществляется предварительная очистка воды, то на водозаборах мелких населенных пунктов водоочистные сооружения установлены лишь на 12% водозаборов южных районов РК. Финансируемые государством программы на строительство водоочистных сооружений охватывают небольшой процент водозаборов.

Водоотбор большей частью осуществляется из скважин, работающих на неутвержденных запасах и ОАО «Коми тепловая компания» приступает к решению этой большой задачи — подсчету запасов подземных вод для каждого участка недр.

Состояние водозаборных сооружений южных районов Республики Коми

Районы	Водозаборы		Водоотбор, $м^3$/сут	Соответствие ГОСТ 2761-84	Превышение по показателям СанПиН 2.1.4.1074-01	Количество станций обезжелезивания
	подземные	поверхностные				
Сысольский	25	0	5121.5	15	Fe, Mn, мутность, цветность	нет
Койгородский	6	1	682.5	5	Fe, Mn, мутность, цветность, окисляемость	2
Корткеросский	17	0	4124.1	10	Fe, Mn, мутность, окисляемость,	3
Усть-Куломский	31	0	7386.4	29	Fe, Mn, мутность	нет
Троицко-Печорский	26	0	9991.6	17	Fe, Mn, мутность, жесткость	нет
Удорский	24	3	5764.9	15	Fe, Mn, B, мутность, окисляемость,	10
Прилузский	40	4	н.с.	26	Fe, Mn, мутность, окисляемость	2
Усть-Вымский	6	2	н.с.	4	Fe, Mn, мутность, окисляемость, цветность	3
Сыктывдинский	18	0	н.с.	9	Fe, Mn, мутность, окисляемость, цветность, жесткость	4

Примечание: н. с. – нет сведений

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН №12-У-5-1015.

Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» с изм. от 28.09.2007 г., М., 2007 г.;

2. ГОСТ 2761-84. «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора», М., Изд-во стандартов, 1985 г.

3. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения», М., 2002 г.

4. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», М., Госкомсанэпиднадзор России, 2001 г.

5. СП 31.13330.2012. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84.

Утилизация радиоактивных отходов

В. А. Копейкин
УГТУ, Ухта

Проблема утилизации радиоактивных отходов остро стоит во всем мире. Она требует внимания правительства всех стран, имеющих атомные электростанции, исследовательские атомные реакторы, атомные подводные и надводные корабли и, конечно же, владеющих атомным оружием.

Средства массовой информации стараются особо не уточнять различие между атомными и радиоактивными отходами. Чаще всего в многочисленных публикациях пишут о радиоактивных отходах. Особенно это касается российских СМИ, которые знают, что Россия обязана, согласно действующим контрактам об атомных электростанциях, забирать отработанное ядерное топливо и поставлять на АЭС свежее топливо. В годы советской власти и в настоящее время мы продаем за рубеж (точнее, строим за рубежом) новые АЭС. И именно поставщик АЭС должен заменять отработанное ядерное топливо новым топливом. Но СМИ обычно представляют дело так, что будто Россия ввозит радиоактивные отходы, а не отработанное топливо (тепловыделяющие элементы, обычно урановые). Эта явно сознательная подтасовка вызывает недоверие к атомной энергетике.

По продаже атомных электростанций ведущее место в мире занимают США. Это и понятно, поскольку каждый реактор, работающий на атомном топливе, стоит несколько миллиардов долларов. В мире было несколько серьезных атомных аварий, самая крупная из которых, точнее, катастрофа, произошла на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года. В ликвидации ее последствий мне пришлось участвовать несколько лет (с 1987 по 1995 год). Главной задачей была разработка геохимических барьеров, которые бы препятствовали миграции растворенных радионуклидов, особенно ^{90}Sr, и возможных вариантов консервации чернобыльских могильников высокоактивных РАО. Обычно принято рассчитывать возможный срок постоянного хранения высокоактивных радиационных отходов на тысячу и более лет. При этом должна быть обеспечена гарантия герметичности могильника. Но кто может дать такую гарантию реально? Мы видим, как на различных, казалось бы, спокойных тысячи лет территориях внезапно происходят сильные, весьма разрушительные катаклизмы.

Введены многочисленные международные запреты на условия обращения и захоронения РАО. Запрещено сбрасывать их в глубины океана, запрещено выливать их в океан, хотя на глубинах нескольких километров эти твердые отходы будут спокойно лежать тысячелетия. Таких спокойных районов в океанских глубинах много.

Например, РАО, содержащие плутоний с активностью в 100 Ku и затопленные на глубине 4 км, будут разбавлены до норм радиационной безопасности (10^{-12} Ku/л) этим слоем воды, при условии отсутствия простого перемешивания воды за счет морских течений, а только за счет диффузии плутония через этот слой неподвижной воды.

Но, поскольку подобное предположение практически нереально по причине постоянного, хоть и медленного водообмена и наличия морских течений, то разбавление радиоактивности до норм радиационной безопасности должно происходить на меньшей глубине и реально не достигнет сколько-нибудь опасных значений на удалении всего лишь в несколько километров.

Жидкие отходы можно предварительно разбавить до малых концентраций, а океан сам все перемешает до обычных содержаний. Ведь не запрещают же сегодня вести морскую добычу нефти

и газа, хотя примеры катастроф с авариями на подводных нефтяных скважинах есть (недавняя катастрофа в районе Мексиканского залива). В наших северных морях лежат реакторы с атомных судов. А сколько в годы войны было затоплено высокотоксичных боевых отравляющих веществ в той же Балтике?

Очень много районов в России имеют высокий природный радиационный фон. Но еще больше районов с техногенным радиоактивным загрязнением. Примером тому может служить поселок Водный в Ухтинском районе Республики Коми. Здесь многие годы из природных подземных вод извлекался радий, нейтроны которого и были использованы для получения первых зарядов наших советских атомных бомб. Когда же заработали атомные реакторы, радий стал не нужен и о Водном просто забыли. Да и в те годы на такой работе лежал гриф строгой секретности. Удивительно, но поселок Водный даже не вошел в список радиационных территорий бывшего СССР и современной России (таких мест более сотни). На улицах этого поселка под ногами лежит радиоактивная пыль, которую школьники заносят на обуви в школу. 15 лет назад я проводил радиационную съемку этой школы, и первый этаж был в радиационном отношении более грязный, чем второй, а второй – грязнее третьего. Радиационный фон был превышен не намного, но полы до сих пор в этой школе деревянные и пыль накапливается между досками пола. На линолеум денег у ухтинских властей так до сего времени и не нашлось.

Среди жителей поселка Водный было много случаев лейкемии, многие умерли от онкологических заболеваний. Недавно РАОПРОЕКТ госкорпорации «Росатом» предложил провести очистку поселка Водный от радиоактивного грунта – предлагается провести перезахоронение трех самых грязных участков (бывших заводов по переработке радиоактивных вод, фото 1 и 2). Рекомендуется в рамках выделяемых средств сделать могильник для этой радиоактивной грязи, в котором радиоактивные отходы будут захоронены в глинистом экране в глинистых грунтах. До ближайшего населенного пункта (пос. Ярега) более 5 км. С геологических, геохимических и гидрогеологических позиций никаких утечек радиации из такого могильника не будет.

При обсуждении вопроса о возможности реализации этого проекта практически все депутаты Ухты проголосовали против. Единственная причина – могильник в будущем может быть использован не только для захоронения местного радиационного загрязнения, но и всей Коми и, возможно, всей России. Хотя действующее законодательство России запрещает какую-либо работу с радиоактивными отходами без специального разрешения. Предусмотрена и судебная ответственность за любую несанкционированную работу с ними, которая может быть приравнена к терроризму со всеми вытекающими последствиями.



Фото 1. Остатки химзавода № 10 по извлечению радия из вод Ухтинского района



Фото 2. Остатки деревянной бочки для сбора радиоактивной воды. Завод № 10, Водный промысел, Ухтинский район

Решение ухтинских депутатов свидетельствует, что у них практически нет никакого доверия к российским властям. Что же говорить тогда о рядовых гражданах и стоит ли удивляться их пессимизму, их неверию в светлое будущее?

Сегодня жители этого радиоактивного поселка лишаются реальной возможности улучшить экологическую обстановку. Местные СМИ раздули такую истерию по возможной очистке Водного, что диву даешься. Но справедливости ради все же следует, конечно, признать, что такой вариант использования могильника может иметь место. Если власти захотят, то и черта в ступе захоронят.

В Чернобыле в первый год после аварии необходимо было срочно захоронить погибшие от

радиации сосны. Были сделаны временные захоронения, которые представляют собой вырытые в песчаных грунтах траншеи, куда без всякого глинистого экрана и были закопаны погибшие сосны. Сегодня они так и лежат на месте своего первого захоронения. Из-за высокого уровня грунтовых вод (фото 3 и 4) эта закопанная радиоактивная древесина медленно гниет, и радионуклиды переходят в воду и переносятся подземными водами. Радиоактивный цезий мигрирует плохо, так как он легко сорбируется, легко удерживается глинистыми минералами. А радиоактивный стронций (^{90}Sr) мигрирует с водой очень хорошо.

В природе наиболее распространены из минералов стронция стронцианит ($SrCO_3$) и целестин ($SrSO_4$). Но условий для образования этих минералов в зоне ЧАЭС нет. Воды имеют кислый характер, а стронцианит в таких водах растворим, и эти воды бессульфатны. Поэтому нами было предложено на возможных путях миграции радиоактивного стронция создать искусственный апатит, в кристаллическую решетку которого за счет одинаковой валентности кальция и стронция и сходства их ионных радиусов входит радиоактивный стронций. Апатит практически нерастворим, поэтому миграция стронция прекращается.

В конкретном могильнике (Рыжий лес) предложено закачать под траншею с закопанной сосной через наклонные скважины глинистый раствор. Это приведет к гидроизоляции могильника. В само же захоронение следует закачать исходные компоненты геохимического барьера, которые приведут к образованию апатита, содержащего радиоактивный стронций. Сверху захоронение закрывается глинистым экраном (патенты России № 1806411, № 2069905, № 2156482).

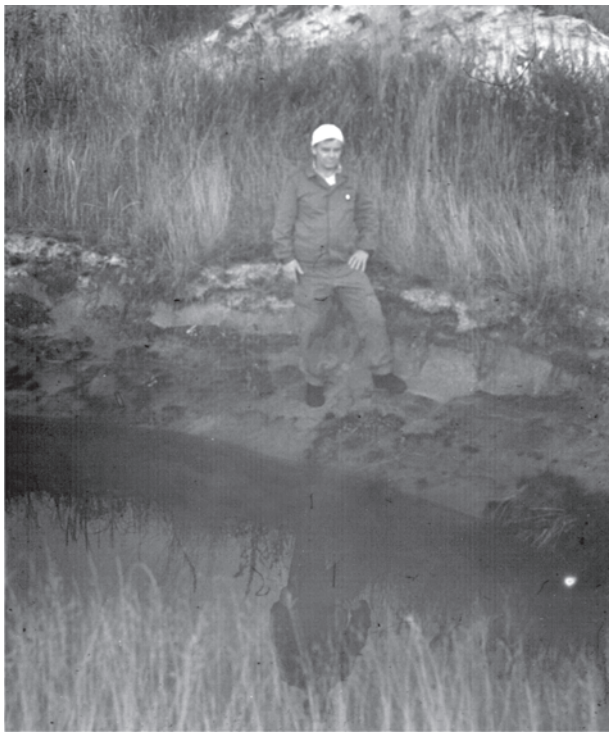


Фото 3. В такие траншеи закапывали погибший от радиации «Рыжий лес». Чернобыль, 1987 г.



Фото 4. Чернобыль. Уровень грунтовых вод в районе захоронения погибшего «Рыжего леса». 1989 г.

А как обстоят дела за рубежом? В США для захоронения радиоактивных отходов на территории индейского племени (округ Деф-Смит), где находится гора Юкка, представляющая собой громадный массив магматических пород, планировалось строительство постоянного подземного могильника РАО. Для этого необходимо было прорыть глубокую шахту и в горных выработках вокруг шахтного ствола разместить радиоактивные отходы. Но для получения согласия проживающих в этом округе индейцев им предлагалось ежегодно выплачивать 100 млн долл. в качестве компенсации за возможную опасность от РАО. Если же хранилище будет временным, то выплата в половинном размере ежегодно 50 млн долл.

Вопрос о захоронении радиоактивных отходов в России давно стоит на повестке дня. Необходим специальный Государственный могильник РАО, в том числе и высокоактивных. Его можно расположить в горах Полярного и Приполярного Урала. Здесь имеется железная дорога, которая в районе Инты подходит к горам на 100 км. Имеется автодорога, по которой регулярно из штолен Сура-Иза (где автор когда-то работал рудничным геологом) вывозится кварцевое сырье. Вот в одной или в нескольких штольнях, с восточного склона Урала, и можно расположить такой могильник, придав ему статус временного могильника радиоактивных отходов. В нем должен быть предусмотрен весь положенный радиационный контроль. Должна быть предусмотрена и возможность в случае необходимости вывоза этих отходов. В этом районе есть заброшенные штольни и других кварцевых месторождений, сегодня потерявших свое практическое значение. Другая возможная точка – восточный склон Ура-

ла, недалеко от железной дороги Сейда–Лабытнанги. Следует придать этим могильникам статус ПВЛРО (пункт временной локализации радиоактивных отходов), как было в Чернобыле. Просто же вести десятилетиями разговоры о загрязненных радиацией территориях, о районах, в которых сегодня проживают десятки тысяч людей, и ничего практически при этом не делать – такое положение недопустимо.

Зачем нам сегодня нужны тысячелетние гарантии о консервации радиоактивных отходов, когда сегодня эти отходы под ногами наших людей? Однако не следует надеяться, что можно получить добро жителей на расположение могильника РАО практически на любой территории России. Необходимы какие-то компенсации местному населению за такой могильник.

В заключении даётся список руководящих документов по обращению с радиоактивными материалами:

1. Указ Президиума Верховного Совета СССР от 3 марта 1988 г. N 8559-XI «Об уголовной ответственности за незаконные действия с радиоактивными материалами»

2. Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. №2395-1 «О недрах»;

3. Федеральный Закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»;

4. Федеральный Закон от 09 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»;

5. Федеральный Закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;

6. Федеральный Закон от 10 июля 2001 г. № 92-ФЗ «О специальных экологических программах реабилитации радиационно загрязнённых участков территорий»;

7. Федеральный Закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;

8. Федеральный Закон от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Анализ условий эксплуатации водозаборов Краснозатонского месторождения подземных вод

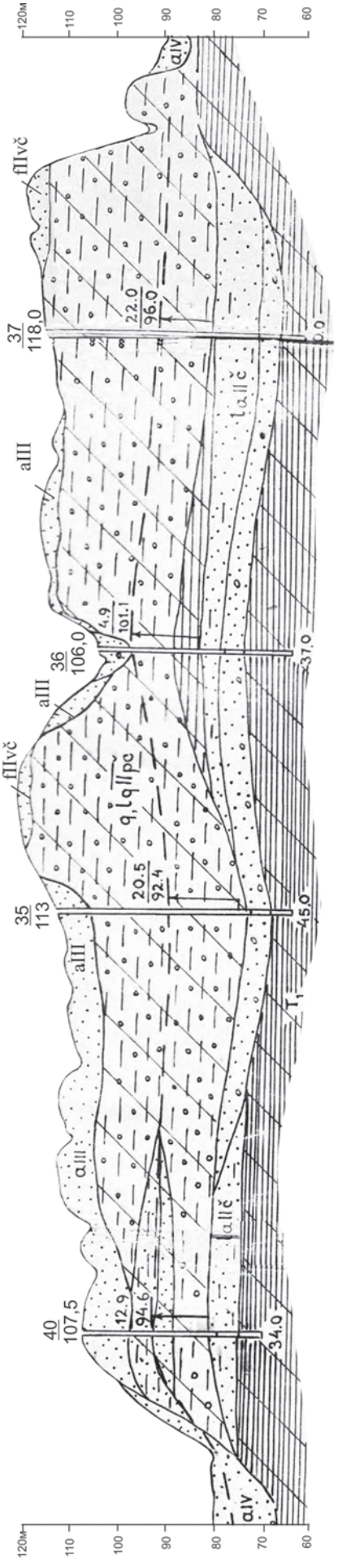
В. Ф. Лапицкая, В. И. Жильцова
ООО «Комигеология», Сыктывкар

Краснозатонское месторождение подземных вод с запасами категории А+В в количестве 4.55 тыс. $м^3$/сут разведано в 1990 г. (протокол ТКЗ № 77 от 28.03.1990 г.) на срок 25 лет. В 2002 году в рамках проведения геологоразведочных работ для оценки запасов подземных вод для водоснабжения г. Сыктывкара возможности прироста запасов Краснозатонского месторождения оценены величиной 2.94 тыс. $м^3$/сут по кат C_1. (протокол ТКЗ № 67 от 23.12.2002 г.) при условии расширения площади водозаборов, обустроенных на месторождении. Общие запасы по состоянию на 2002 г. оценивались величиной 7.49 тыс. $м^3$/сут (см. таблицу).

Водозаборы эксплуатируют подземные воды среднечетвертичного (чирвинского) горизонта и обеспечивают водоснабжение пгт. Краснозатонский и Верхняя Максаковка уже более 40 лет.

Эксплуатационный водоносный горизонт имеет ограниченное развитие на площади 150–160 $км^2$ в междуречье рр. Сысола и Лем, западная граница эксплуатационного горизонта примыкает к площади развития аллювиального горизонта, северная и восточная — к водоупорным суглинкам ледникового генезиса и глинам нижнего триаса. Месторождение расположено в восточной части площади развития водоносного горизонта. Водовмещающие отложения — пески с включениями гравия и гальки — залегают в подошве четвертичных отложений под ледниковыми суглинками и подстилаются водоупорными глинами нижнего триаса. Глубина залегания кровли водоносного пласта на участках эксплуатации составляет 20–43 м, подошвы 28.5–54.2 м, мощность горизонта в среднем составляет 6–7 м. Горизонт содержит слабонапорные воды, уровень устанавливается на глубине 15–20 м от поверхности, напор над кровлей 7–18 м.

Условия залегания эксплуатационного водоносного пласта (см. рисунок) неблагоприятны для восполнения запасов подземных вод. Инфильтрации атмосферных осадков в пласт затруднена, так как водоносный горизонт в кровле перекрыт толщей ледниковых суглинков, латеральный приток ограничен узкой полосой чирвинской палеодолины, вскрытой скважинами на северо-востоке участка. Разгрузка подземных вод осуществляется в водоносный аллювиальный горизонт, уровень воды в котором залегает на отметках близких к отметкам кровли эксплуатационного горизонта, что ограничивает восполнение запасов речными водами в паводковый период.



Условия залегания эксплуатационного водоносного пласта (laII cr)

Эксплуатационные запасы подземных вод Краснозатонского месторождения

Год	Вид работ	№ протокола ТКЗ и дата утверждения	Эксплуатационные запасы, тыс. $м^3$/сут (по категориям)			
			Разведанные (промышленные категории)		Предварительно оцененные	Всего, в скобках прирост запасов
			A	B	C_1	
1970	Разведочные	№ 30 от 20.04.1970 г.	–	1.30	0.28	1.58
1990	Разведочные	№ 77 от 28.03.1990 г.	3.275	1.275	–	4.55 (2.97)
2002	Ревизионно-оценочные	№ 67 от 23.12.2002 г.	–	–	2.94	7.49 (2.94)

В текущий период месторождение эксплуатируется расположенными на расстоянии 1.0–2.2 км друг от друга тремя водозаборами, производительность водозаборов не обеспечивает текущую водопотребность поселков. Ежегодно в меженный период население испытывает дефицит питьевой воды, который в авральном порядке покрывается за счет разбуривания новых скважин, в непосредственной близости от старых. За счет интенсивной застройки поселков текущий водоотбор с 2007 г. ежегодно увеличивается, в 2012 г. суточный водоотбор в отдельные месяцы изменялся от 3.7 до 4.2 тыс. $м^3$/сут.

Проектными материалами ОАО ПИ «Комигражданпроект» (Проект реконструкции водоочистных сооружений в пгт. В. Максаковка и расширения ВОС пгт. Краснозатонский) предусматривается увеличение забора воды для пгт. Краснозатонский до 4.5 тыс. $м^3$/сут, пгт. Максаковка до 3.5 тыс $м^3$/сут, суммарно до 8 тыс. $м^3$/сут. Разведанными запасами подземных вод (категория А+В) планируемое увеличение водоотбора не обеспечено.

Эксплуатирующей организацией в 2012–2013 г. для увеличения объема водоотбора на действующих водозаборах были оборудованы дополнительные водозаборные скважины, которые дали кратковременный эффект.

Бурение новых эксплуатационных скважин в непосредственной близости от действующих приводило к перераспределению водопритоков по отдельным скважинам, а не к увеличению суммарного водоотбора с участка. При паспортной производительности скважин до 600–750 $м^3$/сут, водоприток в них в короткий период уменьшались до 95–300 $м^3$/сут и менее. Снижение производительности скважин при эксплуатации отмечается уже длительное время, на текущий период от пуска в эксплуатацию новых скважин до почти полного прекращения в них водопритока, проходит от 6 месяцев до 2–3 лет. При этом чистка фильтров скважин производится компрессором ежеквартально, но значимого увеличения производительности не достигается.

Анализ работы водозаборов, выполненный на основании ограниченных сведений по условиям эксплуатации месторождения, свидетельствует о неблагоприятном прогнозе увеличения водоотбора на Краснозатонском месторождении. Объем добычи подземных вод на Краснозатонском МППВ на текущий период практически равен разведанным запасам. В нарушение условий недропользования на водозаборе не организован мониторинг подземных вод, учет водоотбора производится только на станции второго подъема, отсутствует ежедневный учет водоотбора из каждой эксплуатационной скважины, не замеряются статический и динамические уровни. В связи с этим, отсутствует информация для оценки перспектив прироста запасов подземных вод на эксплуатационных участках.

По устным сообщениям обслуживающего персонала, уровни воды в скважинах снижаются до водоприемной части насоса, т.е. практически на уровне кровли водоносного горизонта и ниже. Следовательно, уже при существующем водоотборе непосредственно в скважинах весь напор над кровлей пласта практически срабатывается и увеличивать водоотбор на действующих водозаборах не представляется возможным. Осложняющим фактором эксплуатации подземных вод является высокая концентрации растворенного в воде железа (до 5.05 мг/$дм^3$ и 13.2 мг/$дм^3$). При снижении уровня воды в скважинах ниже кровли водоносного пласта обеспечивается доступ свободного кислорода в прифильтровую зону и накопление гидроокислов железа в водовмещающих песках и на фильтровой сетке. С течением времени процесс накопления железа сменяется его вымыванием из песчаной толщи и увеличением в откачиваемой воде. В конечном итоге происходит механическая и электрохимическая кольматация сетчатого фильтра и снижение дебита скважин.

Первоочередной задачей усиления водоснабжения пгт Краснозатонский и Верх. Максаковка является организация мониторинга на действующих водозаборах в соответствие с программой мониторинга, составленной ООО Комигеология в 2007 г., и переоценка запасов на действующих водозаборах. Для улучшения работы эксплуатационных скважин необходимо уменьшить несовершенство их водоприемной части, т. е. заме-

нить сетчатые фильтра скважин каркасно-стержневыми с высокой скважностью и низкой подверженностью кольматации. Подбор фильтра должен проводиться индивидуально по гранулометрическому составу водоносных песков. Длина фильтра должна рассчитывать в соответствие с их пропускной способностью и приниматься минимально возможной для увеличения допустимого понижения.

Для обеспечения перспективной водопотребности (8 тыс. м^3/сут) необходимо разведка запасов подземных вод на площади, смежной с действующими водозаборами и оборудование нового группового водозабора на значительном удалении от действующих. При этом выбор участков размещения водозаборов может быть обоснован только после детальных гидрогеологических исследований.

Перспективы использования подземных вод для водоснабжения г. Сыктывкара

В. Ф. Лапицкая, В. И. Жильцова
ООО «Комигеология», Сыктывкар

Город Сыктывкар — столица Республики Коми расположен на высоте 75–172 м над уровнем моря на берегах рр. Сысолы и Вычегды и включает в себя собственно город Сыктывкар, городской микрорайон Эжва, 6 поселков и малых населенных пунктов. Население г. Сыктывкара составляет 245 тыс. чел.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Сыктывкара базируется на поверхностных водах р. Вычегды. Водозабор в местечке Алешино обеспечивает водой центральную часть города и с. Выльгорт в объеме Н ≈ 95 тыс. м^3/сут, водозабор на острове в местечке Белый Бор – снабжает водой Эжвинский микрорайон в объеме Н ≈ 65 тыс. м^3/сут. Для водоснабжения Краснозатонского и Максаковского микрорайонов столицы используется Краснозатонское месторождение подземных вод с разведанными запасами 4.55 тыс. м^3/сут.

С 1990 г в окрестностях города проводились работы по оценке запасов подземных вод среднеюрского (сысольского) горизонта, общие эксплуатационные ресурсы которого оценены в 602 тыс. м^3/сут. По результатам геологоразведочных работ выявлены два участка, перспективные для добычи подземных вод. Бадьинское месторождение питьевых подземных вод с запасами 62.5 тыс. м^3/сут расположено в 25 км южнее г. Сыктывкара в лесном массиве строящегося аэропорта «Соколовка». Тегский участок с запасами 50 тыс. м^3/сут расположен в местечке Тег-Б.Бор на правом берегу р. Вычегды, напротив Эжвинского микрорайона. По состоянию на 2014 г. изученность выявленных участков неравномерная. Геологоразведочные работы на Тегском участке с 1990 г. не проводились. На Бадьинском месторождении с 2002 по 2012 г. работы начинались неоднократно, но каждый раз оставались незавершенными по причине снижения финансирования.

На Бадьинском месторождении в 2013 г., расположенном на водоразделе рр. Лэпью и Кылтымью, выполнена разведка подземных вод для обеспечения города резервным источником водоснабжения на период чрезвычайных ситуаций (ГОСТ 226.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»). В рамках разведочных работ на участке недр площадью 10х10 км для составления проекта эксплуатации и добычи подземных вод подготовлены запасы в количестве 14.3 тыс. м^3/сут (категория В). К проведению разведочных запасы подготовлены запасы в количестве 35.7 тыс. м^3/сут (категория C_1), выявлена возможность прироста запасов месторождения в количестве 12.5 тыс. м^3/сут (категория C_2). Эксплуатационный водоносный юрский терригенный горизонт имеет площадное распространение на территории Сыктывдинского, Сысольского, Койгородского и Прилузского районов. На Бадьинском месторождении водоносный горизонт залегает в интервале глубин от 10 до 50 м в долинах рек и от 50 до 100 м на водоразделах. Мощность водовмещающих отложений изменяется от 20 до 60 метров, продуктивный пласт приурочен к подошве горизонта, средняя мощность его 20–25 м. Подземные воды эксплуатационного пласта защищены от загрязнения с поверхности водоупорной толщей глинистых четвертичных и юрских отложений.

Качество подземных вод эксплуатационного горизонта изучено по всем показателям, нормируемым СанПиН 2.1.4.104-74-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» Нормируемые микроэлементы, радионуклиды и бактериологические показатели содержатся в концентрациях ниже ПДК, исключение составляет содержание железа и марганца, что характерно практически для всех природных вод Республики Коми. По химичес-

кому составу вода соответствует II классу по ГОСТ 2761-84 «Источники хозяйственно-питьевого водоснабжения» по содержанию железа и марганца.

По совокупности выполненных геологоразведочных работ, оценка запасов подземных вод Бадьинского месторождения выполнена для участка недр размерами 25×25 км применительно к проектному водозабору производительностью 62.5 тыс. м^3/сутки. Проектный водозабор рассчитан для 40 эксплуатационных скважин, расположенных на площадках ранее пробуренных поисково-разведочных скважин, нагрузки на которые обоснованы их фактической производительностью от 690 до 1290 и 2660 м^3/сут на срок эксплуатации 25 лет.

Бадьинское месторождение рекомендуется к освоению поэтапно. Первый этап – составляется проекта разработки месторождения и обустройство водозабора производительностью 14.3 тыс. м^3/сут на период чрезвычайных ситуаций.

Второй этап - доизучение (разведка) запасов подземных вод категории C_1+C_2 в количестве 48.3 тыс. м^3/сут до требований категории В, на которых возможно проектирование водозаборных сооружений.

Третий этап — составление проекта разработки месторождения и обустройство водозабора производительностью 48.3 тыс. м^3/сут.

Проектные предложения по освоению подземных источников водоснабжения основываются на следующих исходных данных.

Добыча подземных вод производится артезианскими скважинами на участке, расположенном в 25–30 км от г. Сыктывкара и в 15 км от с. Выльгорт. Технические характеристики проектных водозаборных скважин получены по результатам бурения и гидрогеологического опробования поисково-разведочных скважин. Проектная глубина скважин 75–80 м. Диаметр эксплуатационной (фильтровой) колонны – 168 мм. Длина рабочей части фильтра – 12 м. Тип фильтра – каркасно-стержневой с гравийной обсыпкой. Скважины оборудуются погружными насосами LOWARA Z646 11-L6W (с напором до 160 м) на водоподъёмных трубах диаметром 89 мм. Над скважинами устанавливаются павильоны стандартной конструкции, где располагается необходимая арматура, группа учета и контроля качества.

Подземная вода из скважин погружными насосами I подъёма подаётся на станцию водоочистки. Для доведения содержания железа и марганца до нормативных требований СанПиН 2.1.4.104-74-01 предусматривается водоподготовка по безреагентной технологической схеме — упрощенная аэрация воды с последующим фильтрованием через зернистые загрузки. Отходы водоподготовки (растворы, взвеси...) могут утилизироваться путем закачки их в скважины, оборудованные на более глубокие проницаемые пласты, или, после обезвоживания, вывозиться на городской полигон ТБО. Очищенная и обеззараженная вода под остаточным напором подаётся в резервуар чистой воды, откуда с помощью насосной станции II подъёма по водоводам диаметром 800 мм перекачивается до мкр. Давпон г. Сыктывкара. В районе с. Выльгорт производится отбор воды из водоводов для водоснабжения села. Расположение площадки водоочистных сооружений (ВОС) возможно в двух вариантах: в районе строящегося аэропорта «Соколовка», где имеются подъездные дороги, котельная, канализационные очистные сооружения, ЛЭП и трансформаторные подстанции, или в районе с. Выльгорт, где также есть вся необходимая инфраструктура для эксплуатации ВОС. Вопросы энергоснабжения насосных станций I подъема, ВОС и насосной станции II подъема должны быть «Комиэнерго» для принятого варианта расположения ВОС. Теплоснабжение наземных павильонов над скважинами – электрическое. Теплоснабжение сооружений на площадке ВОС в зависимости от полученных технических условий возможно от котельной в районе расположения площадки ВОС, от встроенной индивидуальной котельной, от электроотопления.

Для обеспечения санитарной охраны источника водоснабжения, ВОС, насосной станции II подъема, резервуаров чистой воды и водоводов предусматриваются мероприятия, обусловленные СанПин 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». Устья скважин ограждаются в радиусе 30 метров от скважины (первый пояс санитарной охраны). Границы II и III поясов ЗСО по предварительным расчетам соблюдается на расстоянии 1.2–1.5 км от крайних скважин водозабора. Для водоводов санитарная зона представляет полосу шириной 10–50 метров в каждую сторону от оси водовода.

Новые данные по содержанию тяжелых естественных радионуклидов в природных водах Тимана

Т. П. Митюшева
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Исследования радиоактивности природных вод Тимана начались в 1926–27 гг. с открытия А. А. Черепенниковым и Л. Н. Богоявленским высоких концентраций радия (до $7.6 \cdot 10^{-9}$ г/л=281 Бк/л) [1] в буровых водах Ухтинского нефтяного месторождения. Поиски радиеносных поверхностных и подземных вод были продолжены специализированными и геологическими организациями (табл. 1) на р. Печорская Пижма и ее притоках, и на Тимане в целом. Максимальные 384 Бк/л (28 ед. Махе) значения радона были зафиксированы в соленых (5.4 г/л) сероводородных сульфатно-хлоридных натриевых водах источника на руч. Кислый (р. Печорская Пижма) приуроченного к контакту известняков карбона и сланцев протерозоя. Скважиной 1– Бобровая на глубине 585 м зоне в трещиноватости кварцитов протерозоя вскрыты воды хлоридного натриево-кальциевого состава с минерализацией 3.7 г/л содержащие радий $1.8 \cdot 10^{-10}$ г/л (6.6 Бк/л) и радон 162.0–213.1 Бк/л (табл. 1). Выявленные радиоактивные аномалии в водах на Среднем Тимане, связаны по данным предшественников с торием, с разломной тектоникой и выходами пород фундамента на поверхность.

В 2013 г. были обследованы природные воды Среднего Тимана в рамках изучения радиоактивности вод Тимана и Притиманья. Изучен состав тяжелых естественных радионуклидов (ТЕРН) (табл. 2) и определена их удельная активность в водах рек Гнилая, Светлая и ее притоков (р. Бобровая, Н.Паун, Паун) и верховьев р. Мезени, относящихся к бассейнам Баренцева и Белого морей, в пределах Цилемско-Четласского мегавала (рисунок). В питании рек доля подземных вод достигает 10–20%, снеговых атмосферных осадков 50–60%.

В полевых условиях измерялись температура, электропроводимость, pH вод. Химический состав вод исследован в Институте биологии Коми НЦ РАН (г. Сыктывкар). Для определения ЕРН отбирались воды без консервации объемом 10 л. Измерения выполнены в лаборатории миграции радионуклидов и радиохимии Института биологии Коми НЦ РАН (г. Сыктывкар), автор благодарен за высокое качество проведенных химических исследований вод.

Накопление радиоактивных веществ в природных водах зависит, как ранее уже установлено исследователями, от их концентраций в породе, скорости течения и времени контакта воды с горными породами [5, 6]. В зоне гиперегенеза концентрации U в поверхностных водах низки, по данным А. Н. Токарева и А. В. Щербакова [6] в речных водах содержания урана $2 \cdot 10^{-8}$–$5 \cdot 10^{-5}$ г/л (0.025–61.5 Бк/л). Нами получены значения U $0.02–0.18 \cdot 10^{-6}$ г/л (0.4–2.28 мБк/л). Они сопоставимые с ранее установленными величинами U $0.002–0.517 \cdot 10^{-6}$ г/л (при среднем значении $0{,}041 \cdot 10^{-6}$ г/л) в пределах северной части Тиманской гряды [8] и $0.002–0.24\ 10^{-6}$ г/л для природных вод Южной части Четласского Камня по данным А.Б.Макеева и Н.И.Бренчаниновой [2]. Максимальные содержания ^{238}U выявлены в реках Паун и Н.Паун.

Концентрации тория в речных водах района Четласского камня, варьируют в пределах $0.003–0.038 \cdot 10^{-6}$ г/л (0.16–2.22 мБк/л). Для сравнения приведем величины Th $0.003–0.054 \cdot 10^{-6}$ г/л ранее полученные (метод анализа ICP–MS) для Среднего Тимана [2] и $0.002–0.161 \cdot 10^{-6}$ г/л для северной части Тиманской гряды [8]. Наибольшие значения ^{232}Th установлены в водотоках Паун и руч. Бобровский, в площадь их водосбора входит Октябрьское месторождение редких и редкоземельных металлов. В водах рек концентрации тория составляют 10^{-10}–10^{-8} г/л [2], и следовательно, в районе Четласского Камня можно выделить ториевую гидрохимическую аномалию.

Содержания ^{226}Ra в пресных поверхностных водах оцениваются как $1.2–5.5 \cdot 10^{-13}$ г/л (4.7–26.6 мБк/л), что характерно для ультрапресных вод северных районов [5], при установленных здесь концентрациях радия $1.8 \cdot 10^{-10}$ г/л в соленых водах рифея (Плякин и др., 1968 г.).

Распространение относительно повышенных концентраций урана и тория и продуктов их распада в природных водах Среднего Тимана связано с установленной здесь редкоземельно–торий–редкометалльной минерализацией на месторождениях (Октябрьское, Ново-Бобровское, Верхне-Мезенское и Косьюское) и рудопроявлениях, приуроченных к зонам разрывных нарушений (зонам дробления) в кварцитах и сланцах рифея (Осадчук, 1959 г.; Черная и др., 1961 г.; Плякин и др., 1968 г.; Пачуковский и др., 1978 г.). Уран и торий присутствуют в горных породах в основном в виде изоморфной примеси в акцессорных редкоземельно-торий-редкометалльных минералах: монаците (Ce, La, Th, U, Zr) PO_4 SiO_2, ксенотиме

Таблица 1

Радиологический состав вод Среднего Тимана по результатам ранее проведенных исследований

Водоисточники		Исследователь (автор отчета), год	Содержания					
			радий		уран		радон	
			г/л	Бк/л	г/л	Бк/л		Бк/л
Поверхностные воды		Черепенников, 1932					до 2.5 Махе	34
Подземные воды	известняки, C	Гинзбург, 1932			$1–1.8·10^{-6}$	0.012–0.022	28 Махе	384
		Черепенников, 1932					до 24.4 Махе	329
		Горский-Кручинин, 1959			$2.17–6.25·10^{-6}$	0.027–0.077		
		Пономарев, 1968	$1.8·10^{-12}$	0.07	$1.5–1.8·10^{-6}$	0.018–0.022		
	глины, песчаники, D	Черепенников, 1932					до 12.4 Махе	167
		Горский-Кручинин, 1959			$1.87–1.95·10^{-6}$	0.023–0.024		
	кварциты, сланцы, PR	Черепенников, 1932					до 10.3 Махе	139
		Горский-Кручинин, 1959			$6.5–30.0·10^{-8}$	0.0008–0.004		
		Пономарев, 1968			$1.1·10^{-6}$	0.014		
		Плякин, 1968	$1.8·10^{-10}$	6.66			43.85–57.65 Эман	162–213

Таблица 2

Удельная активность радионуклидов (A_m, мБк/л) в водах рек Четласского Камня

Номер пробы	Нуклид	ряд ^{238}U					ряд ^{232}Th		Соотношения		
		^{238}U	^{230}Th	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po	^{232}Th	^{228}Th	$^{228}Th/^{232}Th$	$^{210}Pb/^{226}Ra$	$^{226}Ra/^{238}U$
	Период полураспада, $T_{1/2}$	$4.5·10^9$ лет	$8.3·10^4$ лет	1590 лет	22 года	138 дней	$1.39·10^9$ лет	1.9 года			
	Уровень вмешательства, мБк/л (НРБ-99/09)	3000.0	650	490	200	110	600	1900			
В-1, р. Бобровая		0.78	0.430	4.70	35.64	не обн.	0.043	0.016	0.37	7.58	6.03
В-8, р. Бобровая		1.14	0.91	20.21	53.58	не обн.	0.012	0.037	3.08	2.65	17.73
В-17, руч. Бобровский		1.89	1.72	26.59	53.52	не обн.	0.020	0.065	3.25	2.01	14.07
В-24, р. Паун		2.28	1.25	15.53	не обн.	не обн.	0.133	0.079	0.59	–	6.81
В-26, р. Светлая		0.99	2.55	15.65	53.81	3.25	0.028	0.062	2.21	3.44	15.81
В-29, р. Н. Паун		2.05	0.79	10.96	35.68	2.44	0.155	0.025	0.16	3.26	5.35
В-30, р. Гнилая		1.25	2.220	4.68	4.46	5.09	0.028	0.106	3.79	0.95	3.74
В-36, р. Светлая		0.27	1.060	4.67	107.39	4.87	0.062	0.048	0.77	23.00	17.30
В-47, р. Мезень		0.40	0.164	10.98	4.43	5.08	0.120	0.039	0.33	0.40	27.45

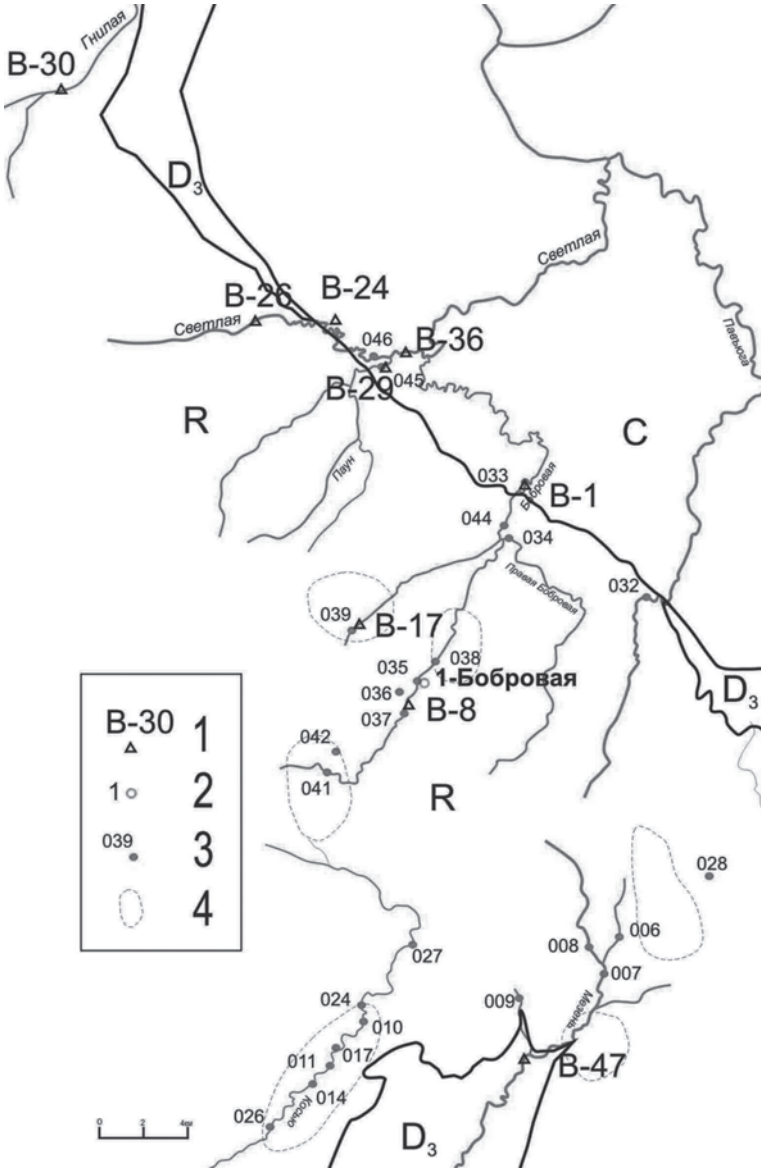


Схема радиологического опробования природных вод в районе Четласского Камня. Условные обозначения: 1 – точка отбора проб воды на анализ ЕРН (В–1 – р.Бобровая, среднее течение, правый приток р.Светлая; В–8 – р.Бобровая, верховья; В-17 – руч. Бобровский, левый приток р.Бобровой, верховья; В-24 – р.Паун, левый приток р.Светлая; В-29 – р.Нижний Паун, правый приток р.Светлая; В-26 – р.Светлая, верховья; В-36 – р.Светлая, ниже слияния с р.Паун; В-30 – р.Гнилая, верховья; В-47 – р.Мезень, верховья); 2 – скважина 1–Бобровая; 3 – точки гидрохимического опробования А.Б.Макеева и Н.И.Бренчаниновой [2]; 4 – контуры метасоматических пород по В. М. Пачуковский и др., 1993.

(Y, U) PO_4, колумбите (Fe, Mn)(Nb, Ta)$_2O_6$, ильменорутиле (Ti, Nb, Fe^{3+})$_3O_6$, ферриторите (Fe, Th) SiO_4, и в выделениях ториевых фаз в редкоземельных карбонатах вплоть до обособления в них чистого силиката тория $ThSiO_4$, а также в рассеянной форме в породообразующих минералах (в виде уранил-иона $[UO_2]^{2+}$) [4, 7]. Уран преобладает в «иттриевых» минералах, Th – в «цериевых» [5]. Содержания ThO_2 в богатых рудах достигает 0.58% [4].

Все установленные значения удельных активностей ЕРН в водах ниже гигиенических норм радиационной безопасности (НРБ-99/09) [3] для питьевых вод (табл. 2). Химический состав вод гидрокарбонатный магниево-кальциевый, воды пресные с минерализацией до 0.2 г/л.

Проведенные исследования показывают, что удельная активность ^{238}U и продуктов его распада (^{230}Th, ^{226}Ra, ^{210}Pb, ^{210}Po) в поверхностных водах выше, чем ряда тория – ^{232}Th и ^{228}Th (табл. 2). Несмотря на то, что аномалии на Среднем Тимане ториевые, окислительные условия зоны гиперегенеза, гидрокарбонатный состав вод и присутствие большого количества органических веществ в водотоках лесной зоны благоприятны для миграции урана. Дочерние изотопы в водах содержатся обычно в большем количестве по сравнению с материнскими, что отражают отно-

шения $^{228}Th/^{232}Th$, $^{226}Ra/^{238}U$ и $^{210}Pb/^{226}Ra$. Однако для некоторых водопунктов эти закономерности нарушены, что требует проведения дальнейших исследований. Повышенные содержания короткоживущего радионуклида ^{210}Pb ($T_{1/2}$=22 года) по сравнению с материнским ^{226}Ra ($^{210}Pb/^{226}Ra$ до 23) свидетельствует о благоприятных современных геохимических процессах извлечения радиоактивных элементов из пород. Именно радионуклид ^{210}Pb, вносит половину общей радиоактивности вод. Максимальные (до 107 мБк/л) значения ^{210}Pb установлены в самой низкой по течению точке опробования – В–36 на р. Светлая. Изотопы ^{210}Po менее растворимы и содержатся в водах в значительно меньшем (до 13.5 мБк/л) количестве, $^{210}Po/^{210}Pb$ (0.05–1.1). Их присутствие может быть обусловлено наряду с выщелачиванием из пород, также и выпадением из атмосферных осадков.

Таким образом, проведенные исследования существенно дополнили представления о радиологическом составе вод Тимана. Получены первые значения изотопов ряда урана-238 и тория-232 для природных вод Среднего Тимана.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программ фундаментальных исследований РАН №12-У-5-1015.

Литература

1. *Богоявленский Л. Н.* Ухтинское месторождение радия // Докл. АН СССР. Сер. А. 1928. № 14/15. С. 156.

2. *Макеев А. Б., Бренчанинова Н. И.* Гидрогеохимическая характеристика природных вод южной части Четласского Камня (Средний Тиман) / Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2006. №4. С. 321–327.

3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Гигиенические нормативы. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523–09. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России. 2009. 116 с.

4. Тиманский кряж. Т. 2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика Земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы. Ухта: УГТУ, 2008. 339 с.

5. *Титаева Н. А.* Ядерная геохимия М.: Изд-во МГУ, 2000. 336 с.

6. *Токарев А. Н., Щербаков А. В.* Радиогидрогеология. М.: Госгеолтехиздат, 1956. 263 с.

7. *Удоратина О. В.* и др. Особенности акцессорной минерализации жильной серии карбонатитов четласского комплекса (Средний Тиман) / Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма. Мат-лы XXIX межд. конф. Школа «Щелочной магматизм Земли». Судак-Москва: ОНТИ ГЕОХИ РАН, 2012. С. 150–151.

8. *Salminen, R,. Chekushin, V.* et al. 2004. Geochemical Atlas of the Eastern Barents Region. *Journal of Geochemical Exploration*, 83, 1–530.

Изотопный ($\delta^{18}O$ и δD) состав поверхностных и подземных вод Тимано–Североуральского региона

Т. П. Митюшева
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Изотопный состав природных вод Тимано-Североуральского региона мало изучен. Первые определения $\delta^{18}O$ и δD в подземных водах региона были проведены с целью изучения условий формирования глубоких подземных вод Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в 1988–1990 гг. сотрудниками ВСЕГИНГЕО Ю. Б. Селецким, В. А. Поляковым и В. В. Ачакасовым [4] по материалам, предоставленным Ухтинской комплексной методической экспедицией ПГО «Ухтанефтегазгеология». Исследования изотопного состава пресных поверхностных и подземных вод, источников ранее в регионе не проводилось.

В данной работе приведены новые результаты исследования изотопного состава поверхностных и подземных (пресных и минеральных) вод Тимано-Североуральского региона. Пробы воды отобраны в конце июня–июле 2006–13 гг. Для определения величин ^{18}O и δD отбирались образцы воды в плотнозавинчивающиеся пластиковые контейнеры (10 и 15 мл) без консервации. Измерения вод в 2006–09 гг. выполнялись в ГИН РАН (г. Москва) на масс-спектрометре DELTA^{plus} фирмы ThermoQuest (Finnigan) и в 2012–13 гг. в ИГ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) на масс-спектрометре Finnigan Delta V Advantage (Германия), Isotope Ratio MS. Погрешность определений ^{18}O была не хуже ± 0.2 ‰, а δD – ± 0.5 ‰. Значения приведены в ‰ относительно международного стандарта SMOW (средней пробы воды Атлантического, Тихого и Индийского океанов). Химический анализ вод выполнен в различных лабораториях г. Сыктывкара и г. Москвы.

Подземные и поверхностные воды региона характеризуются низкими содержаниями кислорода-18 (от −18.3 до −10.9 ‰) и дейтерия (от −124.2 до −97.0 ‰) (таблица) относительно SMOW, что отражено также на диаграмме в координатах $\delta D - \delta^{18}O$ (рис. 1). Такой широкий диапазон полученных изотопных величин связан в первую очередь с большой площадью исследований. Точками наблюдений охвачена площадь в географических координатах 59–69° с. ш. и 45–66° в. д. (рис. 2). Для поверхностных вод (и атмосферных осадков) должны наблюдаться континентальный изотопный эффект – постепенное обеднение $\delta^{18}O$ и δD по мере удаления от побережья вглубь континента, а также и широтная зональность – к северу все более отрицательные значения изотопов [6]. Однако по полученным нами изотопным характеристикам эти зональности в целом ярко не выражены (рис. 1–2), несмотря на то, что был выбран единый меженный период наблюдений. Это вероятно связано с региональными и локальными изменениями изотопного состава вод, такими как геологическое строение территории (в т. ч. наличие горных систем Тимана и Урала), высотная зональность, направление и циркуляция атмосферных масс, количества осадков и др. Например, низкие концентрации дейтерия могут указывать на большую долю снеговых осадков, характеризующихся по данным I. Friedman и др. [7] уменьшенными по сравнению с дождевыми осадками содержаниями δD.

На полученные изотопные характеристики вод большое влияет геологическое строение, приуроченность к различным структурам осадочного чехла. Условно все точки наблюдений были подразделены на две части, в первую группу включены пробы вод, отобранные в пределах Предуральского прогиба, во вторую – в северной части Волго–Уральской антеклизы, южной части Мезенской синеклиз и Средний и Южный Тиман (рис. 1–2). Для отдельных тектонических структур (например, для Предуральского прогиба) пространственная зональность изотопная прослеживается как в поверхностных, так и в подземных водах. Литологический состав пород также может привести к изменениям исходных значений $\delta^{18}O$ и δD. Характер изотопных изменений («положительные» и «отрицательные» сдвиги) в

Изотопный состав природных вод Тиман-Североуральского региона

Водопроявление		Индекс геологического возраста водовмещающих толщ		Изотопный состав вод, ‰		$\delta D / \delta O^{18}$
				δO^{18}	δD	
Поверхностные воды				–17.5…–11.7	–118.5…–89.5	5.51–9.26
Подземные воды	пресные	Q		–16.7…–12.5	–124.2…–97.0	6.47–8.59
		K_1		–13.15	–106.3	8.08
		J	источники	–18.1…–14.5	–109.0…–99.3	5.49–7.14
			скважины	–15.3…–11.9	–119.3…–97.8	7.05–8.74
		T		–13.8…–13.3	–117.6…–114.6	8.5–8.59
		P		–16.9…–14.0	–124.2…–100.0	6.0–7.93
	минеральные			–16.1…–10.9	–103.9…–81.0	6.2–7.43
	пресные	$D_3–C_1$		–17.4…–14.2	–121.9…–103.0	6.0–7.6
	минеральные			–18.3…–16.6	–119…–111.9	6.1–7.65
	минеральные	O–S (источники)		–17.8…–15.1	–111.3…–111.2	7.0–7.4

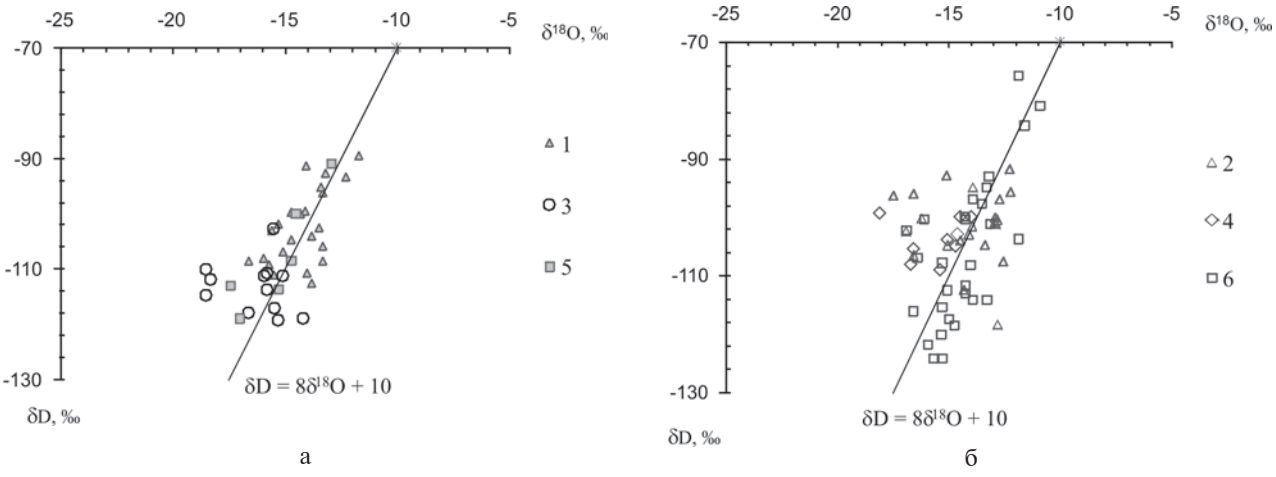


Рис. 1. Соотношение концентраций дейтерия и кислорода-18 в природных водах Тиман-Североуральского региона (а – Предуральского прогиба; б – Волго–Уральской антеклизы, Мезенской синеклизы и Тимана). 1–2 – поверхностные воды, 3–4 – воды источников, 5–6 – подземные воды скважин. Линия метеорных вод Х. Крейга ($\delta D = 8\delta^{18}O + 10$ ‰) – GMWL (Global Meteoric Water Line)

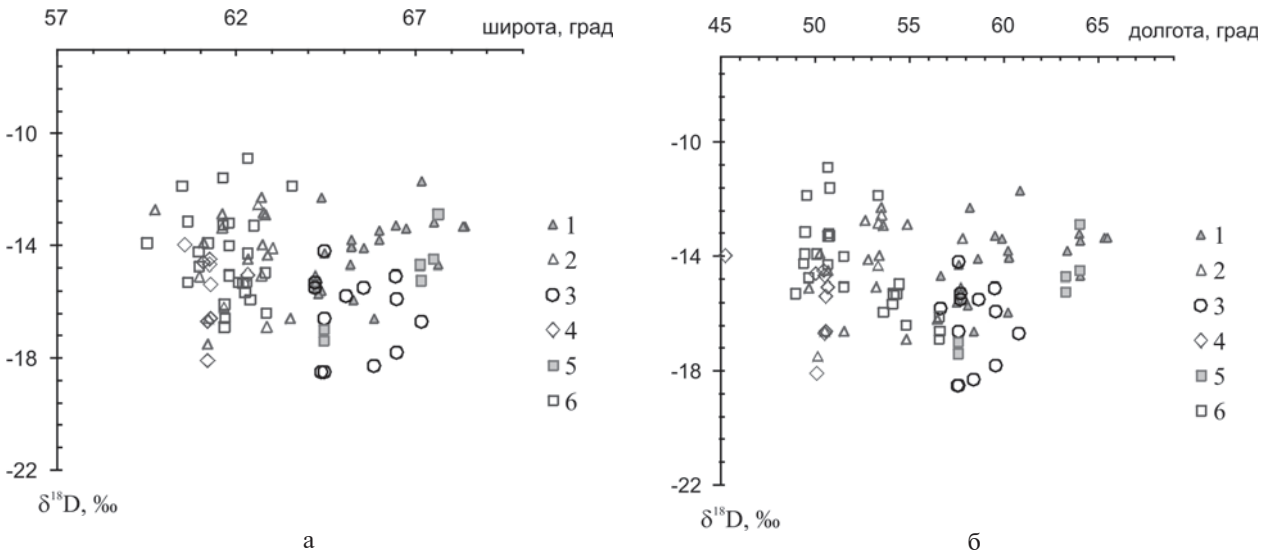


Рис. 2. Зависимости $\delta^{18}O$ от местоположения точек отбора проб (а – широта, б – долгота) (усл. обозначения см. рис. 1)

процессе взаимодействий вода-порода-газ-органическое вещество очень сложен [3, 5 и др.], и на данной стадии исследований может рассматриваться только на примере отдельных объектов [1, 2].

Пресные подземные воды, приуроченные к различным по возрасту отложениям, залегающие на небольших (до 100 м) глубинах имеют практически равный с речными водами изотопный состав, что свидетельствует о значительной доле метеогенных вод (атмосферных осадков различной природы: дождя и снега) в их питании, показывает степень гидравлической связи с поверхностными водами и незначительные изменения $\delta^{18}O$ и δD связанные при взаимодействии с вмещающими породами.

Подземные минеральные воды источников по своим изотопным характеристикам резко контрастируют с седиментационными (талассогенными) водами палеозойских (O-P) терригенных и карбонатных водоносных комплексов региона. Для пластовых вод Ю. Б. Селецким и др. [3] было установлено закономерное утяжеление состава $\delta^{18}O$ и δD с глубиной и повышением минерализации, что они трактовали как уменьшение разбавления древних морских вод. Изученный солевой состав минеральных вод источников Предуральского прогиба формируется в результате смешения вод различного генезиса, и содержания $\delta^{18}O$ и δD в водах указывают на преимущественное метеогенное происхождение вод [1].

По полученным нами значениям изотопного состава подземных вод региона в целом, выявлена прямопропорциональная зависимость с глубиной, что отражает уменьшение проникновения в водоносные комплексы с глубиной атмосферных осадков обогащенных легкими изотопами кислорода и водорода, и степень их смешения с изотопно-тяжелыми седиментогенными водами морского генезиса. Отчетливо видна положительная связь со степенью минерализации, ионами хлора и натрия, и обратная с гидрокарбонатионом.

В дальнейшем распределение стабильных изотопов кислорода и водорода по площади Тимано-Североуральского региона и в геологическом разрезе даст возможность судить о взаимосвязях водоносных комплексов, смешении вод различного генезиса и состава, демонстрируя поведение водоносной системы в зоне активного водообмена и затрудненного водообмена.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 12-У-5-1027.

Литература

1. *Митюшева Т. П., Лаврушин В. Ю., Поляк Б. Г.* Изотопный состав вод минеральных источников северного Предуралья / Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: матер. Всерос. конф. с участием иностр. ученых. Томск, Изд-во НТЛ, 2012. С. 332–336.

2. *Митюшева Т. П.* Изотопный состав подземных вод пермских отложений Южного Тимана и Притиманья / Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научн. чтения памяти П. Н. Чирвинского: сб. научн. статей. Перм. Ун-т. Пермь, 2014. Вып. 19. С. 320–329.

3. *Никаноров А. М., Федоров Ю. А.* Стабильные изотопы в гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 248 с.

4. *Селецкий Ю. Б., Поляков В. А., Ачакасов В. В.* Использовать естественный изотопный состав глубоких подземных вод Тимано-Печорской провинции с целью изучения условий их формирования. п. Зеленый, «ВСЕГИНГЕО». 1990. (Рукописная).

5. *Ферронский В. И., Поляков В. А.* Изотопия гидросферы. М.: Наука, 1983. 280 с.

6. *Craig H., Gordon L.* Deuterium and oxygen-18 variations in the ocean and marine atmosphere / Stable isotope in oceanographic studies and paleotemperatures. Spoleto, 1965. P. 9–130.

7. *Friedman I., Redfield A.C., Schoen B.* et al. The variation of the deuterium content of natural waters in the hydrologic cycle. Rev. Geophys. Vol. 2. P. 177–224.

Геологические риски на территории Санкт-Петербурга, связанные с подземными водами

Г. Б. Савенкова, Н. Б. Филиппов
ГГУП «СФ «Минерал», Санкт-Петербург

Одним из факторов геологических рисков является подтопление подземными водами отдельных участков территории Санкт-Петербурга.

Проблемы подтопления в пределах г. Санкт-Петербурга связаны как с залегающим первым от поверхности горизонтом безнапорных грунтовых вод, так и с напорными водами верхнего межморенного (полюстровского) водоносного горизонта в разрезе четвертичных отложений.

Подтопление обусловлено как природными факторами (сложными геолого-гидрогеологическими условиями), так и техногенными факторами.

Подтопление грунтовыми водами

В естественных условиях одной из основных причин подтопления на территории Санкт-Петербурга является слабая степень естественной дренированности, обуславливающая высокий уровень залегания грунтовых вод.

ГГУП «СФ «Минерал» с учетом ранее проведенных работ по изучению режима грунтовых вод и данных мониторинга подземных вод, проводимого в настоящее время, построена карта максимальных прогнозных уровней грунтовых вод Санкт-Петербурга (рис. 1.). По представленному на этой карте районированию большая часть Санкт Петербурга относится к недренированной (подтопляемой) грунтовыми водами территории, так как максимальные прогнозные уровни могут залегать здесь на глубинах от 0 м до 0,5 м. Эта карта может эффективно использоваться при принятии важных проектных, управленческих и инженерных решений: по обоснованию, проектированию и строительству гражданских и промышленных объектов; освоению подземного пространства города; обоснованию планировочных отметок при строительстве, глубины заложения дренажей, заглублённых коммуникаций, подвальных помещений, ленточных и свайных фундаментов.

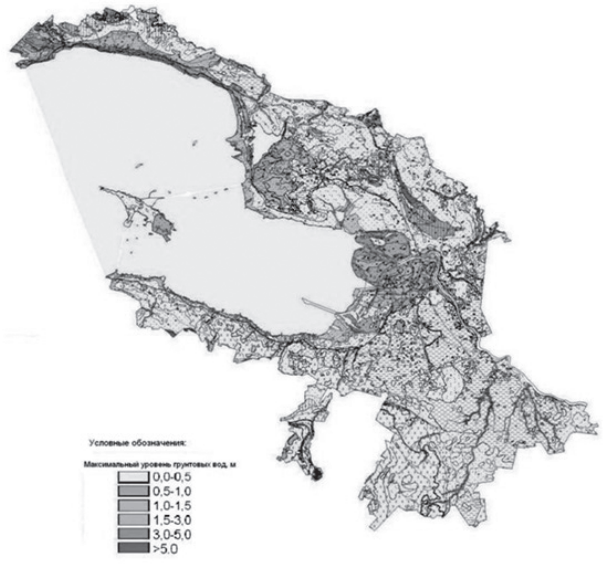


Рис. 1. Карта максимальных прогнозных уровней на территории Санкт-Петербурга

Другая причина подтопления территорий города связана с повышением уровня грунтовых вод в области влияния (подпора) во время наводнений в дельте р. Невы.

Изучение влияния подъемов уровня р. Невы на режим и положение уровня грунтовых вод в зоне с гидрологическим подтипом режима (Петропавловская крепость) показало, что при подъеме воды в р. Неве на 1,34 м и длительности наводнения 12 часов, максимум обратной волны распространяется на 240 метров. На расстоянии 180 м от берега реки подъем уровней грунтовых вод составляет 0,3 метра. Отставание максимума подъема от максимума наводнения в р. Неве составляет 8 часов. По трем скважинам на Петропавловской крепости ведутся наблюдения за уровнем грунтовых вод и прослеживается корреляционная зависимость его подъема от подъема уровня воды в р. Неве во время наводнений (рис. 2.).

Подтопление напорными подземными водами

Подтопление территории Санкт-Петербурга за счёт подземных вод связано с напорными водами верхнего межморенного водоносного горизонта, циркулирующими в толще четвертичных отложений. Данный водоносный горизонт на тер-

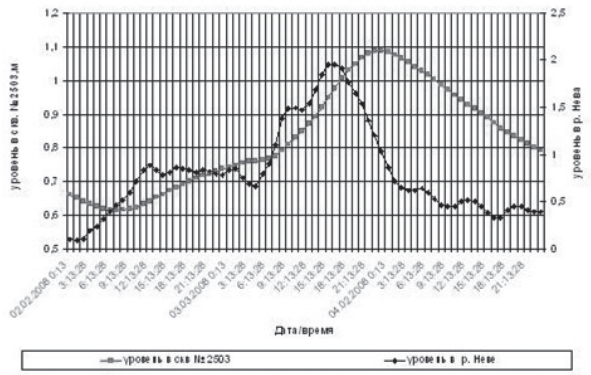


Рис. 2. График зависимости подъема уровня грунтовых вод от подъема уровня в р. Неве во время наводнений



Рис. 3. Самоизлив на поверхность подземных напорных вод полюстровского горизонта

ритории города развит локально и представляет потенциальную опасность с точки зрения подтопления на участках с высоким пьезометрическим уровнем (местами выше дневной поверхности) и малой мощностью перекрывающих водоупорных отложений осташковской морены. В пределах таких участков при производстве строительных работ возможны прорывы вод в котлованы, образование восходящих родников, затопление подвалов и деформация зданий. Кроме того, подтопление территорий обусловлено и такими техногенными факторами, как прорывы напорных полюстровских вод по стволам плохо затампонированных (ликвидированных) изыскательских инженерно-геологических скважин. Характерной территорией подтопления за счет напорных подземных вод является участок Полюстрово (рис.3).

Изучение режима подземных вод дает возможность следить за положением уровня грунтовых и подземных вод, прогнозировать подтопление территорий.

ГГУП «СФ «Минерал» на территории Санкт-Петербурга ведется мониторинг подземных вод по наблюдательной сети, состоящей из 62 скважин, 43 из которых оснащены современными приборами автоматизированной системы мониторинга фирмы «Comde» с передачей данных в onlie-режиме.

Литература

1. Геологический атлас Санкт-Петербурга, Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и экологической безопасности Санкт-Петербурга. СПб. Комильфо. 2009. 57 с.

2. Территориальные строительные нормы. Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге. ТСН 50-302-2004. Правительство СПб. 2004. 45 с.

Метод георадиолокации для выявления гидрогеологических особенности урочища Пымвашор (гряда Чернышева).

Ю. Г. Шварцман[1], С.А. Игловский[2], Д. П. Горшков[2]

[1] Северный (Арктический) Федеральный университет, Архангельск

[2] ИЭП Севера УрО РАН, Архангельск.

Одним из немногих гидротермальных проявлений в пределах материковой части Северной Европы являются горячие источники Пымвашор на востоке Большеземельской тундры. Источники Пымвашор принадлежат к бассейну р. Адзьвы – правого притока р. Усы. В геологическом плане район исследований относится к активной складчатой структуре – гряде Чернышева. В основании гряда Чернышева сложена складчатыми породами палеозоя, преимущественно известняками и песчаниками. При применении метода георадиолокации в урочище Пымвашор появилась возможность выделить структурные нарушения в подстилающих породах в зоне разгрузки термальных вод, а также описать типичные для урочища георадиолокационые разрезы до глубины 35 м.

При изучении структуры подстилающих пород ландшафтов использовался георадар SIR-3000 (GSSI, США). Учитывая, что основной задачей исследований было определение зон разломов, по которым поднимаются воды, а также специфики влияния термальных источников на породы зимой, нами была выбраны георадиолокационные низкочастотные экранированные антенны Subecho-40 (40 МГц), Subecho-70 (70 МГц). Они

корректно функционируют до глубин 35 и 25 м соответственно.

Целью георадиолокации является определение положение границ раздела или локальных объектов в изучаемых отложениях. При выделении комплексов пород необходимо установить и проследить в их кровле и подошве несогласные границы [1, 2]. Такими границами раздела в исследуемых средах могут являться контакт между сухими и влагонасыщенными комплексами, контакты между породами различного литологического состава и т. д. [1].

Источники приурочены к полосе развития нижнекаменноугольных известняков [3]. Всего их насчитывается 13 с различной температурой вод (максимально до 28.5 °С). Воды источников слаботермальные, трещинно-пластовые и трещинно-жильные, высоконапорные.

На рис. 1 (а) представлен фрагмент георадиолокационного профиля с выделенными литологическими горизонтами, на котором границы, показанные точками, разделяют влагонасыщенные светло-серые известняки, песчаники (верхняя часть профиля) от аргиллитов со слоистыми известняками. Хорошо выделяются обводненные зоны разгрузки термальных вод, границы которых показаны сплошной линией, в пределах вертикальных разломов, разрывающих эти зоны. По этим каналам, уходящим глубже 35 м, поднимаются термальные воды. Границы между литологическими подразделениями четкие.

На рис. 1 (б) представлена георадарограмма этого же профиля, обработанная методом деконволюции. Он служит для сжатия зондирующего импульса, с которым получена георадарограмма, уменьшения его длительности, соответствующего уменьшения интервала на трассе, «закрытого» отраженной волной, и тем самым повышения возможности выделить на записи оси синфазности отраженных волн от близких границ или объектов [2].

На рис. 2 (в) представлен георадиолокационный профиль №1 с выполненным преобразованием Гильберта. Данный вид математической обработки предназначен для преобразования каждой трассы в один из трех новых видов, которая сводится к тому, что трасса - действительная функция времени - представляется в виде комплексной функции со своими модулем и фазой. Амплитуда Гильберт - преобразования соответствует огибающей исходного сигнала. Такое представление бывает полезным при необходимости выделить на георадарограмме области с характерным типом записи, отличающимся от соседних областей профиля более высокой или более низкой энергией сигнала [1]. Применение этого метода обработки существенно подчеркивает границы между литологическими слоями и упрощает дальнейшую его интерпретацию, так как мгновенная частота указывает на участки записи с различным частотным составом, что не так четко наблюдается на исходной георадарограмме.

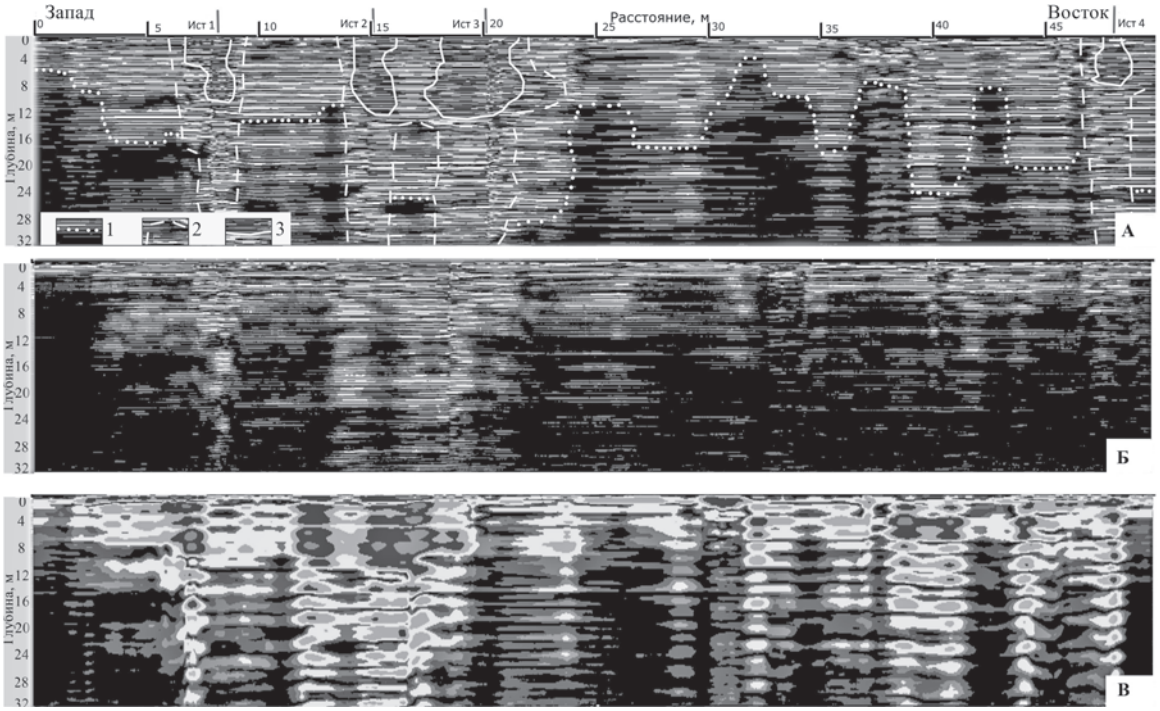


Рис. 1. Фрагменты георадарограммы на участке скального массива через горячие источники в урочище Пымвашор: А – без математической обработки с интерпретацией авторов (границы: 1 – отделяющие влагонасыщенные светло-серые известняки и песчани-ки от аргиллитов со слоистыми известняками, 2 – вертикальных каналов, по которым поднимаются термальные воды, 3 – наиболее обводненных зон в пределах вертикальных каналов; А–Г – источники № 1–4 соответственно), Б – с обработкой методом деконволюции, В – с преобразованием Гильберта

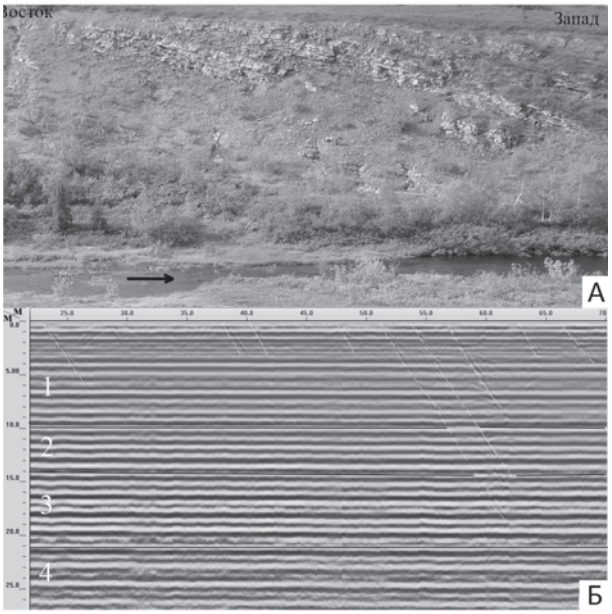


Рис. 2. Фото ландшафта (А) и фрагменты георадарограммы (Б) на участке скального массива над горячими источниками в урочище Пымвашор без математической обработки с интерпретацией авторов (1 – поверхностные отложения - мелкокристал-лические известняки, 2 - слоистые известняки и аргиллиты, смятые в мелкие складки (бе-лые пунктирные линии), 3 – обводненная зона разгрузки термальных вод, 4 – слоистые известняки и аргиллиты.

Типичный разрез адзьвинской свиты характеризуется многократным чередованием песчаных и глинистых, изредка известковистых пород общей мощностью около 80 м, обнажающихся почти непрерывно по берегам р. Адзьвы. По данным геологических разрезов в урочище Пымвашор [4] отложения до 35 м представлены мелкокристаллическими светло-серыми известняками, которые выделены однородным массивом, с единой литологией и стратиграфией, что в целом при отрицательных температурах сказывается на прохождении сигнала через породы и затрудняет интерпретацию полученного материала. При этом можно выделить косослоистое залегание пород, что, по-видимому, связано с их смятием в результате раздробления урочища разломами и вымывания песчаников из нижележащих горизонтов. Со структурами подобного типа связана восходящая деятельность подземных термальных источников, по которым поднимаются и разгружаются воды «Горячей горы».

Профиль № 2 (рис. 2) располагается на участке скального массива над горячими источниками. Обнажения на скальном массиве помогают в интерпретировании данного профиля. Породы на этом участке смяты в мелкие складки в западном направлении. На георадарограмме наблюдаются наклонные оси синфазности (косослоистый тип отложений в правой части разреза). В левой части разреза, на месте древнего, в настоящее время не функционирующего источника, на глубинах от 10 до 17 м наблюдается сильно увлажненные слои. Эта обводненность более интенсивна, чем на участке профиля, на котором находятся действующие термальные источники.

Питание термальных источников взаимосвязано, а в наиболее раздробленных зонах осуществляется разгрузка вод, что мы видим на примере четырех источников, которые расположены ниже более древнего, в настоящее время не изливающегося.

Георадиолокационные исследования позволили выделить вертикальные зоны повышенной неоднородности (раздробленности) и обводненности подстилающих пород ландшафтов, по которым разгружаются термальные воды. Георадиолокационное сканирование участка над горячими источниками показало ряд клиновидных структур проникающих на глубины свыше 35 м. С подобного рода структурами связана восходящая деятельность термальных источников, по которым поднимаются и разгружаются воды источников. Возможно, питание термальных источников взаимосвязано, а в наиболее раздробленных зонах осуществляется разгрузка вод, что отмечается на примере четырех источников, которые расположены ниже более древнего, в настоящее время не изливающегося. Природа термальных вод может быть связана с действием остывающей интрузии, а также с инфильтрацией атмосферных осадков, нагретых в соответствии с геотермическим градиентом на глубинах до 1.5 км и выведенных по разломам на дневную поверхность.

При геолого-геофизических исследованиях гидротермальных источников георадар SIR–3000 и антенны Subecho могут быть применены для построения приповерхностных геологических разрезов, определения положения уровня термальных вод, границ согласного и несогласного залегания литологических слоев с различным показателем диэлектрической проницаемости.

Литература

1. *Старовойтов А. В.* Интерпретация георадарных данных. М.: МГУ, 2008. 192 с.

2. *Daniels D.* Ground-penetrating radar. 2nd ed. The Institution of Electrical Engineers, London, United Kingdom, 2004. 734 p.

3. Гидрогеология СССР. Т.XLII. Коми АССР и Ненецкий национальный округ Арх. обл. РСФСР. М.: Недра, 1970. С. 180–191.

4. *Першина А.И.* Силурийские и девонские отложения гряды Чернышева. Изд-во АН СССР. М.Л. 1962. 118 с.

Мониторинг содержания тяжелых радионуклидов в питьевых водах Республики Коми в комплексном изучении строения Тимано–Североуральского региона

И. И. Шуктомова[1], Т. А. Пономарева[2]
[1] ИБ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2] ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

В 2000 году впервые учеными Института биологии Коми НЦ УрО РАН под руководством А. И. Таскаева были проведены исследования по изучению закономерностей пространственного распространения природного ^{222}Rn и продуктов его распада на территории Республики Коми. В процессе исследований выделили три радоноопасных района, где ежегодная эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) радона имеет высокие значения. В населенных пунктах Троицко-Печорского района среднегодовая ЭРОА радона варьирует в пределах от 38 (п. Троицко-Печорск) до 64 Бк/м^3 (с. Покча). В Усть-Цилемском районе значения среднегодовых ЭРОА (Rn) достигают максимальных отметок 74 Бк/м^3 (с. Замежная) [1]. Оба района в структурном плане осадочного чехла расположены в пределах Ижма-Печорской впадины. В Интинском районе значения среднегодовой ЭРОА (Rn) варьируют от 36 (п. Верхняя Инта) до 49 Бк/м^3 (п. Абезь). Этот район располагается в пределах Косью-Роговского прогиба.

Совместная интерпретация результатов мониторинга содержания тяжелых естественных радионуклидов в питьевых водах Республики Коми, разломной тектоники и глубинного строения земной коры позволили выявить источники поступления радона-222 в поверхностные воды. А так же объяснить закономерности в распределении значений удельных активностей материнских (^{226}Ra, ^{228}Ra) и дочерних (^{210}Pb, ^{210}Po) радионуклидов радона около разломов разного типа, отличающихся направленностью, глубинностью и временем заложения.

Западно-Тиманский разлом является одним из крупнейших разломов северо-западного направления, служит границей между Русской и Печорской плитами [2]. С юго-востока на северо-запад вдоль этого разлома расположены населенные пункты Усть-Куломского и Троицко-Печорского районов. Самая высокая удельная активность ^{228}Ra отмечается в питьевых водах близ поверхностных источников – 70.3×10^{-2} и в колодцах – 184.0×10^{-2} Бк/л. В отдельных населенных пунктах в питьевых водах удельная активность ^{210}Pb составляет 9.26×10^{-2} Бк/л.

Восточно-Тиманский глубинный разлом отделяет Тиманскую гряду от Печорской синеклизы. Максимальная средняя удельная активность ^{228}Ra отмечается в средней части разлома в питьевых водах неглубоких источников ($76.0\pm54.5\times10^{-2}$ Бк/л), артезианских скважинах ($106.5\pm19.0\times10^{-2}$ Бк/л) и реках (119.8×10^{-2} Бк/л). Здесь же отмечается повышенная удельная активность ^{210}Po. На юго-восточном отрезке данного разлома происходит снижение удельной активности ^{228}Ra до $6.86\pm2.62\times10^{-2}$ Бк/л. Северо-западный и центральный отрезки этого разлома характеризуются повышенной концентрацией радионуклидов, что объясняется очень высокой активностью этого разлома на платформенном этапе развития территории, начиная с рифея до раннего мезозоя [2].

На северо-западе между Восточно-Тиманским и Припечорским разломами, куда попадает Усть-Цилемский радоноопасный район, среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность радона достигает отметки 74 Бк/м^3.

К северо-востоку от Припечорского разлома начинается заметное снижение вариаций удельной активности радионуклидов радона и продуктов его распада. Так, вдоль Припечорского разлома удельная активность ^{222}Rn в питьевых водах понижается до $4.99\pm1.15\times10^{-3}$, а ^{228}Ra – до $23.0\pm3.46\times10^{-2}$ Бк/л в артезианских скважинах. Вдоль Илыч-Чикшинского глубинного разлома удельная активность ^{228}Ra в водах изменяется от 6.20×10^{-2} до 18.8×10^{-2} Бк/л. Удельная активность ^{226}Ra около Западно- и Восточно-Колвинского разломов составляет 19.2×10^{-2} Бк/л.

По данным геолого-геофизических исследований [3] по Припечорской зоне разломов происходит смена типа континентальной коры с сиалического (плитного подтипа) на фемический (авлакогенного подтипа). Этому способствует изменение набора определенных структурно-вещественных комплексов и подкомплексов, а так же их мощности в структуре земной коры. На геоплотностных разрезах во внутреннем строении земной коры Ижма-Баренцевского геоблока, заключенного между Восточно-Тиманским и Припечорским разломами, выделяют гранитогнейсовый подкомплекс мощностью до 16 км, входящий в состав гнейсогранулитового комплекса. Северо-восточнее, в Печорском геоблоке, мощность

данного подкомплекса уменьшается или отмечается фрагментарно.

Вдоль Главного Западно-Уральского разлома мы наблюдает схожую тенденцию к снижению удельных активностей радионуклидов в направлении с юга на северо-северо-восток. Так, в водах населенных пунктов п. Якша (Троицко-Печорского района) и п. Подчерье (Вуктыльского района) средняя удельная активность ^{228}Ra составляет, соответственно: $45.9\pm25.8\times10^{-2}$ и $26.7\pm19.5\times10^{-2}$. По Главному Западно-Уральскому разлому отмечается смена континентального типа земной коры на островодужный (Восточно-Уральский геоблок). На геоплотностных разрезах севера Урала гранитогнейсовый подкомплекс отсутствует и поэтому гнейсогранулитовый комплекс представлен только диоритогнейсовым подкомплексом мощностью до 22 км [4].

В результате проведенных комплексных исследований мы выявляем самые высокие значения удельных активностей ^{222}Rn и продуктов его распада около корово-мантийных разломов северо-западного простирания рифейского и вендско-раннепалеозойского времени заложения, характеризующиеся наибольшей неотектонической активностью. В пределах рассматриваемой территории указанные разломы служат границами структур первого и высшего порядков, в разрезе земной коры которых присутствует мощный гранито-гнейсовый подкомплекс. Именно породы этого подкомплекса [5], по нашему мнению, являются одним из основных источников ^{222}Rn и продуктов его распада. Из этого следует, что содержания концентраций радионуклидов зависят от присутствия гранито-гнейсового подкомплекса в структуре земной коры и имеет прямую связь с особенностями глубинного строения Тимано-Североуральского региона.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований РАН №12-И-5-2022.

Литература

1. *Shuktomova I. I., Taskaev A. I.* Radon and daughter niclide content in natural water sources High levels of natural radiation and radon areas: radiation dose and heath: Proc. V intert. Conf. (Munich, Germany, September 4–7, 2000). Vol. 2: Poster presentations Bremenhaven (Germany), 2000. P. 154–155.

2. *Малышев Н. А.* Разломы европейского Северо-Востока СССР в связи с нефтегазоносностью. Л.: Наука, 1986. 112 с.

3. *Запорожцева И. В., Пыстин А. М.* Строение дофанерозойской литосферы европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука, 1994. 112 с.

4. *Пономарева Т. А.* Тимано-Печоро-Уральские коро-мантийные взаимосвязи // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2010. № 9. С. 3–4.

5. *Пономарева Т. А., Шуктомова И. И.* Взаимосвязи теплового потока и естественных радионуклидов с глубинным строением Тимано-Североуральского региона // Известия Коми НЦ УрО РАН, 2012. № 3 (11). С. 68–75.

Возможности применения цеолитсодержащих пород Республики Коми при решении экологических проблем

Д. А. Шушков, О. Б. Котова
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Широкое применение природных цеолитов и цеолитсодержащих пород в области охраны окружающей среды обусловлено их адсорбционными и ионообменными свойствами. Наибольшее практическое значение они приобретают как адсорбенты для удаления вредных компонентов из газовых выбросов химической, нефтехимической отраслей и цветной металлургии, а также для очистки промышленных сточных вод от тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенола, радиоактивных элементов и бытовых стоков от аммония.

В данной работе приведены результаты, полученные при очистке цеолитсодержащими породами Республики Коми питьевой воды р. Вычегда и промстоков ОАО «Выльгортская сапоговаляльная фабрики», а также данные по поглощению радионуклидов из водных растворов.

Очистка питьевых и сточных вод

В ходе исследования по очистке питьевой воды р. Вычегда сравнивалось действие двух видов фильтрующей загрузки: анальцимсодержащей породы и кварцевого песка. Сравнение анальцимсодержащей породы с кварцевым песком, а не с другими сорбентами, например цеолитами, проводилось потому, что в настоящее время именно кварцевый песок используется на местной станции водоочистки. Оба вида фильтрующей загрузки примерно одинаково улучшают органолептические показатели качества воды: цветность уменьшается на 15 %, мутность – в 4.7 раза. Однако анальцимсодержащая порода значительно лучше снижает содержание железа в воде (в 3.7 и 2.5 раза соответственно) и уменьшает перманганатную окисляемость (на 20 и 1 % соответ-

ственно). Результаты исследований в данном направлении доведены до патента (Патент № 2296718, 2007).

При фильтровании сточных вод ОАО «Выльгортская сапоговаляльная фабрика» через колонку, загруженную анальцимсодержащей породой, было выявлено значительное снижение следующих показателей: взвешенные вещества, мутность, ХПК, аммоний, нефтепродукты, фосфаты. Кроме того, отмечено увеличение pH воды от кислого (4.57) до нейтрального (7.3). В то же время не наблюдается уменьшения содержания сульфатов и хлора в прошедшей фильтрацию воде.

Сотрудниками УГТУ проведены исследования по доочистке сточных вод котельных Вуктыльского ГПУ от хлора, железа, аммонийного азота, фосфатов, нефтепродуктов, тяжелых металлов, взвешенных веществ с помощью анальцимсодержащей породы [1]. Была определена сорбционная емкость ионов железа (0.13 мг-экв/100 г), аминов (10 мг-экв/100 г), магния (5.94 мг-экв/100 г), фосфатов (1.42 мг-экв/100 г). Предполагаются достаточно высокие адсорбционные свойства по отношению к нефтепродуктам и ПВА. Установлено, что очистка вод с помощью анальцимсодержащих пород по многим показателям достаточно эффективна. В результате работ наиболее рациональной признана технологическая схема с использованием анальцимсодержащей породы в качестве зернистой загрузки фильтра и мембранной установки для обессоливания технической воды.

Поглощение радиоактивных элементов

Сорбцию радионуклидов (тория, радия, урана) проводили в статических условиях из водных растворов при соотношении твердой и жидкой фаз 1:10. Кроме того, по содержанию радионуклидов в вытяжках, полученных последовательной обработкой обогащенного радионуклидами сорбента дистистиллированной водой, 1М растворами ацетата аммония (CH_3COONH_4) и соляной кислоты (HCl) оценивали прочность поглощения

Как показали эксперименты, анальцим- и клиноптилолитсодержащие породы полностью поглощают торий из раствора – степень извлечения составляет 100.0 %. Анальцим поглощает торий немного хуже, степень извлечения равна 98.0 %.

Торий прочно удерживается цеолитсодержащими породами, наблюдается его незначительное извлечение в раствор при взаимодействии с водой, а также в результате ионного обмена с ацетатом аммония. Так, при обработке дистиллированной водой клиноптилолитсодержащей породы в раствор переходит только 0.3–0.7 % поглощенного радионуклида, при обработке ацетатом аммония – от 0 до 0.3 %. Аналогичные воздействия на анальцимсодержащую породу приводят к извлечению в раствор 1.0–2.7 и 0–0.7 % тория соответственно. И только в кислой среде наблюдается значительная десорбция радионуклида: от 56.7 до 74.0 % в случае клиноптилолитсодержащих пород и от 38.0 до 68.0 % – анальцимсодержащих. Анальцим слабо удерживает торий при обработке водой и ацетатом аммония – извлекается 6.1 и 20.4 % соответственно, воздействие кислоты приводит к десорбции 48.3 % радионуклида.

Выявлена сильная сорбция радия: от 97.9 до 99.9 % извлекается из раствора клиноптилолитсодержащими, от 99.2 до 99.8 % – анальцимсодержащими породами. Поглощение радия анальцимом протекает значительно хуже – сорбируется лишь 64.2 %.

Радий довольно слабо удерживается при обработке ацетатом аммония: от 20.0 до 43.7 % переходит в раствор из клиноптилолитсодержащих пород, от 41.4 до 49.2 % из анальцимсодержащих пород и более 60 % из анальцима. При обработке водой радий прочно удерживается цеолитсодержащими породами и анальцимом – десорбируется менее 1.0 и 3.6 % соответственно, однако кислотная обработка также, хоть и в меньшей степени по сравнению с ацетатом аммония, способствует извлечению радионуклида.

В отношении урана высокие сорбционные свойства проявляют анальцимсодержащие породы – они сорбируют от 98.5 до 99.7 % радионуклида из раствора, в то время как клиноптилолитсодержащие породы – от 71.3 до 80.8 %, анальцимом из раствора извлекается чуть более 50 % урана.

Уран гораздо прочнее удерживается анальцимом, чем цеолитсодержащими породами: 2.3 % десорбируется при обработке водой и по 12.1 % – кислотой и ацетатом аммония. Анальцимсодержащие породы также прочно удерживают уран при обработке водой: извлекается всего 0.1–0.3 % радионуклида, но при воздействии ацетата аммония и кислоты в раствор переходит уже 17.6–25.4 и 22.4–34.7 % соответственно. Наименее слабо удерживающими уран сорбентами оказались клиноптилолитсодержащие породы – уже при обработке водой выделяется 2.1–4.9 % радионуклида, от 13.2 до 26.9 и от 44.2 до 56.7 % (а в образце 541-32 более 90 %) десорбируется ацетатом аммония и соляной кислотой соответственно.

Таким образом, цеолитсодержащие породы являются перспективными сорбентами и могут применяться, например, в качестве фильтрующего материала при очистке хозяйственно-пи-

тьевых и сточных вод в скорых фильтрах на водозаборах взамен кварцевого песка, либо на стадиях доочистки. Кроме того, возможно использование данных пород для поглощения радионуклидов из водных растворов.

Работа выполнена при поддержке Программы РАН (проект № 12-Т-5-1022).

Литература

1. *Ланина Т. Д., Варфоломеев Б. Г.* Использование природного цеолита для доочистки сточных вод от котельных Вуктыльского газопромыслового управления // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2007. № 8. С. 38–40.

Изотопный состав кислорода цирконов гранитоидов Маньхамбовского и Ильяизского массивов (Северный Урал)

О. В. Удоратина[1], А. А. Соболева[1], В. Ф. Посохов[2]
[1] ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2] ГИН СО РАН, Улан-Удэ

На Северном Урале в ядре Маньхамбовского антиклинория в поле распространения доуралид Центрально-Уральского поднятия выходят на поверхность гранитоиды Маньхамбовского и Ильяизского массивов. Массивы относятся к сальнерско-маньхамбовскому комплексу, Маньхамбовский массив является одним из петротипов этого комплекса [1].

Массивы пространственно сближены, обладают сходством минерального и химического составов. Они сложены преимущественно гранитами и лейкогранитами (до 90 % площади массивов), среди которых локально развиты кварцевые диориты и гранодиориты, относящиеся к гибридной фации. В небольшом количестве присутствуют лейкограниты и аляскиты. Жильную серию представляют аплитовидные граниты, аплиты, реже пегматиты. Гранитоиды залегают среди образований верхнего рифея-венда и перекрываются нижнеордовикскими терригенными отложениями. Некоторые контакты тектонические, но наблюдаются и интрузивные.

Породы относятся к семействам гранитов, лейкогранитов, умеренно-щелочных гранитов и умеренно-щелочных лейкогранитов (Na_2O+K_2O варьирует от 7.24 до 10.6 мас. %) содержание SiO_2 от 68.28 до 79.16 мас. %. Наблюдаемые постепенные переходы не позволяют отнести породы к разным сериям. Биотитовые граниты по классификации Б. Чаппелла относятся к I-типу, лейкограниты — к А-типу, промежуточные составы наиболее близки к безреститовым гранитам I-типа [2, 4, 5]. Геодинамическая позиция гранитоидов по геохимическим данным неоднозначна, они соответствуют внутриплитным, позднее- и постколлизионным образованиям.

Изотопно-геохронологические данные свидетельствуют о том, что формирование гранитоидов обоих массивов, относимых как к I-, так и к А-типу, происходило субсинхронно в кембрии [3]. В это время, как полагают, происходило завершение доуральского цикла тектогенеза с образованием позднее- и постколлизионных комплексов и переход к началу нового уральского цикла с формированием рифтогеных ассоциаций.

Нами были исследованы цирконы из пород разных фаз Ильяизского и Маньхамбовского массивов, из коллекции А. А. Соболевой и Н. А. Кузенкова 2002 г.(401803/02, 400701/02) и О. В. Удоратиной 1996 г. (р.. Пеленья, г. Лепта-Из, Г-1, 189-1).

Ильяизский массив, гибридные гранодиориты (обр. 401803). Выделяются две группы цирконов — коричневатые короткопризматические цирконы и незначительное количество длиннопризматических бесцветных кристаллов. Размер зерен 60–200 мкм, К удл. — 1–5. Содержание U — 35–443 г/т, Th — 36–590 г/т.

Ильяизский массив, биотитовые граниты (обр. 400701). Цирконы представлены бесцветными идиоморфными длиннопризматическими зернами и их обломками с переработанными и корродированными ядрами (вероятно детритными), а также короткопризматическими коричневатыми кристаллами. Оба типа зерен содержат множество включений. Размер зерен 200–400 мкм, Кудл. 1–7. Содержание U — 16–274 г/т, Th — 17–356 г/т.

Маньхамбовский массив, граниты (обр. Г-1). Цирконы представлены прозрачными, бесцветными кристаллами, форма которых изменяется от дипирамидальных длиннопризматических до короткопризматических дипирамидальных, почти изометричных. Среди последних отмечаются желтые мутные трещиноватые кристаллы. Размер зерен 150–600 мкм, Кудл. 2-7.5. Содержание U — 68–201 г/т, Th — 81–276 г/т.

Маньхамбовский массив, лейкограниты (обр. 189-1). Среди цирконов преобладают субидиоморфные мутные призматические кристаллы желтого цвета, отмечаются (до 10 %) прозрачные

Результаты изотопного анализа кислорода цирконов из гранитоидов

№ образца	Название породы	Возраст, (SHRIMP-II, ВСЕГЕИ)	$\delta^{18}O$, ‰
Ильизский массив			
401803	Гранодиорит	519.7±6.3	7.25
400701/02	Биотитовый гранит	491.0±5.0 (SHRIMP-II, ВСЕГЕИ)	6.58
г. Пеленья Циркон	Гранит		7.05
г. Лепта-Из Циркон	Гранит		7.33
Маньхамбовский массив			
Г-1 Циркон	Гранит	522±6 (SHRIMP-II, ВСЕГЕИ)	6.06
189-1 Циркон	Лейкогранит	513.8±5.6 (SHRIMP-II, ВСЕГЕИ)	4.7

идиоморфные бесцветные зерна. Наблюдаются включения двух типов — мутные и темные с высоким содержанием урана. В прозрачных цирконах, светлых и зональных, отмечаются темные центральные части кристаллов и иногда темные края. Отдельные прозрачные кристаллы, возможно, перекристаллизованы. Размер зерен 150–200 мкм, Кудл. 1–4. Содержание U — 324–2218 г/т, Th — 84–2089 г/т.

Катодолюминесцентные изображения цирконов всех образцов демонстрируют осцилляционную магматическую зональность.

Нами было проведено изучение изотопного состава кислорода в исследованных цирконах (см. таблицу).

Измерения изотопного состава кислорода выполнялись в виде O_2 на газовом масс-спектрометре FINNIGAN MAT 253 с использованием двойной системы напуска в классическом варианте (стандарт–образец). Подготовка образцов для определения величин $\delta^{18}O$ проводилась с использованием метода лазерного фторирования (ЛФ) на установке «лазерная абляция с экстракцией кислорода из силикатов» в присутствии реагента BrF_5. Для изотопного анализа кислорода использовались только чистые минералы (в виде осколков) общим весом 1.5–2.5 мг. Расчеты $\delta^{18}O$ были выполнены относительно международных стандартов NBS-28 (кварц) и NBS-30 (биотит). Правильность полученных значений контролировалась регулярными измерениями международных признанных образцов UWG-2 (гранат), Temora-2 (циркон) и др., а также внутреннего стандарта ГИ-1 (кварц) и лабораторного ИГЕМ РАН Polaris (кварц). Погрешность полученных значений величин $\delta^{18}O$ находилась на уровне (1s) ± 0.2 ‰.

Полученные значения $\delta^{18}O$ характерны для цирконов магматического происхождения и составили для цирконов из пород Ильяизского массива 6.58–7.33 ‰. Для цирконов из гранитов Маньхамбовского массива были получены близкие значения $\delta^{18}O$ — 6.06 ‰, но цирконы из лейкогранитов характеризуются намного более облегченным изотопным составом кислорода, величина $\delta^{18}O$ в них всего 4.7 ‰. Лейкограниты рассматриваемых массивов по составу наиболее близки к гранитам А-типа. Известно, что цирконы гранитов этого типа из многих массивов, развитых в разных областях земного шара, имеют резко облегченный, даже по сравнению с мантийными цирконами, изотопный состав кислорода. Существуют различные объяснения этого феномена, в том числе, влияние метеорных вод при прохождении субстрата через зону субдукции [6].

Исследования проводятся в рамках проекта УрО РАН № 12-С-5-1024.

Литература

1. Корреляция магматических комплексов Европейского Северо-Востока СССР. Серия препринтов сообщений «Научные рекомендации - народному хозяйству». Коми филиал АН СССР, 1985, Вып.53, 24с.

2. *Махлаев Л. В.* Гранитоиды севера Центрально-Уральского поднятия (Полярный и Приполярный Урал). Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 150 с.

3. *Удоратина О. В., Андреичев В. Л.* Гранитоиды Маньхамбовского блока (Северный Урал):U-Pb данные // Гранитоиды – условия формирования и рудоносность. Мат-лы Научно-практической конференции. Киев. 2013. С. 136–137.

4. *Удоратина О. В., Соболева А. А., Дорохов Н. С., Кузенков Н. А.* Петрология пород Ильяизского массива (Северный Урал) / Петрология и минералогия севера Урала и Тимана. Сыктывкар, 2003. С. 54–74. (Труды Института геологии Коми научного центра Российской АН; Вып. 113).

5. *Удоратина О. В., Соболева А. А., Кузенков Н. А.* и др. Возраст гранитоидов массивов Маньхамбовского и Ильяизского массивов (Северный Урал): U-Pb данные / ДАН, 2006 том 406. № 6. С 810–815.

6. *Wei C. S., Zhao Z. F., Spicuzza M. J.* Zircon oxygen isotopic constraint on the sources of late Mesozoic A-type granites in eastern China //Chemical Geology. 2008. V.250. P.1–15.

Технология минерального сырья, получение новых материалов, геоинформатика

Современные технологии освоения минерального сырья в свете задач технологической минералогии

О. Б. Котова
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Современная экономика России развивается в условиях противоречий между состоянием минерально-сырьевой базы (необходимостью вовлечения в переработку труднообогатимого сырья и экологически обостренной ситуацией в горнопромышленных регионах) и уровнем технологий переработки минерального сырья на горно-обогатительных предприятиях. Технологическая минералогия в силу своих целей и задач направлена на разрешение этого противоречия. Технологическая минералогия – это прежде всего оценка качества минерального сырья на любой стадии его изучения и освоения с целью расширения сферы потребления (конечного продукта). Характерной особенностью современной технологической минералогии является возрождение интереса к фундаментальным понятиям – минерал как носитель химических элементов и полезных свойств, но на новом прогностическом (познавательном) уровне высоких инструментальных технологий и развития эксперимента в процессах рудоподготовки и обогащения. Благодаря достижениям в области минералогических методов исследований (TEM, XAS, XRD и др.) и перехода на количественный уровень и комплексирования методов технологическая минералогия получила новый виток развития.

Расширения сферы охвата технологической минералогии, как в пространственном (технологическая наноминералогия, технологическая биоминералогия и т. д.), так и в структурном отношении является основой инноваций в освоении труднообогатимого минерального сырья [1]. Отмечен успех в развитии эксперимента в процессах рудоподготовки и обогащения полезных ископаемых (от формирования и развития вещества в окружающих средах при наложении простых и комбинированных полей до технологического модифицирования минералов, их синтеза и 3D моделирования структур и процессов). Особый интерес представляет минералогия и кристаллохимия шлаков для понимания механизмов происхождения руды и P, T – условий технологических режимов.

Наибольшие потери ценных минералов от добычи руды до получения полезного продукта связаны с процессами обогащения полезных ископаемых (от 10 до 30 %). Повышение эффективности обогатительных схем основано на получении новых знаний в области физики и химии минералов, особенно разработки новых методов повышения контрастности физических и химических свойств за счет их направленного изменения, дезинтеграции и вскрытия «упорных» руд.

Постоянно растущие потребности промышленности в минеральном сырье на протяжении последних десятилетий принято было удовлетворять преимущественно за счет расширения добычи из традиционных (давно известных и используемых) источников и совершенствования технологий его переработки.

Интенсивная отработка месторождений с богатыми рудами неизбежно привела к истощению отечественной минерально-сырьевой базы многих видов полезных ископаемых (руд черных, легирующих, благородных, редких металлов, нерудного минерального сырья). Поэтому сегодня особое внимание уделяется проблеме освоения месторождений новых типов.

В практику геолого-минералогических, минералого-технологических исследований в конце прошлого века уверенно вошло понятие «нетрадиционные» виды минерального сырья. К числу которых сегодня можно относить комплексные руды с низким содержанием полезных минералов, сложным взаимоотношением их как между собой, так и с породообразующими фазами, нередко высокой дисперсностью рудных фаз и рудных агрегатов, близостью и физико-химических свойств минералов. Ранее такие руды не рассматривались в качестве возможного сырья, подлежащего промышленному освоению.

Особый интерес и практическую ценность представляют минералы, еще совсем недавно относящиеся к категории редких. Например, новые промышленные минералы алюминия – давсонит и развивающийся по нему нордсртандит, образующиеся в корах выветривания по эффузивным породам при фильтрации гидрокарбонатно-натриевых вод в черных сланцах и угленосных толщах могут в будущем заменить бокситовое сырье [1].

Также к нетрадиционным видам сырья следует отнести полезные ископаемые, свойства которых, благодаря эффективным технологиям, нашли сегодня широкое практическое применение. В первую очередь это касается нерудного минерального сырья (цеолитолиты, волластонитсодержащие известковые скарны, шунгитовые породы и пр.).

Совершенно новым нетрадиционным сырьем могут выступать тонкодисперсные руды, давно известные и используемые, которые сегодня благодаря необычным физическим, химическим и механическим свойствам рудообразующих минералов нанометровой размерности (наноминералов), изменяющих их кинетические и динамические характеристики, приобретают новый статус.

Одними из первых потребителями наноразмерных объектов стали биотехнологии.

Известно, что «нетрадиционные ресурсы отличаются существенной, присущей им спецификой, вносящей в процедуру оценки много нового...» [2], поэтому вовлечению такого сырья в промышленную переработку предшествует глубокое изучение их состава, строения и технологических свойств.

Выявление связей и природы зависимости технологических свойств сырья от особенностей их вещественного состава, обусловленных генезисом и последующими техногенными воздействиями, в настоящее время является одной из главных задач технологической минералогии, решение которой позволяет прогнозировать поведение сырья в технологических процессах и качество получаемых продуктов.

Как показывает опыт, минералого-технологические исследования в этой области, позволяющие получить полную и всестороннюю информацию о сырьевом объекте, возможны только комплексом современных физических методов, включающим наряду с традиционными методами минералогического и элементного анализа, прецизионные методы изучения.

Результаты исследований генерируют новые технологии, которые в свою очередь ставят новые задачи перед технологической минералогией. Примером такой обратной связи служит введение в технологии обогащения нового поколения минерального сырья – индустриальных наноминералов.

Наноразмерные технологии предполагают изучение и внедрение механизмов извлечения ценных компонентов на молекулярном, атомарном и электронном уровнях, когда появляется возможность управления технологическими процессами на уровне формирования полезного компонента.

Таким образом, происходит изменение понятия самого полезного компонента. Уже сегодня ведутся работы в этом направлении, например, опробована методика формирования наноструктур, разработаны приемы и методы модификации свойств поверхности наноразмерных оксидных минералов на примере диоксида титана. Выявлена кинетика сорбции CO_2 для нано-TiO_2.

Проводимые исследования позволят модифицировать свойства поверхности минерального сырья в нанотехнологических процессах, в том числе при формировании полезного компонента. В настоящее время разрабатываются технологии формирования наноэлектронных структур методом селективного извлечения атомов, которые позволят не только расширить список полезного актива минерального сырья, но и направленно изменять параметры структур.

Важную роль в познании механизмов формирования природных и техногенных нанообъектов играют наноминералогические исследования, являющиеся основой для дальнейших разработок в области технологий наноминералогии и, как следствие, в создании эффективных комплексных нанотехнологий обогащения. Например, прецизионные минералого-аналитические методы позволяют выявлять и изучать микро- и нанофазы золота, тонкие особенности состава (в том числе микропарагенезис) и реального строения золотосодержащих сульфидов в упорных рудах, представляющих практический интерес в связи с истощением отечественной сырьевой базы россыпного золота.

Особое внимание в последние годы уделяется техногенным объектам, в которых, например, присутствуют микро- и наноразмерные выделения цветных, благородных и редких металлов, диагностика которых нередко затруднительна традиционными минералогическими методами не только из-за их тонкодисперсного состояния, но и весьма незначительных компонентов.

При глубоком изучении шунгитовыых пород именно на наноуровне обнаружены и изучены специфические объекты, совмещающие свойства минерала и молекулы – фуллерены, которые сегодня широко применяются в науке, в технике и технологии.

Необходимо отметить, что в последние годы в связи с созданием безотходным и малоотходных технологий переработки сырья пристальное внимание уделяется вопросам, связанным с экологическими последствиями промышленного освоения месторождений. При этом следует учитывать, что нанодисперсное состояние минерального вещества весьма типично для депонирующих сред (почвы, водоемы, атмосфера), поэтому выявление форм нахождения токсикантов и их морфоструктурных особенностей имеет принципиальное значение и требует глубокого минералогического изучения.

Современная технологическая минералогия, в арсенале которой сегодня находятся прецизионные физические методы исследования сырьевых объектов, решает многочисленные за-

дачи, связанные не только с промышленным освоением месторождений полезных ископаемых и их комплексным использованием, в том числе и нетрадиционных видов, но и с созданием нового поколения сырья – индустриальных наноминералов, которые уверенно входят в вашу жизнь.

Работа выполняется при поддержке программ РАН и УрО РАН (проект 12-Т-5-1022, проект 12-М-35-2055).

Литература

1. *Юшкин Н. П.* Геоматериалы и минералогическое геоматериаловедение // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. № 6. 2010. С. 20–22.

2. *Кононов О. В., Бакшеев И. А.* Курс технологической минералогии. М.: Изд-во МГУ, 2004. 203 с.

3. *Арбатов А. А., Астахов А. С., Лаверов Н. П., Толкачев Н. В.* Нетрадиционные ресурсы минерального сырья. М.: Недра, 1988. 253 с.

Требования к минералогическим исследованиям при оценке качества труднообогатимых полезных ископаемых

Е. Г. Ожогина, А. А. Рогожин
ВИМС, Москва

В обозримом будущем нам придется иметь дело с принципиально новой реальностью: минерально-сырьевой базой, сформированной в основном низкокачественными рудами с низкими содержаниями полезных компонентов, комплексным составом и сложной обогатимостью.

Достоверность и правильность технологической оценки таких руд обеспечивается специализированным минералого-аналитическим сопровождением, использующим современные методы изучения состава и свойств пород, руд, минералов и технологических продуктов.

Методы технологической минералогии позволяют выявлять в рудах полезные и вредные минералы и их ассоциации, определять особенности их реального состава и строения, характер взаимоотношений между собой и с породообразующими фазами, контролировать, объяснять и прогнозировать поведение руд в технологических процессах. Опыт выполнения минералогических исследований при технологической оценке полезных ископаемых позволяет выделить некоторые общие методические подходы.

1. Технологическую оценку минерального сырья необходимо начинать с самых ранних стадий геологического изучения месторождений (рудопроявлений) полезных ископаемых. На получение данных для такой оценки должно быть ориентировано и минералогическое сопровождение геологоразведочных работ. Данные минералогических исследований на последних стадиях ГРР должны сохраняться, накапливаться и анализироваться во всей совокупности по мере детализации. Опыт показывает, что ранняя минералогическая информация о минерально-сырьевом объекте может оказаться весьма полезной, в том числе при решении технологических проблем, возникающих на стадиях его отработки или позднейшей геолого-экономической переоценки.

2. Методы технологической минералогии применяются при проведении геолого-технологического картирования с целью детального изучения типов и сортов руд в пределах месторождения. Результаты такого картирования необходимы для формирования представительных технологических проб, выявления способов усреднения руды и возможности селективной отработки различных технологических типов, а также для разработки технологических схем, контролируемых по устойчивости к вариациям состава и свойств руд.

3. Достоверность результатов минералогических исследований обеспечивается соблюдением требований системы контроля их качества.

В геологической отрасли действует система УКАР, охватывающая основные элементы метрологического обеспечения аналитических (в том числе минералогических) работ: требования к лабораториям, требования к качеству пробоподготовки, требуемую точность анализов, методики выполнения измерений, стандартные образцы фазового состава и свойств минералов, процедуры и нормы внутреннего и внешнего контроля.

Научный совет по минералогическим методам исследований (НСОММИ), действующий при ВИМСе, выполняет экспертизу и утверждение нормативно-методической документации по конкретным видам анализа с определением области применения. Разработка таких методик особенно актуальна в связи с тем, что в изучение вовлекаются все более сложные нетрадиционные виды полезных ископаемых.

4. Полнота информации о технологических свойствах руд достигается применением комплекса современных методов и технических средств.

Такой рациональный методический комплекс определяется для конкретного типа мине-

рального сырья в зависимости от стадии работ, на которой выполняется технологическая оценка, и может включать как традиционные методы минералогии, так и высокоразрешающие прецизионные физические методы, позволяющие изучать строение вещества на микро- и наноуровнях, исследовать свойства поверхностей, границ раздела фаз и т. д. Основными, как правило, являются методы оптической микроскопии, рентгенографии и элементного анализа. При необходимости применяются и другие методы минералогического анализа (электронно-микроскопический, магнитометрический, рентгенотомографический, микрорентгеноспектральный и т. д.).

Задачи технологической оценки минерального сырья необходимо решать в тесном взаимодействии инструментариев и методологий, используемых минералогами, химиками-аналитиками и технологами (обогатителями, химиками, металлургами), причем минералогические исследования являются в этом комплексе базовыми и сквозными: при прогнозе технологических свойств, на стадии разработки технологических схем и при контроле технологических процессов. Например, уже первые данные по составу и характеру взаимоотношения минеральных фаз могут служить основой при определении необходимой степени измельчения для их раскрытия. С другой стороны некоторые методы из арсенала прикладной минералогии основательно вошли в практику технологических исследований в виде самостоятельных методик и позволяют, например, оценивать обогатимость руд радиометрическими методами.

Следует отметить четко прослеживающуюся взаимозависимость различных этапов исследований: технологическая минералогия руд – технология их переработки – технологическая минералогия руд.

Прикладные минералогические исследования руд на ранних стадиях ГРР или при геолого-экономической переоценке месторождений позволяют прогнозировать методы рудоподготовки и поведение сырья в технологических процессах, а также качество ожидаемых продуктов. Результаты таких исследований генерируют технологии передела руд, которые в свою очередь ставят новые задачи перед технологической минералогией. Особенно четко это прослеживается на новом поколении минерального сырья – индустриальных наноминералах, вовлечение которых в технологии обогащения ведет к изменению понятия самого полезного компонента.

Сегодня, пожалуй, основным объектом обогащения становятся или тонкодисперсные руды, или руды, содержащие в значительном количестве тонкодисперсные фазы, нередко полезные, как природного, так и техногенного происхождения. Следовательно, размерность зерен (частиц) становится определяющим фактором в технологиях обогащения, поэтому главной тенденцией рудоподготовки к обогащению является снижение конечной крупности материала.

Наноразмерные технологии определяют изучение и внедрение механизмов извлечения минеральных компонентов на молекулярном, атомарном и электронном уровнях, когда появляется возможность управления технологическими процессами на стадии формирования полезного компонента [1].

В качестве примеров можно привести оксидные железомарганцевые руды океана или техногенное сырье (например, металлургические шлаки), в которых минеральные фазы цветных, редких и благородных металлов, представляющие промышленную ценность, присутствуют в незначительных количествах и имеют микро-нанометрическую размерность.

В золото-сульфидных и золото-кварц-сульфидных рудах в значительном количестве встречается «упорное» самородное золото, имеющее микро-нанометрическую размерность, которое по-прежнему не доизвлекается при обогащении таких руд.

Практический интерес с точки зрения обогащения имеют микро-нанопарагенезисы, идентифицируемые в главных рудных минералах, содержащих золото – пирите, арсенопирите.

Контакт зерен в сростках приводит к перераспределению электронов и их переносу через границу с возникновением разности электрических потенциалов, электрических полей и образованием валентных связей.

Взаимодействия на межфазных границах определяются электропроводностью минералов, их диэлектрической проницаемостью и сродством к электрону, работой выхода электронов, типом проводимости, концентрацией носителей зарядов, шириной запрещенной зоны.

При переходе к наноразмерным частицам необходимо учитывать и другие физические и химические особенности границ, включая проявление квантовых эффектов.

В случаях образования на поверхностях минералов неавтономных фаз – новообразований нанометрового размера, являющихся результатом кластерного упорядочения поверхностных слоев минералов, они могут рассматриваться как концентраторы некогерентных элементов, например, благородных металлов в сульфидных рудах.

Наноминералогические исследования, направленные на определение форм нахождения полезного компонента, выявления особенностей анатомии его индивидов, изучение реального состава и строения, актуальны и при оценке каче-

ства традиционных, например железных, титан-железных руд, смешанных и окисленных марганцевых руд. В большинстве своем такие руды являются комплексными, и степень их промышленной привлекательности увеличивается при выявлении и идентификации в них минеральных фаз благородных металлов (титан-железные руды), золота и цветных металлов (марганцевые руды). В то же время, как показывают минералогические исследования последних лет, на качество руд, в частности, руд черных металлов в значительной степени влияют гетерогенность главных рудных минералов и их морфометрические характеристики (микростроение), выявленные на микронаноуровне. Например, магнетит скарновых месторождений часто обладает микро-нанооблачностью, микрокавернозностью, подвержен процессам маггемитизации и мартитизации (не всегда в полном объеме фиксируемым методами оптической микроскопии), обуславливающими микронеоднородность зерен.

В действительности гидроксиды марганца, например, псиломелан, практически всегда представляют собой полиминеральный рудный агрегат, сформированный тесно ассоциирующими минералами микро-нанометрической размерности, количество которых может варьировать в широких пределах.

Литература

Котова О. Б., Лезина О. М., Рубцова С. А., Рябков Ю. И. Новые технологические решения рудоподготовки и извлечения ценных минералов // Вестник Института геологии. 2012. № 10. С. 32–34.

Минералого–технологическая оценка магнетитовых руд различных генетических типов с позиций онтогении

Б. И. Пирогов
ВИМС, Москва

Основу современной минерально-сырьевой базы железных руд, обогащаемых на ГОКах России и стран СНГ, составляют сегодня **магнетитовые руды следующих генетических типов**: ***магнетитовые кварциты докембрия*** (месторождения России – Курской магнитной аномалии – МихГОК, ЛебГОК, СтГОК; Кольского полуострова – ОГОК, КостГОК: Украины – ЮГОК, НкГОК, СевГОК, ИнГОК, ЦГОК и др.); ***титаномагнетитовые руды в ультраосновных породах*** (Россия - КачкГОК); ***магнетитовые руды в скарнах*** (Казахстан – ССГОК; Азербайджан — ДашкГОК); ***апатит-магнетитовые руды в ультраосновных щелочных и основных породах*** (Россия — КовдГОК); ***магнетитовые руды в пирокластических породах, связанных с траппами*** (Россия — КоршГОК). Среди руд преобладают трудно- и среднеобогатимые разновидности. Поэтому совершенствование технологических решений возможно на основе внедрение в комплекс методов минералого-технологических оценки руд при обогащении принципов онтогенического анализа [1, 2].

Создавая учение об онтогении минералов, Д. П. Григорьев видел как одну из областей ее приложения технологию минерального сырья. «Уже при дроблении и измельчении руд сказывается структура и текстура минеральных срастаний, т. е. онтогения агрегатов, а также процессы обогащения или переработки, в которых имеют место смачивание, адсорбция, адгезия, растворение или разложение и т. п., серьезно зависят от распределения химических примесей, включений, дислокаций и деформаций и других особенностей индивидов. Предопределяя физико-химические, технические свойства руд, эти качества минералов возникают при кристаллогенезисе и всех прочих явлениях онтогении» [3].

Онтогенетический подход с учетом комплекса современных методов исследования вещества и технологического эксперимента обеспечивает:

а) оценку гетерогенности особенностей конституции минералов и анатомии кристаллов (зерен), обусловленных генезисом: проявлениями нормального и *аномального* – наноблочного изоморфизма; многостадийными структурами распада твердых растворов минералов; эпитаксическими, синтаксическими включениями; зональностью, секториальностью и другими явлениями в анатомии, предопределяющих качество магнетитового концентрата (теоретически возможное и технологически достижимое). *С учетом степени неоднородности содержание Fe в магнетите* (ср. по монофракциям) *генетического ряда руд изменяется в следующем порядке* [2]: **71.9 %** (собственно магнетиты и оксимагнетиты в железистых кварцитах Кривого Рога и КМА) – **69.3 %** (Mn-магнетиты в карбонатных скарнах Дашкесана) – **68.4 %** (Ti, Mg, Al – магнетиты в карбонат-силикатных скарнах Соколовки и Сарбая) – **65.4 %** (Ca, Mg, Al – магнетиты в пирокластических породах, связанных с траппами Коршуновского и Рудногорско-

го месторождений) – **64.7 %** (Al, Mg, Ti – магнетиты в ультраосновных щелочных породах с карбонатитами Ковдора) – **63.7 %** (Ti, V – магнетиты и Ti – магнетиты с ильменитом в ультраосновных щелочных породах с карбонатитами Ковдора) – **63.7 %** (Ti, V – магнетиты и Ti – магнетиты с ильменитом в ультраосновных и основных породах Качканарского и Кусинского месторождений).

Следовательно, наиболее чистые – это магнетиты метаморфического типа, а самые низкие по содержанию Fe – магматические. Метаморфизм минералов любого генезиса, как заключительный этап минералообразования, вызывает изменение его состава и свойств, как в Природе, так и Техногенезе.

Изучение анатомии индивидов позволяет также четко проследить эволюцию метаморфических преобразований минерала [4]: последовательное — изменение вплоть до разрушения первичных структур зонального, зонально-секториального, микроблочного строения, связанного с явлениями перекристаллизации, рекристаллизации и т.п., приводящими в итоге к изменению уровня гетерогенности состава и строения частиц магнетита в классах различной крупности. *В технологической схеме при измельчении минерала нарушается его первичная доменная структура*, что вызывает существенный рост коэрцитивной силы (K_c) частиц. По K_c намагниченных частиц магнетита резко возрастает с уменьшением их размера в интервале 40–20 мкм (Дин, Дэвис, 1940, [1]). Это обусловливает флокулируемость их и захват крупных частиц нерудных минералов, разубоживающих концентрат (на 1–3 % по Fe). Повышение качества концентрата возможно за счет стадий перечистки при размагничивании исходной пульпы в магнитах гидроциклонах. В тоже время резко падает удельная магнитная восприимчивость частиц минерала размером менее 20 мкм, обусловливая их потери их потери в хвостах (обычно их содержание в хвостах составляет 15-30 % от общего содержания магнетита);

б) выбор оптимальных условий раскрытия зерен полезного компонента, отражая природу срастаний – гранулометрию, форму зерен срастающихся минералов, особенности их границ и физико-механических свойств. Важно оценить эволюцию онтогении срастаний и свойств минералов (микротвердость, спайность, отдельность, хрупкость, высокая концентрация дислокаций, иного рода дефектов на границах) руд различных генетических типов. ***Следует иметь в виду, что в большинстве случаев необходимые начальные условия для дезинтеграции минералов срастаний созданы природой и отражены в особенностях их онтогении.*** Именно это позволяет наметить наиболее рациональный способ рудоподготовки и обеспечить оптимальное раскрытие срастаний минералов по стадиям их измельчения в технологической схеме, характеризуя пути повышения извлечения ценных компонентов руд на основе управления селективностью измельчения с сохранением геометрической целостности раскрываемых минералов и их структурно-химических характеристик;

в) оптимизацию технологического процесса с учетом контрастности свойств разделения минералов **– особенностей неоднородности состава и свойств мономинеральных зерен** (выявляются при комплексном минералогическом анализе анатомии индивидов и измельченных частиц), исследованием характера и направленности изменений тех или иных качеств минералов (ПИ в целом). Так, наши исследования обогатимости Fe руд различных генетических типов показали, что ***изменения в структуре магнетита связаны, прежде всего, с морфотропными изменениями в ряду:*** **вюстит $Fm\bar{3}m$ – магнетит $Fd\bar{3}m$ – маггемит $P4_32_12$ – гематит $R\bar{3}c$.** Окислительно-восстановительные процессы перехода магнетита в вюстит или маггемит (далее в гематит – мартит) с существенными объемными изменениями в природных и промышленных условиях проявляются на фоне симметрийных преобразований [5]. Так, при окислении магнетита до маггемита объем рудной фазы увеличивается на 9 %, при восстановление до вюстита – уменьшается на 21 %, что приводит к большой деформации, как отдельных зерен, так и агрегатов. Они провоцируют процессы псевдоморфизации магнетита и гематита (мартитизацию и мушкетовитизацию), которые весьма существенно сказываются на изменении таких ТС преобразованных минералов, как характер и величина удельной поверхности, магнитных (прежде всего, на коэрцитивной силе и др.). Эти процессы в природе усиливаются за счет возникновения многочисленных вторичных микротрещин в минералах. Оба явления весьма существенно проявлены в железистых кварцитах Михайловского месторождения КМА. Это четко прослеживается в изменении величины полной удельной поверхности (уд. п.) магнетитового концентрата по зональности толщи кварцитов (крупность измельчения 95 % класса < 44 мкм) – от существенно магнетитовых с силикатами и пиритом до гематит-магнетитовых (1 – Fe=65,8 % и уд. п.=1788 $м^2$/кг; 2 – 65,3 и 1407; 3 – 66,0 и 1200) [2];

г) определение последовательности технологических операций с целью достижения наиболее эффективных условий разделения минералов, с учетом размерного фактора и морфолого-структурных характеристик вновь формирующихся малых частиц;

д) выделение при геолого (минералого) – технологическом картировании типов и сортов руд, их

всесторонней минералого-технологической характеристики. Это позволяет определять направленность природных процессов минералообразования и их роль в формировании основных вещественно-технологических характеристиках руд различного генезиса.

Опираясь на исследования особенностей вещественного состава, текстурно-структурных признаков, физико-механических и физико-химических свойств руд различных генетических типов; законы минералогии – *прохождения минерального индивида через этапы зарождения, роста и до завершающих событий их «жизни» - изменения и разрушения; резонанса, инерции – минералогической «памяти», информационные; учитывая взаимосвязи и во многом подобие между процессами минералообразования (преобразования) в Природе и Технологии; данные технологических экспериментов, мы формируем наши представления о ТСМ и руд.* При этом следует иметь в виду, что ***«жизнь», начатая в геологических процессах, продолжается в технологических аппаратах.*** **Это отражает двоякую природу ТСМ** [6]: с одной стороны, они определяются взаимосвязью с генезисом, конституцией и морфологией, с другой – изменениями морфологии, конституции минералов и, как следствие, природных свойств их при рудоподготовке и обогащении (в цепи МПИ – обогатительная фабрика – хвостохранилище). Здесь и появляется возможность получить прямую информацию о технологической онтогении – генезисе технологической «жизни» минералов – минеральных обломочных малых частиц по данным изменчивости первичной морфологии и особенностей их кристаллохимии.

Литература

1. *Пирогов Б. И.* Онтогенический метод в познании технологических свойств минералов // Проблемы онтогении минералов. Л.: Наука, 1985. С. 22–30.

2. *Пирогов Б. И., Поротов Г. С., Холошин И. В., Тарасенко В. Н.* Технологическая минералогия железных руд. Л.: Наука, 1988. 304 с.

3. *Григорьев Д. П., Жабин А. Г.* Онтогения минералов. М., 1975. 340 с.

4. *Руденко С. А., Иванов М. А., Романов В. А.* Метаморфизм минералов – важное явление в истории их формирования // ЗВМО. 1978. № 6. С. 698–710.

5. *Дымкин А. М., Пермяков А. А.* Онтогения магнетита. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 188 с.

6. Пирогов Б. И. Роль минералогических исследований в обогащении руд // Минерал. журнал. 1982. № 1. С. 81–92.

Титанооксидное сырье – минеральный ресурс новых перспективных материалов

Ю. И. Рябков[1], В. И. Власенко[3], С. А. Рубцова[1], О. Б. Котова[2]

[1]ИХ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

[2]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

[3]ОАО «ЯрегаРуда», Ухта

Титанооксидное сырье Ярегского месторождения, открытое в 1932 году, — одно из крупнейших в России, пока не доведено до потенциально возможного освоения, несмотря на то, что качественные и количественные показатели выделяют это месторождение как одну из основных сырьевых баз страны для производства титана и материалов на его основе.

В 1964–1975 годах были в основном изучены технологические свойства титановых руд Яреги в части добычи, их обогащения и комплексной переработки, изучены возможности использования отходов обогащения и передела концентратов. Исследования выполнены как в лабораторных, опытных, так и полупромышленных масштабах в институтах Гиредмет, ВНИИгаз, ВАМИ, ЦНИГРИ, НИОХИМ–Харьков, ПечорНИПИнефть, Уралмеханобр, ИМЕТ им. А. А. Байкова Академии Наук СССР, Гос.НИПИ лакокрасочной промышленности (ЛКП) - Челябинском филиале, Ярегском НШУ производственного объединения «Коминефть» [1–7].

Основным результатом этих исследований было установление низкой эффективности нехимических методов обогатительной переработки кварц-рутилового сырья. Оптимальная схема, предложенная институтом «Гиредмет» в 1971 г., включала подземную отработку нефтенасыщенной руды, экстракцию нефти, флотоконцентрирование, хлорирование и получении титанооксидного пигмента путем сжигания тетрахлорида титана в кислороде. Доказано, что качество такого плазмохимического пигментного диоксида титана (белизна – не ниже 97.5 усл. ед., интенсивность – не ниже 1800 усл. ед.; содержание рутила — 97–98 %; содержание хлора – не выше 0.02 %)

соответствует мировым стандартам и позволяет использовать его в лакокрасочной промышленности, в производстве пластмасс, бумаги, резины и искусственных волокон.

Развитие науки и технологий позволило критически оценить известный опыт (по опубликованным результатам НИОКР) и внести ряд дополнений к вышеприведенной технологической схеме, которые имеют перспективу в обозримом будущем в связи с созданием Ярегского горнохимического комбината (ЯГХК). При его проектировании показана целесообразность использования плазмохимической технологии, как базовой.

Использование инновационных технологий существенно повышает эффективность переработки ярегских концентратов и их конкурентоспособность. Поэтому, наряду с производством основной продукции — пигментного диоксида титана на ЯГХК запланирован выпуск нанодиоксида титана, а также широкого спектра материалов на основе кремниевой составляющей — ультрадисперсные диоксид кремния (аэросил) и органокремнеземы.

Рассматривая отдельные стадии переработки титаноносных песчаников отметим невысокую эффективность флотационной стадии обогащения в силу использования малоактивных флотореагентов. В ряде наших исследований показано, что содержание диоксида титана в концентрате можно увеличить на 25–40 % за счет использования новых сераорганических соединений [8, 11].

Многочисленные исследования процессов высокотемпературной восстановительной обработки кварц-рутилового сырья (ИМЕТ РАН, Москва, ИХТТ УрО РАН, Екатеринбург, Челябинский филиал НИПРОИНС, ИХ Коми НЦ УрО РАН и другие) доказали, что кроме титановой лигатуры и электродных материалов могут быть получены ценные нитридные, карбидные, карбидосилицидные и карбидонитридные материалы с уникальными механическими и электрофизическими свойствами (высокие абразивостойкость, дисперсия СВЧ-излучения и др.) [9, 10]. При этом особое внимание уделяется очистке от соединений кремния, часто понижающих эксплуатационные свойства металлических, оксидных и карбидных титансодержащих продуктов.

Наряду с традиционным применением титансодержащих материалов – пигменты, наполнители широкого класса композитов, компоненты шихты функциональных керамик (титанаты кальция, бария, марганца, др.), абразивы (карбиды титана), в последнее время в научной литературе заметно увеличилось число публикаций по спектральным и фотокаталитическим свойствам не только высокоактивных модификаций диоксида титана, но и сложных титанатов, получаемых с их использованием.

Разработка новых подходов к переработке сырья, определяющих технологические схемы выделения прекурсоров с заданными свойствами, использование достижений нанотехнологий и различных высокоэнергетических (лазерных) воздействий [11] на материалы позволит получать комплекс современных технически важных объектов и продукции с высокой добавленной стоимостью.

Проект ЯГХК отражает потребности и современные тенденции производства и потребления наноматериалов промышленностью, а выпуск такой продукции создаст условия для развития производства новых технически важных материалов и изделий на предприятиях электронной и электротехнический промышленности.

Работа выполняется при частичной поддержке программ Президиума РАН (проект 12-П-3-1038), УрО РАН (проект 12-М-35-2055) и РФФИ (проект 13-03-00132).

Литература

1. Отчет о проведении опытных и научно-исследовательских работ по получению пигментной двуокиси титана хлорным методом на Ярегской опытно-промышленной установке / Гос. НИиПИ редкоземельной промышленности «РЕДМЕТПРОЕКТ», Академия Наук СССР институт металлургии им. А. А. Байкова, Гос.НИиПИ лакокрасочной промышленности – Челябинский филиал. Ухта, 1973.

2. Об утверждении подсчета запасов титана Ярегского месторождения от 17.09.1976 г.: Протокол заседания Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых. Москва, 1976.

3. Печорский Государственный научно-исследовательский и проектный институт (ПечорНИПИнефть) / Технологическая схема разработки третьего шахтного поля Ярегского месторождения на нефть и титан: Отчет о научно-исследовательской работе. Ухта, 1984.

4. *Ильичев В. А.* Разработка технологии хлорирования ярегских концентратов в кипящем слое (опытно-промышленное испытание). Л.:, ВАМИ, 1964.

5. *Молчанов П. И.* Разработка технологии хлорирования ярегского концентрата в кипящем слое на БТМК. Л.: ВАМИ, 1965.

6. *Ильичев В. А.* и др. Отработка технологии и усовершенствование аппаратурного оформления процесса хлорирования ярегских концентратов и титановых шлаков в кипящем слое на опытно-промышленной установке. Л.: ВАМИ, Березниковский титаномагниевый комбинат, 1966–67 гг.

7. *Чуприк В. Ф., Кузмин В. Н.* Получение пигментной двуокиси титана из Ярегского рутилового концентрата сернокислотным методом. Л.:, ГИМП, 1970.

8. *Рябков Ю. И., Истомин П. В., Надуткин А. В.* и др. Разработка научных основ технологий комплексной переработки кварц-рутилового сырья для функциональных наноматериалов на основе соединений титана и кремния // Известия Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2013. № 1. С. 19–24.

9. *Резниченко В. А., Аверин В. В., Олюнина Т. В.* Титанаты: научные основы, технология, производство / Отв. ред. Л. И. Леонтьев. М.: Наука, 2010. 267 с.

10. *Голдин Б. А., Рябков Ю. И., Истомин П. В.* Петрогенетика порошков, керамики, композитов. Коми НЦ УрО РАН: Сыктывкар, 2006. 276 с.

11. *Котова О. Б., Лезина О. М., Рубцова С. А., Рябков Ю. И.* Новые технологические решения рудоподготовки и извлечения ценных минералов. Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 10. С. 32–34.

Кристаллохимические превращения оксидов и оксигидроксидов железа как предпосылка к принципиальному усовершенствованию технологии обогащения железных руд

В. П. Лютоев[1], В. И. Силаев[1], А. Б. Брик[2], Н. А. Дудченко[2]
[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]ИГМР НАН Украины, Киев

Природные слабомагнитные оксиды и оксигидроксиды железа – гематит, лепидокрокит, гётит, гидрогётит, ферригидрид слагают значительную часть рудных месторождений. Это неблагоприятно влияет на обогатимость железных руд, поскольку современные технологии обогащения не рассчитаны на слабомагнитные минералы, что в свою очередь порождает накопление на ГОКах огромных отходов потенциально ценного минерального сырья. Разработка на основе научных достижений новых относительно простых и экономичных способов модифицирования магнитных свойств минералов позволит не только эффективно использовать труднообогатимые в настоящее время руды, но и приступить к утилизации уже скопившихся отходов. Проведенные нами эксперименты и исследования показали, что дозированное магнитное модифицирование свойств оксигидроксидов железа может обеспечить превращение отходов горного производства в высококачественный концентрат. Это обеспечивается изменением характера магнитного упорядочения железистых оксидов и оксигидроксидов вследствие перестройки их кристаллических решеток и варьирования степени дисперсности вещества.

Авторами были проведены комплексные минералого-кристаллохимические исследования архей-протерозойских джеспилитов и продуктов их химического выветривания (железо-марганцеворудное поле Калахари и Криворожский железорудный бассейн), апосидеритовых (Туканское и Бакальское месторождения, Южный Урал) и апосерпентинитовых никеленосных (Липовское и Буруктальское месторождения, Средний и Южный Урал) железорудных кор выветривания, ожелезненных латеритных бокситов (Вежаю-Ворыквинское и Светлинское месторождения, Средний Тиман). Аналитическая работа выполнена в основном на оборудовании Института геологии Коми НЦ УрО РАН: рентгенофлуоресцентном анализаторе Horiba MESA-500W, электронных микрозондовых микроскопах Jeol JSM-6400, VEGA TESCAN, атомно-силовом микроскопе NT-MDT Ntegra Prima, рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD-6000, ИК Фурье-спектрометре ИнфраЛюм ФТ-02, термографе Shimadzu DTG-60, мёссбауэровском спектрометре MS-1104Em. Эксперименты по омагничиванию железооксидных минералов были произведены в Институте геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины путем микроволнового или термического воздействия на образцы в присутствии органических катализаторов (восстановителей), соответственно, в водной (95 °С) или воздушной (650 °С) средах.

Проведенные исследования показали, что формационно-близкие железистые кварциты архей-палеопротерозойского (поле Калахари) и мезо-неопротерозойского (Кривбасс) возраста существенно расходятся по минеральному составу (кварц-гематитовому в первом случае и кварц-силикатно-гематит-магнетитовому во втором), микростроению, структурному состоянию минералов, кристаллохимии железа и технологическим свойствам. Калахарские джеспилиты, представляющие собой самую древнюю формацию ПЖР, не претерпели ни регионального метаморфизма, ни химического выветривания в условиях кислородной атмосферы. В их мёссбауэровских спектрах наблюдается только один секстет линий, отвечающих ионам Fe^{3+} в хорошо окрис-

таллизованном гематите. Мезопротерозойские железистые кварциты из Криворожского железорудного бассейна были изменены сначала в ходе регионального метаморфизм, а затем в процессе кайнозойского химического выветривания. Согласно данным мёссбауэровской спектроскопии, в незначительно выветрелых украинских джеспилитах 85–90 % железа связано в гематите, 6–12 % приходится на магнетит, 6 % перешло в ультрадисперсный неупорядоченный гётит. В более выветрелых джеспилитах магнетитовое железо исчезает полностью, доля гематитового железа сокращается до 70–85 %, а доля гётитового железа, напротив, увеличивается до 10–20 %. Аподжеспилитовые бурые железняки характеризуются скачкообразным увеличением доли гётитового железа до 60–95 % при пропорциональном уменьшении доли гематитового железа.

Апосидеритовые железоохристые и апосерпентинитовые охристо-никеленосные образования на Среднем и Южном Урале представляют собой довольно упорядоченные серии продуктов гидролитического разложения карбонатных и базит-ультабазитовых протолитов. Судя по фазовому составу и физико-химическим свойствам оксигидроксидов железа, апосидеритовые железоохристые руды формировались в последовательности: коричневые охры → турьиты → желтые охры → бурые железняки. Железистое вещество в этих образованиях состоит из рыхло агрегированных глобуловидных частиц микронного и мезонанометрового размера, сложенных гётитом и гидрогётитом, варьирующимися по степени окристаллизованности. В коричневых охрах наблюдается ультрадисперсный и плохо окристаллизованный гётит-гидрогётит, в желтых охрах преобладает вполне кристалличный гётит, а в бурых железняках как примесь к гётиту появляется гематит. Никеленосные железистые охры из апосерпентиновых кор выветривания по литохимическим и минералогически свойствам близки к апосидеритовым охрам. По данным мёссбауэровской спектроскопии, в изученных нами относительно низкожелезистых охрах пигментная часть на 60–96 % сложена плохо окристаллизованной нанодисперсной фазой оксигидроксидов. В более качественных охрах железо нацело принадлежит гётиту.

В труднообогатимых железистых разностях среднетиманских бокситов основными железистыми фазами являются гематит и бертьерин, а гётит имеет подчиненное значение. В зависимости от характера распределения железа по этим минералам бокситы подразделяются на три разновидности: гематит-бёмитовую, гематит-бертьерин-бёмитовую и бертьерин-бёмитовую.

Термоактивированное омагничивание железистых минералов в изученной серии геологических объектов было проведено в режимах быстрого нагрева до температуры 650 °С и охлаждения в присутствие 3 % крахмала как катализато-

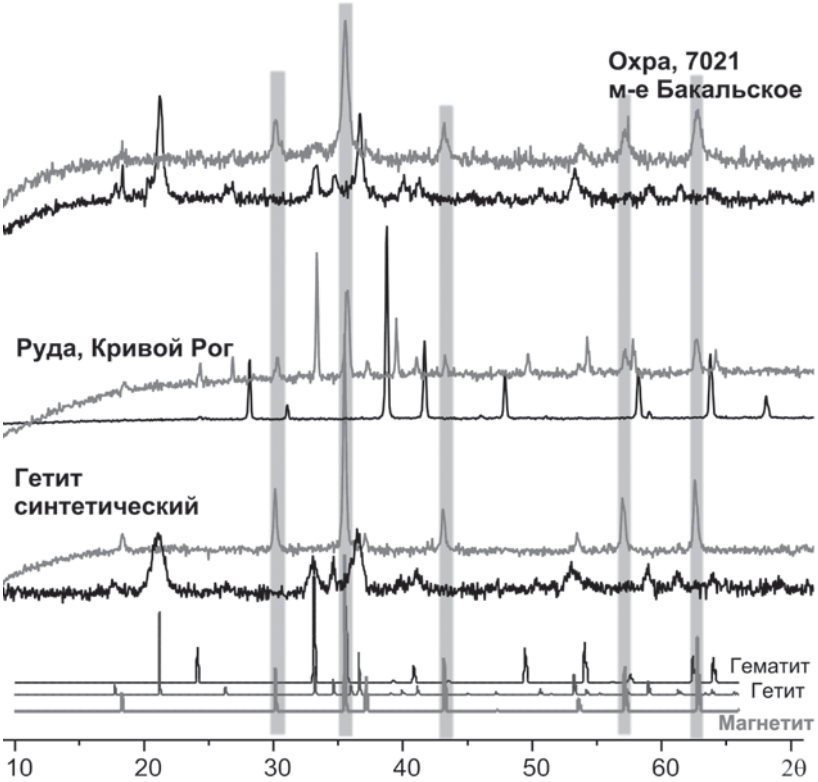


Рис. 1. Рентгенограммы природного железо-оксидного вещества, полученные до и после нагревания до 650 °С в присутствии крахмала

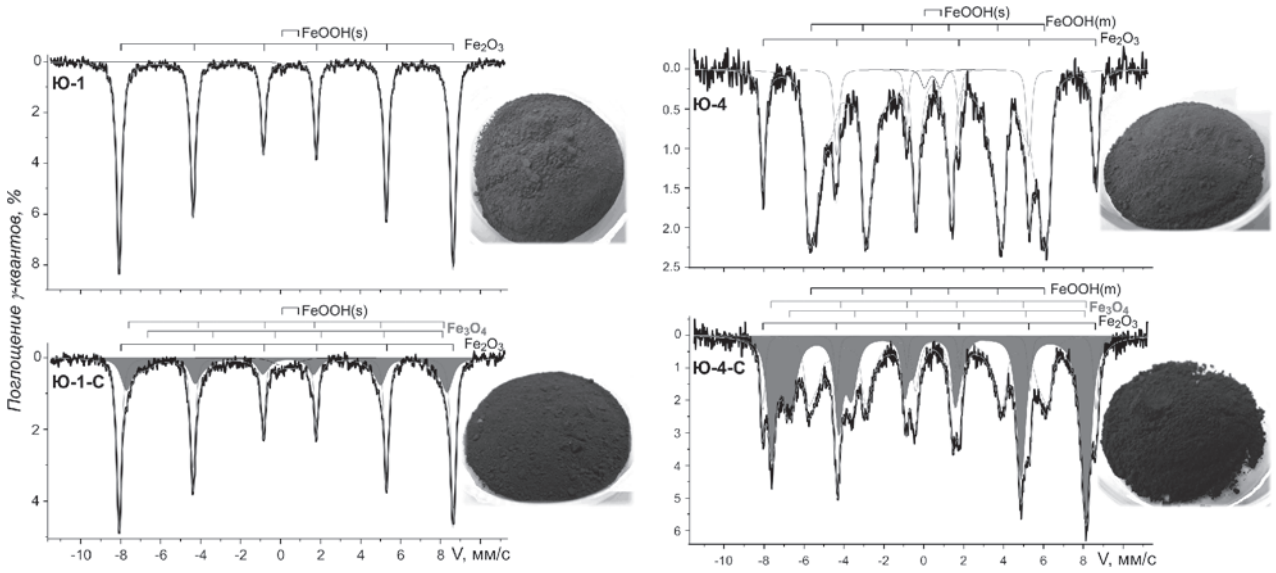


Рис. 2. Мёссбауэровские спектры, полученные от джеспилита (Ю-1) и аподжеспилитового бурого железняка (Ю-4) до (Ю-1, Ю-4) и после (Ю-1-С, Ю-4-С) их омагничивания методом электромагнитного воздействия в водной среде в присутствии восстановителя. Криворожский рудный бассейн

ра-восстановителя. Эксперименты показали, что в ходе нагревания слабомагнитные образцы во всех случаях приобретают свойства сильномагнитных веществ, благодаря переходу гематита и гётита в магнетит (рис. 1). Без восстановителя существенного омагничивания не происходит.

Украинские джеспилиты и бурые железняки были дополнительно подвергнуты микроволновому воздействию в водной среде в присутствии восстановителя. Данные мёссбауэровской спектроскопии показывают, после такой обработки до половины гематита и гётита переходит в магнетит (рис. 2). Аналогичный эффект омагничивания был получен и для железистых бокситов Среднего Тимана (рис. 3).

Таким образом, в результате проведенных экспериментов и исследований было установлено, что при нагревании выветрелых джеспилитов, аподжеспилитовых бурых железняков, железистых охр и ожелезненных бокситов происходят последовательные превращения, которые схематически можно представить в следующем виде: $2FeO(OH) \rightarrow \alpha\text{-}Fe_2O_3 + H_2O\uparrow \rightarrow \gamma\text{-}Fe_2O_3$. В присутствии восстановителей термическая или электромагнитная активация тонкодисперсных слабомагнитных оксигидроксидов (гётита, гематита)

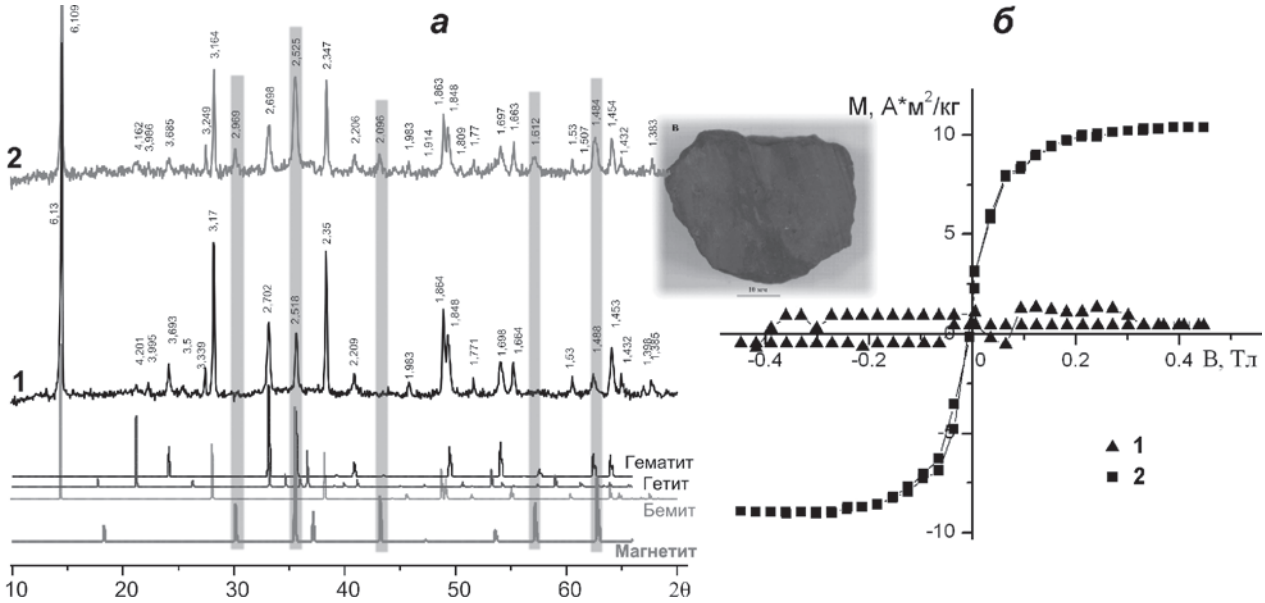


Рис. 3. Рентгеновские дифрактограммы (а) и зависимость намагниченности от внешнего магнитного поля (б) исходного (1) и модифицированного (2) образцов гематит-бёмитового боксита

приводит к образованию магнетита по схеме: $12FeO(OH) \rightarrow 6Fe_2O_3 + 6H_2O + 4e^- \rightarrow 4Fe_3O_4 + O_2$. Такое превращение немагнитных и слабомагнитных материалов в сильномагнитные осуществляется постепенно с образованием промежуточных фаз и требует для своей завершенности специфического режима. Полученный результат открывает перспективу весьма значительного усовершенствования технологии обогащения железорудного и бокситового сырья.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантом РФФИ № 12-05-904007 Укр_а, и грантом НАН Украины № 10-05-12 (у) и программой фундаментальных исследований РАН № 12–4–5–1001.

Разработка технологии получения эффективных сорбентов нефти и нефтепродуктов

Л. С. Кочева[1, 2], А. В. Кочанова[2], А. П. Карманов[2, 3]
[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]СыктГУ, Сыктывкар
[3]ИБ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Разработка технологии получения эффективных, недорогих и удобных в применении нефтесорбентов, которые могли бы составить достойную конкуренцию промышленным нефтяным сорбентам, является актуальной экологической и химико-технологической проблемой.

В настоящее время в качестве нефтесорбентов используют эластичные пенопласты на основе полиуретана, полипропиленовое волокно, пропитанные специальными составами текстильные, шерстяные и бумажные ленты [1]. Перспективными считаются способы поверхностной очистки воды, заключающиеся в высыпании на нефтяное пятно легких материалов на основе древесных стружек, древесной муки, пеньки, торфа, глины, золы синтетических волокон, шинной крошки [2]. Недостатками приведенных материалов являются, как правило, низкая избирательность сорбентов по отношению к углеводородным жидкостям и недостаточная гидрофобность.

Цель настоящей работы состояла в получении нефтесорбентов на основе модифицированной древесной коры и корьевых отходов лесоперерабатывающих предприятий.

Ранее показана возможность использования коры осины, сосны и березы, подвергнутых взрывному автогидролизу, для получения сорбентов для сбора нефти и нефтепродуктов [3]. Для повышения смачиваемости маслами коры сосны, лиственницы и пихты, проэкстрагированных водой, моноэтаноламином и диметилформамидом, предложена ее гидрофобизация смесью, состоящей из толуола и ПМС-100 [4]. В патентах РФ [5, 6] содержатся предложения по использованию в качестве сорбентов нефтепродуктов и органических жидкостей отходов деревообработки (опилки, шлифовальная пыль, опилки распиловки древесно-стружечных плит) и волокнистых полуфабрикатов (термомеханическая древесная масса).

Особенность предлагаемого нами решения заключается в том, что получение нефтесорбентов может быть организовано на действующем целлюлозно-бумажном комбинате с использованием отходов варочного процесса и химических реагентов, применяемых в производстве согласно технологического регламента. В качестве исходного сырья в данной работе взяты корьевые отходы ОАО «Монди СЛПК», отобранные в 2012 и 2013 гг.

Сорбционные характеристики полученных образцов нефтесорбентов испытывали на эмульсии нефти в воде. Для испытаний использовали тяжелую нефть Харьягинского месторождения; Северо-Ираёльскую нефть; нефть Возейского месторождения, залежь Нижнепермская; нефть Нижнечутинского месторождения, скважина № 506. В качестве образцов сравнения использовали немодифицированную древесную кору. Образцы нефтей любезно предоставлены сотрудниками Институтови биологии и геологии Коми НЦ УрО РАН. По результатам экспериментов рассчитывали показатели сорбционной способности нефтесорбентов: коэффициент поглощения, сорбционную способность сорбента, степень десорбции нефти, степень фиксации нефти сорбентом.

Характеристики степени десорбции и степени фиксации нефти сорбентом являются важными для практического использования. Так, чем меньше показатель десорбции, тем лучше сорбент удерживает нефть и, следовательно, тем выше его эффективность. Десорбцию нефти проводили методом настаивания отработанных сорбентов в воде. Степень десорбции рассчитывали по разности навесок воздушно-сухого сорбента до и после настаивания в воде.

Установлено, что в результате модификации корьевых отходов ОАО «Монди СЛПК» методом гидрофобизации сорбционная способность

в отношении нефти повышается в 1.5–2 раза, причем еловая кора является более перспективным сырьем для производства нефтесорбентов, чем кора лиственных пород.

От применения созданной продукции ожидаются следующие социально-экономические и экологические эффекты: повышение комплексности и глубины переработки сырья; получение продукции из местного растительного сырья; одновременное использование нескольких типов отходов целлюлозно-бумажной промышленности; сокращение отходов производства; улучшение качества жизни и здоровья населения за счет улучшения экологической обстановки.

К преимуществам технологии получения нефтесорбентов на основе коры относятся: дешевое сырье, доступность сырьевой базы, низкая себестоимость конечного продукта, утилизация крупнотоннажных отходов целлюлозно-бумажной промышленности, решение экологических задач.

Сорбенты могут использоваться непосредственно на месте аварии при проведении аварийно-восстановительных работ, а также для сбора локальных проливов нефти и нефтепродуктов, в частности, на автозаправочных станциях, для очистки бытовых и промышленных сточных вод. После целевого использования и отжима аварийной нефти или нефтепродуктов твердый остаток может быть применен при производстве кирпича в качестве выгорающей добавки, в дорожном строительстве, керамзитового гравия, в качестве топлива.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, нефтесорбенты, древесная кора, корьевые отходы.

Литература

1. *Deschamps G., Caruel H., Borredon M.-E., Albasi C.* Oil removal from water by sorption on hydrophobic cotton fibers. 2. Study of sorption properties in dynamic mode // Environmental Science and Technology, USA, 2003. V 37. № 21. Pp. 5034–5039.

2. *Веприкова В. Е., Терещенко Е. А., Чесноков Н. В.* и др. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2010. № 3. Pp. 285–304.

3. *Кузнецов Б. Н.* Актуальные направления химической переработки возобновляемой растительной биомассы // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т. 19. № 1. С. 77–85.

4. *Семенович А. В., Лоскутов С. Р., Пермякова Г. В.* Сбор проливов нефтепродуктов модифицированной корой хвойных пород // Химия растительного сырья. 2008. № 2. С. 113–117.

5. Пат. 2116127 РФ. Способ получения абсорбента для очистки водных поверхностей от загрязнений нефтепродуктами / Кучин А. В., Куковицкий Б. Ф., Сазонов М. В., Демин В. А.; Заявл. 19.06.1997; Опубл. 27.07.1998.

6. Пат. 2116126. Способ получения абсорбента органических жидкостей / Кучин А. В., Куковицкий Б. Ф., Сазонов М. В. и др.; Заявл. 19.06.1997; Опубл. 27.07.1998.

Физико–химические основы получения высоконаполненного полимерного композиционного материала с использованием минерального сырья Республики Коми

П. А. Ситников, И. Н. Васенева, А. Г. Белых
ИХ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Свойства эпоксиполимеров можно регулировать как путем подбора системы эпоксидный олигомер – отвердитель, так и введением наполнителей [1–3]. Наполнителями для полимерных композиционных материалов могут служить практически все существующие в природе и созданные человеком материалы. Разработка и применение минералнаполненных полимерных композиционных материалов с высокими эксплуатационными свойствами и новыми функциональными возможностями является важным фактором в решении экономических проблем, таких как освоение природного сырья и создание новых ресурсосберегающих технологий.

В большинстве случаев влияние наполнителей носит адсорбционный характер, что связано с образованием на границе раздела полимер – твердая поверхность межфазного адсорбционного слоя, свойства которого различны от свойств полимера в объеме. Имеет место также структурирующее действие наполнителя на полимерную матрицу. Частицы наполнителя при этом играют роль дополнительных физических узлов сшивки полимерной матрицы. Не исключается и химический механизм усиливающего действия наполнителей, связанный с возможностью химического взаимодействия компонентов исходной олигомерной композиции с поверхностными группами

наполнителя. При этом наполнитель влияет на формирование и топологию полимерной матрицы, а частицы наполнителя выступают здесь как активные узлы структурной сетки [4, 5].

В представленной работе проведено исследование физико-химических основ создания высоконаполненных эпоксиполимерных композитов на основе кварцевого и бокситового минерального сырья Республики Коми.

В рамках решения поставленной задачи были разработаны технологические схемы получения высоконаполненного полимерного композиционного материала на основе минерального сырья Республики Коми. В качестве модифицирующих наполнителей эпоксиполимерной матрицы использовались: маложелезистые бокситы Верхне-Щугорского (Al_2O_3 (В-Щ)) и Ворыквинского (Al_2O_3 (В)) месторождения Среднего Тимана, молотые кварцевые пески (SiO_2) (Моровское месторождение, Республика Коми).

По данным рентгенофлуоресцентного, рентгенофазового анализов, дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) определен химический состав исходных компонентов полимерной матрицы и проведена аттестация порошков наполнителя. Основным компонентом Верхне-Щугорского маложелезистого боксита является г-$Al(OH)_3$; боксит Ворыквинского месторождения характеризуется высоким содержанием бемитовой составляющей (~80 %), каолиновой составляющей (~15 %), также присутствует кварц (~5 %); кварцевые пески представлены основной кристаллической фазы а - кварцем [5] .

В случае применения, в качестве наполнителя, бокситов Верхне-Щугорского месторождения, в полимерном связующем, возможно протекание гомополимеризации эпоксидных групп олигомера в результате их взаимодействия с поверхностно-активными центрами модификатора. При использовании в качестве наполнителя кварца и бокситов Ворыквинского месторождения, химического взаимодействия между олигомером и поверхностными группами не происходит. В этом случае, образование полимерной связки протекает в результате реакции полиприсоединения между эпоксидными группами и молекулами отвердителя.

Отличием предполагаемой нами методики изготовления высоконаполненного материала [6], является использование стадии прессования при формировании заготовки с массовой долей наполнителя более 65 % включительно, что позволяет значительно снизить водопоглощение (менее 0.04 %), повысить степень наполнения композиционного материала (с 70 до 85 масс.%), без существенного изменения прочностных характеристик и теплостойкости.

Наиболее высокие прочностные характеристики показали образцы содержащие, в качестве наполнителя α-кварц (прочность на изгиб до 180 МПа, прочность на сжатие до 250 МПа). Теплостойкость по Мартенсу для всех образцов полимерных композиционных материалов составила 140–160 °С, водопоглощение, менее 0.05 %. По физико-механическим и технологическим характеристикам (вязкость, время отверждения, прочность на сжатие и на сдвиг, влагостойкость) новые композиционные материалы отвечают современным требованиям.

Литература

1. *Крыжановский В. К., Бурлов В. В., Паниматченко А. Д., Крыжановская Ю. В.* Технические свойства полимерных материалов: Уч.- справоч. пос. СПб: Профессия, 2003. 240 с.

2. *Михайлин Ю. А.* Конструкционные полимерные композиционные материалы. СПб, Научные основы и технологии, 2008. 822 с.

3. *Усачева Т. С., Лебедев Г. А., Койфман О. И., Месник О. М., Лекомцева Н. Б.* Кинетика отверждения и свойства модифицированной композиции на основе ЭД-20 // Химия и химическая технология. 1999. Т.42. Вып.2. С. 99–101.

4. *Полухина Л. М., Хрусталев Ю. А.* Механохимия полимерных систем // Химическая технология. 2000. №3. С. 14–24.

5. *Усачева Т. С., Лебедев Г. А., Койфман О. И., Месник О. М., Лекомцева Н. Б.* Кинетика отверждения и свойства модифицированной композиции на основе ЭД-20 // Химия и химическая технология. 1999. Т. 42. Вып. 2. С. 99–101.

6. *Беляев В. В.* Белоцветные бокситы Тимана – уникальное сырье для производства технически ценных материалов // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2006. № 3. С. 2–7.

7. Патент РФ № 2269497. Сырьевая смесь (варианты), способ получения высоконаполненного композиционного маиериала и способ изготовления изделий из него / Кучин А. В., Кормщикова З. И., Рябков Ю. И. и др. Опубл. 10.02.2006 г.

Физико–химические свойства анальцимсодержащих пород

Д. А. Шушков
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Геологическими исследованиями второй половины прошлого века на европейском северо-востоке России установлено значительное развитие цеолитовой минерализации в породах широкого возрастного диапазона от девона до триаса включительно. Среди них выделяются анальцимсодержащие породы верхнепермской мегаформации. В результате многочисленных исследований была выделена Тиманская цеолитоносная провинция площадью около 150000 км^2 [1]. Наиболее изученной в ее пределах является Коинская цеолитоносная площадь (Южный Тиман), на территории которой к настоящему времени выявлено 10 анальцимопроявлений.

Анальцимсодержащие породы Веслянской группы проявлений представлены алевролитами и аргиллитами, значительно реже мергелями. Породы характеризуются высоким содержанием глинистой составляющей (50–70 %), которые пропитаны оксидами и гидроксидами железа, также присутствуют кварц (10–30 %), анальцим (1–30 %), полевые шпаты (2–10 %), карбонаты (2–5 %). Глинистые минералы представлены неупорядоченной, в основном разбухающей, смешанослойной фазой (иллит-смектит, иллит-хлорит), в незначительном количестве присутствуют каолинит и хлорит.

Для определения наиболее перспективных направлений применения анальцимсодержащих пород весьма актуальным представляется изучение их физико-химических (технологических) свойств и возможности их направленного изменения различными методами воздействий [2].

Определение механических свойств необходимо при использовании сорбентов в циклических технологических процессах, например, при очистке воды и регенерации. Согласно технологической классификации цеолитсодержащих пород [3] многие механические показатели анальцимсодержащих пород не соответствуют требованиям, предъявляемым к сорбционно-фильтрующим материалам: показатели механической прочности на раздавливание выше нормы в 1.8–4.9 раза, измельчаемости в 1.4–2.4 раза, условной механической прочности – в 6.1–7.2 раза, водостойкость ниже нормы в 1.02 раза. Удовлетворяют требованиям показатели виброизноса (менее 3.0 %) и истираемости (менее 2.5 %). Низкие механические свойства, вероятно, обусловлены значительным содержанием глинистых минералов в породе. Как показали исследования, улучшению механических свойств способствует термическая обработка. Например, прокаливание при температуре 350 °С повышает механическую прочность в 1.4–1.5 раза и водостойкость в 1.06 раза [4].

Благодаря открытой пористой структуре, цеолиты обладают полезными свойствами: адсорбционными, молекулярно-ситовыми, ионообменными и каталитическими. Пористость анальцима определяется системой каналов, образованных шестичленными и сильно искаженными восьмичленными кольцами с величиной диаметра входных окон 0.26 и 0.16×0.42 нм, соответственно. Данный минерал относится к классу узкопористых цеолитов, что позволяет ему сорбировать небольшие молекулы (водород, ацетилен, вода) и атомы (гелий). В тоже время он не способен поглощать более крупные атомы и молекулы, например, аргон и азот. Это подтверждает удельная поверхность по аргону и азоту, составляющие 1.5 и 1.0 м^2/г, соответственно. Узкопористость анальцима можно использовать в качестве молекулярного сита, например, для разделения смеси газов. Анальцимсодержащие породы имеют более высокую удельную поверхность по сравнению с анальцимом, которая варьирует от 9.08 до 21.37 м^2/г. Проведенные эксперименты не выявили зависимости величины удельной поверхности от содержания анальцима в породе, вероятно, удельная поверхность определяется содержанием глинистых минералов.

В целом, породы относятся к узкопористым сорбентам, имеющим невысокие значения объема пор по бензолу (0.121–0.137×10^{-3} м^3/кг), удельной поверхности по толуолу (59–65 м^2/г), предельно сорбционного объема по парам воды при P/P_s=0.47 (0.025–0.032 ×10^{-3} м^3/кг) и средние значения пористости (43–54 %). В результате проведенных исследований было установлено, что термообработка при температуре 350 °С привела к повышению практически всех вышеперечисленных показателей по сравнению с термообработкой при температуре 105 °С. Кроме того, прокаливание при температуре 500 °С увеличивает удельную поверхность по аргону на 16 % с 21.4 до 24.7 м^2/г [4].

Способность к частичному или полному замещению обменных катионов определяет использование цеолитов в различных технологиях. Важность определения ионообменной емкости (ИОЕ) и селективности связана с использованием цеолитов в процессах извлечения, разделения и концентрирования ионов. Проведенные исследования показали, что ИОЕ анальцимсодержа-

щих пород варьирует в интервале от 28.7 до 195.0 мг-экв/100 г; ИОЕ анальцима составила 21.5 мг-экв/100 г. Зависимость обменной емкости от содержания анальцима в породе не выявлена.

Одним из способов увеличения ИОЕ является кислотная активация. Было установлено, что воздействие соляной, серной и азотной кислотами вызывает увеличение обменной емкости. При обработке 10 и 20 % соляной кислотой ИОЕ возрастает на 30–35 %, азотной кислотой – на 24–28 %. Активация серной кислотой увеличивает обменную емкость только на 4–13 %.

Была изучена динамика изменения ИОЕ при термообработке в диапазоне температур от 100 до 1000 °С. С увеличением температуры прокаливания обменная емкость постепенно возрастает и достигает максимума при 500 °С, увеличившись на 27 %. Возможно, это происходит вследствие удаления структурной воды анальцима и глинистых минералов. При дальнейшем нагревании в связи с разрушением структуры монтмориллонита ИОЕ резко уменьшается.

Таким образом, анальцимсодержащие породы являются узкопористыми сорбентами, имеют низкие механические параметры, уступают по качеству более пористым природным и синтетическим цеолитам, и, следовательно, нуждаются в модифицировании технологических свойств. В результате проведенных экспериментов было установлено, что улучшение механических, сорбционных и ионообменных показателей достигается при термическом и кислотном воздействии.

Работа выполнена при поддержке Программы РАН (проект № 12-Т-5-1022).

Литература

1. *Остащенко Б. А.* Проблема цеолитов Тимана. Сыктывкар, 1984. 20 с. (Научные рекомендации – народному хозяйству; вып. 49).

2. *Котова О. Б.* Технологическая минералогия – основа комплексного использования сырьевого потенциала Европейского Северо-Востока // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2010. № 9 [2]. С. 36–38.

3. *Конюхова Т. П., Дистанов У. Г.* Технологическая классификация смешанных кремнистых цеолитсодержащих пород // Разведка и охрана недр. 2000. № 9. С. 45–46.

4. *Шушков Д. А., Котова О. Б., Капитанов В. М., Игнатьев А. Н.* Анальцимсодержащие породы Тимана как перспективный вид полезных ископаемых. Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 2006. 40 с. (Научные рекомендации – народному хозяйству; вып. 123).

Доломиты верхнерифейской провинции Тимана

Л. Ю. Назарова, Н. А. Секушин, Ю. И. Рябков, Б. А. Голдин
ИХ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

В соответствии с разработкой «Основных направлений развития недропользования в Республике Коми в 2011–2015 гг. и на период до 2020 года» особое внимание необходимо обратить на отдельные виды неметаллического минерального сырья, производственный потенциал которого недооценен. В Институте химии ведутся исследования кристаллографических, термодинамических и электрофизических свойств природного минерального сырья, в частности доломитов Тиманской позднерифейской карбостромовой провинции (Республика Коми), с целью дальнейшего практического использования данных соединений в качестве компонентов в производстве огнеупоров и вяжущих веществ.

В целом позднерифейский комплекс доломитов Тиманского региона обнажен на значительных площадях. На Среднем Тимане, в составе Вымской серии, Павьюгской свиты относительно широким развитием пользуются доломиты позднерифейского возраста, содержащие микрофитолиты и строматолиты. Они протягиваются в виде полосы шириной 1.5–2 км, глубиной 300–350 м от реки Потью до ручья Из-Эктемшор. Доломит $CaMg(CO_3)_2$ относится к породообразующим минералам, принадлежащим к классу карбонатов, является термостойким диэлектрическим материалом и рассматривается также как осадочная карбонатная горная порода, состоящая на 95% и более из минерала доломита. Доломиты и известняки связаны между собой переходами, в зависимости от содержания доломита выделяют: известковистые доломиты (95–75 %), известковые доломиты (75–50 %), доломитовые известняки (менее 50 %). Такие породы широко распространены на севере Урала. Окраска доломитов обусловлена количеством и составом примесей, преобладают светлоокрашенные разности. Основные примеси — кальцит, ангидрит. Структура доломитов равномерно микрозернистая, залегают они в виде хорошо выдержанных пластов с ясно выраженной слоистостью. Различие в структурах верхнерифейских доломитов и кальцита ($CaCO_3$) обусловлено особым типом изоструктурности и состоит в том, что в структуре кальцита все позиции, отвечающие положению катионов, заняты ионами одного сорта Ca^{2+}. В структуре же доло-

мита в шахматном порядке одна позиция занята ионами Ca^{2+}, другая – ионами Mg^{2+} (рис. 1). В результате происходит понижение симметрии структуры доломита по сравнению с кальцитом.

Среди онколит-строматолитовых доломитов позднерифейского возраста Тимана выделяются следующие разновидности:

1. Светло-серые и розовые доломиты плотные, массивные — мощностью 350 м.

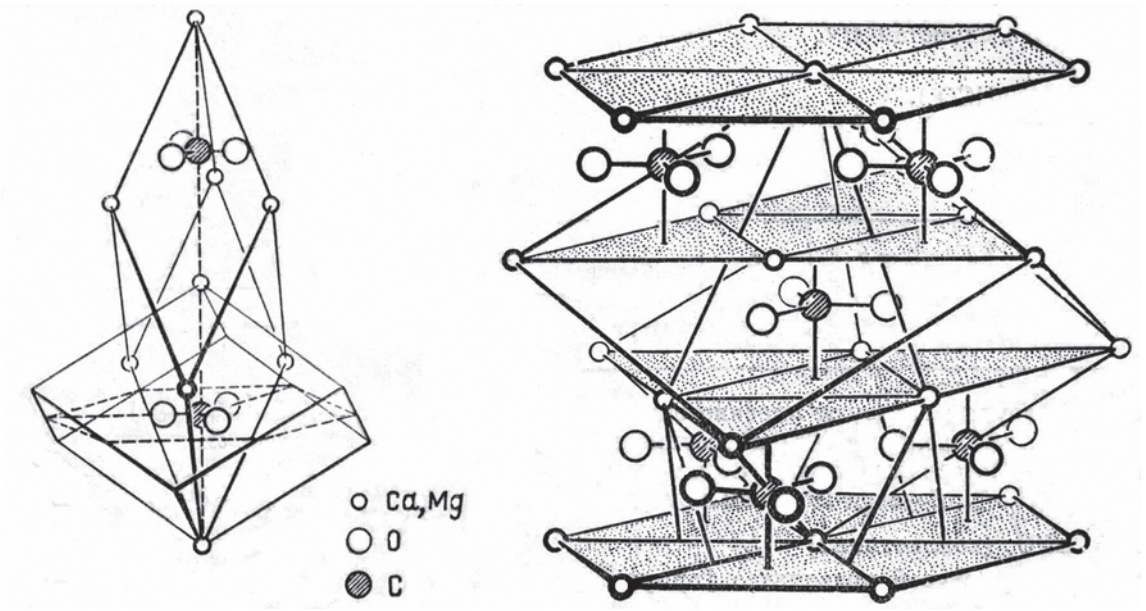
2. Доломиты темно-серые окремнелые массивно-слоистые с колониями строматолитов – мощностью 150 м + 100 м.

3. Доломиты и доломитизированные известняки волнисто- и горизонтально-слоистые – мощность 200 м; участками наблюдается переслаивание темно- и черно-серых сланцев глинистого и псаммит-алевритового первичного состава – мощность 15 м.

В Институте химии проведено исследование представительных образцов розового и серого доломита. Химический состав образцов (см. таблицу) контролировался методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии (Horiba MESA-500W).

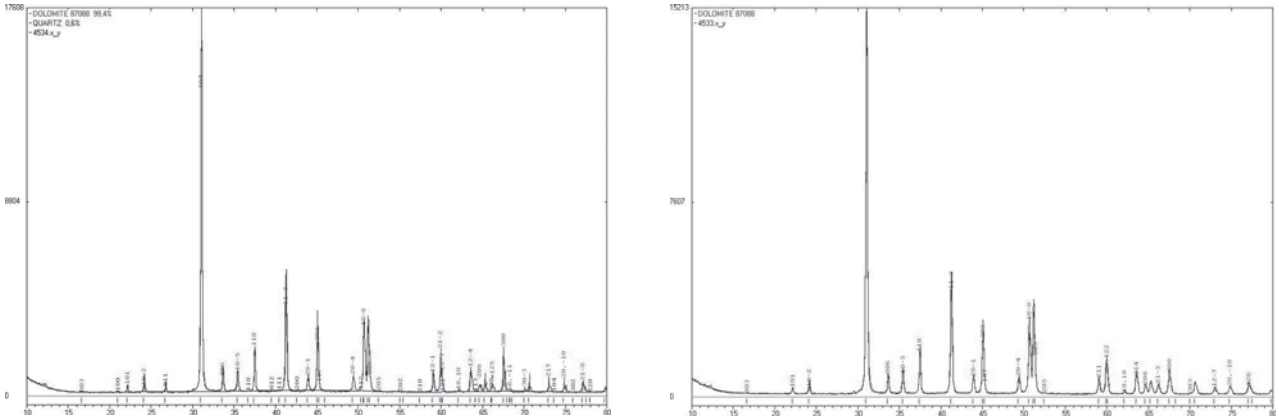
Как показали данные рентгеновской порошковой дифрактометрии (Shimadzu XRD-6000), в исследуемых образцах в качестве основной фазы присутствует доломит (рис. 2), который кристаллизуется в тригональной сингонии, решетка ромбоэдрическая R. Полнопрофильный анализ рентгенодифракционных картин проводился с помощью программы POWDER CELL v. 2.4 [2] и базы данных ICSD [3].

Изучение радиочастотных свойств образцов доломитов показало, что поглощение ЭМИ не обнаружено. Коэффициенты отражения $K_{отр}$ и пропускания $K_{пр}$ в диапазоне частот 8–12 ГГц



(Идеализированный тип кальцита)

Рис. 1. Кристаллическая структура доломита $CaMg(CO_3)_2$ [1]



а) доломит розовый-доломит $CaMg(CO_3)_2$ (~99.4%)-кварц SiO_2 (~0.6%)

б) серый доломит — доломит $CaMg(CO_3)_2$ (~100 %)

Рис. 2. Порошковые рентгенограммы исследуемых образцов

Химический состав доломита Южного Тимана по данным рентгено-флуоресцентного анализа (аналитик Неверов С. Т., лаборатория химии минерального сырья, ИГ Коми НЦ УрО РАН)

оксиды / №обр.	SiO_2	MgO	CaO	TiO_2	Al_2O_3	$\sum Fe_2O_3$/ FeO	MnO	K_2O
4534 розовый доломит	14.236	28.637	45.846	0.152	8.436	1.587	0.098	1.008
4533 серый доломит	1.563	37.753	57.881	0.850	0.935	0.945	0.072	–

составили порядка 50 %. Зависимость диэлектрической проницаемости от частоты (1–100 кГц) указывает на присутствие протонной проводимости, связанной с кристаллизационной и капиллярной водой, присутствующей в порах исследуемых образцов доломита [4]. Следовательно, доломиты могут быть использованы в качестве радиопрозрачного материала в изученном диапазоне частот; также прогнозируются хорошие радиофизические свойства в более широком диапазоне радиочастот.

Таким образом, значительные объемы кальций-магниевого сырья и близость месторождений к дорожной сети делают Тиманский район перспективным для развития производственной базы по переработке позднерифейских доломитов, в частности, для производства вяжущих материалов, совелита, минеральной ваты, для строительства завода по производству металлического магния. В Республике Коми есть предпосылки для организации производства стекловолокна с его последующим использованием в стеклопластиковых конструкциях. Проведенные нами исследования географического местоположения и совокупности механических и электрофизических свойств доломитов свидетельствуют о необходимости промышленности обратить внимание на уникальные характеристики этого природного минерального сырья и на возможные направления его использования в различных отраслях техники.

Работа выполнена при поддержке Программы УрО РАН, проект № 12-У-3-1017 и ОФИ Урал 13-3-024-КНЦ.

Литература

1. *Ормонт Б. Ф.* Структуры неорганических веществ. М., Л.:Гос.изд.технико-теоретической литературы,1950. 968с.

2. *Kraus W., Nolze G.* POWDER CELL – a program for the representation and manipulation of crystal structures and calculation of the resulting X-ray powder patterns // J. Appl. Cryst. 1996. V. 29. № 3. P. 301–303.

3. *Belsky A., Hellenbrandt M., Karen V. L., Luksch P.* New developments in the Inorganic Crystal Structure Database (ICSD): accessibility in support of materials research and design // Acta Cryst. B. 2002. V. 58. № 3. P. 364–369.

4. *Назарова Л.Ю., Голдин Б.А., Секушин Н.А., Рябков Ю.И.* «Состав и радиочастотные свойства офикальцитов и доломитов Тимано-Североуральской верхнерифейской провинции» // Минералогические перспективы: Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. С. 337–339.

Радиопоглощающие свойства керамических материалов, синтезированных на основе шунгита

Н. А. Секушин, В. Э. Грасс, Л. Ю. Назарова, А. В. Надуткин
ИХ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Шунгит представляет собой черную монолитную породу, образовавшуюся в результате перемешивания кварцевых песков с нефтью или с остатками биологических организмов. В условиях высокого давления и температуры произошло восстановление органической составляющей до углерода, который имеет в основном аморфную структуру [1]. Внутри этой структуры были обнаружены фуллереноподобные образования [2].

Шунгит имеет следующие физико-механические характеристики: плотность 2.1–2.4 г/см^3; пористость до 5 %; прочность на сжатие 100–120 МПа; удельная электропроводность 1500 См/м; удельная поверхность до 20 м /г [1].

Химический состав шунгита меняется в зависимости от месторождения. Породы в пределах самого крупного Зажогинского месторождения (Карелия) достаточно стабильны по химическому составу (масс. %): C (30.0 %), SiO_2 (57.0 %), TiO_2 (0.2 %), Al_2O_3 (4.0 %), FeO (2.5 %), MgO (1.2 %), K_2O(1.5 %), S (1.2 %), H_2O крист. (1.7 %) [1].

Шунгит имеет достаточно широкую область использования: в строительстве, в металлургии, в производстве ферросплавов, фосфора, карбида и нитрида кремния. Сорбционные, каталитические и восстановительные свойства шунгитовых пород позволяют с его помощью проводить очистку воды. Электропроводные свойства шунгитовых пород

Таблица 1

Химический состав шунгита без учета углерода в масс. %

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	K_2O	NiO	CuO	ZnO	ZrO_2
87.9	0.42	5.1	3.1	0.008	1.4	0.1	1.9	0.6	0.03	0.03	0.01

позволили создать на его основе электропроводящие строительные материалы: краску, бетон, кирпичи, штукатурные растворы, асфальт [1].

В последние годы в связи с быстрым ростом использования сверхвысокочастотного (СВЧ) электронного оборудования возникла задача по синтезу высокоэффективных поглотителей электромагнитного излучения (ЭМИ) [2]. Такие материалы получают из шунгита несколькими способами. Шунгитовую крошку используют в качестве наполнителя полимерных материалов (полиэтилена, полипропилена, фторопласта). Полученные таким способом радиопоглощающие материалы можно использовать для изготовления корпусов, например, сотовых телефонов. Более дешевый поглотитель ЭМИ получают путем смешивания шунгитовой крошки с цементным раствором. Если таким составом оштукатурить помещение, то можно добиться значительного уменьшения ЭМИ.

В настоящей работе была предпринята попытка получения радиопоглощающего материала на основе шунгита керамическим методом. Такая керамика представляет интерес для производителей СВЧ микросхем, поскольку из этого материала можно было бы в перспективе создавать радиопоглощающие корпуса чипов.

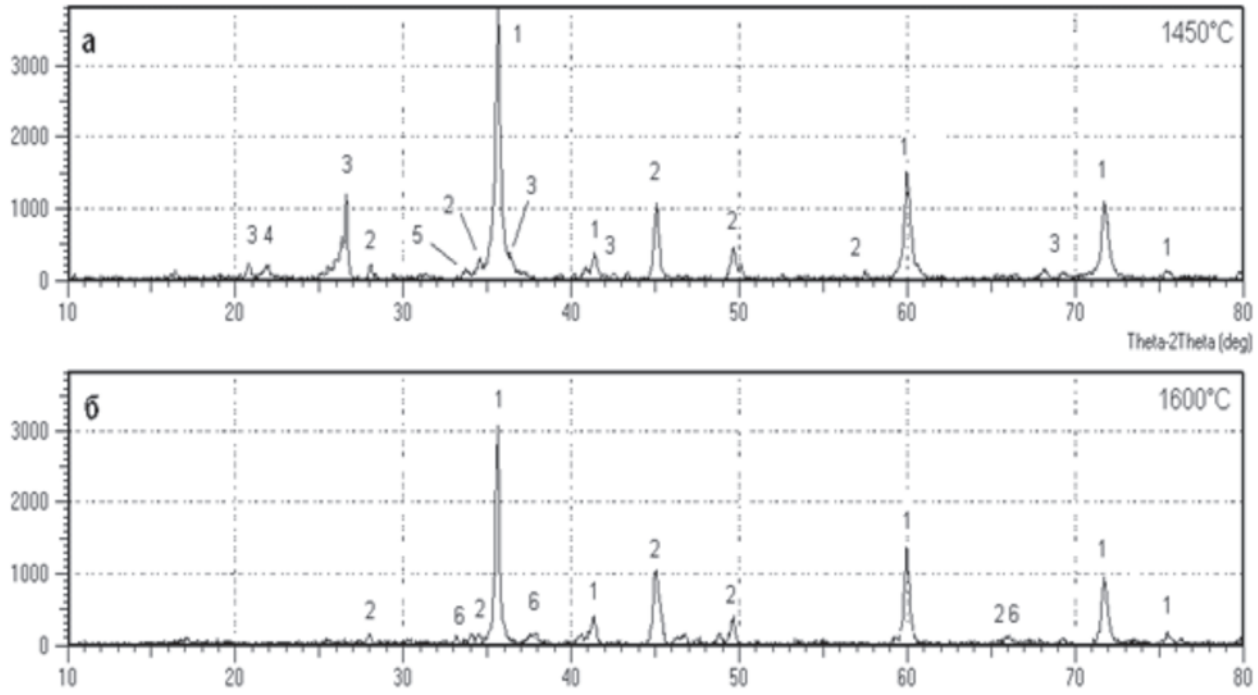
Синтез проводился из шунгита следующего химического состава (без учета углерода).

Следует отметить, что из чистого порошкообразного шунгита получить керамику невозможно. Спекание может быть достигнуто при введении в шихту активирующих добавок Al_2O_3 и CaF_2. Кроме этого, термообработку необходимо проводить в безкислородной среде, так как в противном случае углерод может сгореть. Были проведены обжиги в две стадии: при 1500 °С и при 1600 °С, а также в одну стадию при 1700°С. Варьировались также составы шихты, что отражено во втором столбце табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования радиочастотных свойств керамических материалов, синтезированных на основе шунгита и рисовой шелухи

№	Исходный состав	Условия получения (обжиг в аргоне)	$K_{отр}$ (%)	$K_{пр}$ (%)
268	исходный образец шунгита		65±2	0
272	1 % CaF_2+10 % Al_2O_3+89 % крупного шунгита	1500 °С × 1 час и 1600 °С × 1 час	87±2	0
273	2 % CaF_2+10 % Al_2O_3+88 % крупного шунгита	1500 °С × 1 час и 1600 °С × 1 час	87±2	0
274	4 % CaF_2+10 % Al_2O_3+86 % крупного шунгита	1500 °С × 1 час и 1600 °С × 1 час	80±2	0
275	1 % CaF_2+5 % Al_2O_3+94 % мелкого шунгита	1500 °С × 1 час и 1600 °С × 1 час	83±2	0
276	1 % CaF_2+5 % Al_2O_3+94 % рисовая шелуха	1500 °С × 1 час и 1600 °С × 1 час	69±2	0
277	1 % CaF_2+5 % Al_2O_3+2 % TiO_2+5 % серпент.+87 % рис. шел.	1500 °С × 1 час и 1600 °С × 1 час	69±2	0
278	1 % CaF_2+10 % Al_2O_3+89 % крупного шунгита	1700 °С × 2 час	82±2	11±4
279	2 % CaF_2+10 % Al_2O_3+88 % крупного шунгита	1700 °С × 2 час	73±2	15±5
280	4 % CaF_2+10 % Al_2O_3+86 % крупного шунгита	1700 °С × 2 час	71±2	15±5
281	1 % CaF_2+10 % Al_2O_3+89 % крупного шунгита	1700 °С × 2 час	76±2	15±5
282	2 % CaF_2+10 % Al_2O_3+88 % крупного шунгита	1700 °С × 2 час	73±2	16±5
283	4 % CaF_2+10 % Al_2O_3+86 % крупного шунгита.	1700 °С × 2 час	78±2	15±5
284	1 % CaF_2+5 % Al_2O_3+94 % мелкого шунгита	1700 °С × 2 час	75±2	14±4
285	1 % CaF_2+5 % Al_2O_3+94 % рис. шел.	1700 °С × 2 час	70±2	18±4



Рентгенограммы образцов, синтезированных из шунгита при температурах 1450 °С (а), 1600 °С (б): 1 – $SiC_{куб}$; 2 – FeSi; 3 – SiO_2 (*кварц*); 4 – SiO_2 (*кристобалит*); 5 – $SiC_{гекс}$; 6 – $(Al_2OC)_{1-x}\cdot(Si_2C_2)_x$

Для изучения СВЧ свойств керамики был использован измеритель коэффициента стоячей волны панорамный Р2–60, с помощью которого проводились измерения в трех диапазонах частот: 1) 8–12 ГГц; 2) 12–18 ГГц; 3) 17–26 ГГц. Керамические образцы формовали с поперечным сечением, равным внутреннему размеру волновода, соответственно, 10×23 мм; 8×16 мм; 5.5×11 мм. Толщина всех образцов составляла 9 мм. Затем образцы устанавливали в волновод и производили измерения коэффициентов отражения $K_{отр}$ и пропускания $K_{пр}$ в зависимости от частоты (СВЧ-спектры). Во всех случаях наблюдалась небольшая дисперсия. Однако, явно выраженных полос поглощения не было обнаружено. В таблице 2 (столбцы 4 и 5) приведены усредненные коэффициенты $K_{отр}$ и $K_{пр}$.

Из табл. 2 следует, что наилучшими радиопоглощающими свойствами обладает чистый шунгит (образец 268). При каждом акте отражения поглощается 35 % энергии электромагнитной волны. У образцов, обожженных при 1500–1600 °С (образцы 272–275) поглощение составляет 13–20 %. Интересно, что замена шунгита на рисовую шелуху позволяет получать радиопоглощающий материал с более высокими характеристиками (обр. 276 и 277). При температуре 1700 °С образуется частично радиопрозрачный материал со слабым поглощением ЭМИ (образцы 278–285).

Снижение радиопоглощения после термообработки шунгита связано с фазовыми превращения, что было установлено по рентгенограммам (см. рисунок)

При температуре свыше 1000 °С идет образование карбида кремния по следующей реакции: $SiO_2+2C= SiC+CO_2^-$. Кроме этого образуются более сложные продукты карбовосстановления, например, твердый раствор $(Al_2OC)_{1-x}\cdot(Si_2C_2)_x$. Чистый карбид кремния является широкозонным полупроводником и обладает радиопрозрачностью. Таким образом, после термообработки шунгита его коэффициент поглощения ЭМИ значительно падает.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13–03–00132 и программы УрО РАН проект 12М–23–2052.

Литература

1. *Филиппов М. М.* Шунгитоносные породы Онежской структуры. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 280 с.

2. *Мастеров В. Ф., Чудновский Ф. А., Козырев С. В.* и др. Микроволновое поглощение в шунгитах, содержащих фуллерены // Сверхпроводимость. 1993. Т. 6. № 9. С. 1848–1851.

Проблемы переработки бокситового сырья

В. А. Вахрушев[1], И. Ф. Любинский[2], О. Б. Котова[1]
[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]ОАО «Боксит Тимана», Ухта

Сегодня ОАО «Боксит Тимана» осваивает потенциал Вежаю-Ворыквинского месторождения (Средний Тиман, Республика Коми). Рудник снабжает бокситами предприятия Урала и Северо-Запада России. Около 90 % запасов Средне-Тиманского бокситового рудника могут добываться открытым способом, предусмотрена возможность раздельной добычи бокситов для производства глинозема методом Байера и бокситов для производства глинозема методом спекания. В 2011 году РУСАЛ разработал новую долгосрочную стратегию развития, которая определяет основные приоритеты и цели компании на ближайшие годы: укрепление позиции лидера в мировой алюминиевой отрасли за счет повышения эффективности производства, обеспечение производства алюминия собственным сырьем, конкурентоспособность в области технологии, улучшения экологических показателей производств и др. Предприятием «Боксит Тимана» реализуется проект по добыче маложелезистых бокситов. Добыча ведется карьерным способом на Средне-Тиманском бокситовом месторождении. Маложелезистые бокситы (содержанием железа Fe_2O_3 меньше 4 % на прокаленное вещество) используются для изготовления огнеупоров (шамотного кирпича, шамотной глины). Шамотный кирпич хорошо проводит тепло, устойчив к воздействию химических веществ, выдерживает Т = 1600 °С. Используется в металлургическом и стекольном производстве, для кладки заводских печей, каминов, обжиге фарфора и др.

Бокситы являются комплексными, тонко- и ультрадисперсными по ценным компонентам, труднообогатимыми рудами [1]. Большая «размытость» концентрирования минералов снижает экономическую нецелесообразность их разработок существующими способами и требует новых технологических решений.

Повышение эффективности горнодобывающего сектора осуществляется при развитии научно-технического прогресса: освоение новых видов энергии и новых технологий комплексного освоения алюминиевого сырья (например, внедрения производства по заготовке базальтового щебня на бокситовом руднике) и новых свойств продуктов его переработки. Для успешной коммерциализации бокситов необходимо глубокое изучение бокситовых руд с привлечением современных методов минералогических исследований, вовлечение в переработку всего минерального вещества, расширение перечня извлекаемых полезных компонентов и продуктов с новыми свойствами.

В ходе полевых работ на Вежаю-Ворыквинском месторождении были изучены минеральные типы бокситов методами химического анализа, дифрактометрии, термографии, ИК и мёссбауэровской спектроскопии и др.

Для получения более полной характеристики минеральных агрегатов бокситов был проведен морфометрический анализ методами рентгеновского и синхротронного малоуглового рассеяния. Для эксперимента использовались пробы трех наиболее высокожелезистых типов бокситов Вежаю-Ворыквинского месторождения (бертьерин-бемитового, гематит-бертьерин-бемитового и гематит-бемитового) [2].

В случае рентгеновского малоуглового рассеяния (РМУР) съемка велась по методу Бонзе-Харта на базе дифрактометра ДРОН-УМ1. Данные синхротронного малоуглового рассеяния (СМУР) были получены в Курчатовском центре синхротронного излучения и нанотехнологий.

Метод мёссбауэровской спектроскопии дает уникальную возможность изучить фазовый состав (включая определение фазы наноразмерных зерен) и кристаллохимические особенности железосодержащих минералов в бокситах с привлечением информации других методов, как основы для расшифровки Мёссбауэровских спектров.

По количественному распределению в железосодержащих фазах серия изученных бокситовых проб разбивается на преимущественно оксидный, филосиликатный и смешанный оксидно-филосиликатный. Площади мёссбауэровских спектров хорошо коррелируют с содержаниями оксидов железа по данным химического анализа.

Тиманские железистые бокситы по кристаллохимии железа авторами работы [2] подразделяются на оксидно-оксигидроксидные с распределением железа между гематитом, гетитом и каоленитом в пропорции примерно 1:0.1:0.3 (гематит-бемитовый тип); оксидно-филосиликатно- оксигидроксидные, в которых железо распределяется между теми же минералами в пропорции 1:0.3:0.7 (гематит-бертьерин-бемитовый тип); филосиликатно- оксигидроксидные с железом, практически полностью связанным с бер-

тьерином (бертьерин-бемитовый тип). Полученные данные можно использовать для минимизации потерь алюминия, входящего в структуру железистых минералов при повышении эффективности технологических схем по переработке бокситов.

Интересен факт обнаружения золота и РЗЭ в бокситах Вежаю-Ворыквинского месторождения, что еще раз подчеркивает их комплексный характер и повышает промышленную привлекательность [3].

Разработан метод лазерной обработки каолинит-бёмитовых бокситов, в результате которой происходит перераспределение вещества с агломерацией титановых минералов и образованием новых фаз, доступных для извлечения классическими методами. Согласно статистической интерпретации данных микрозондового сканирования содержание титана увеличивается в среднем в 1.7 раза. Наблюдается кристаллизация новых фаз.

Переработка боксита в глинозем приводит к образованию значительного количества отходов – красного шлама (КШ), которые выводятся из процесса в виде пульпы и сливаются на хранение в шламохранилища, увеличивая стоимость основной продукции заводов. Всего данного продукта в России скопилось около 200 млн. т. Необходимы новые технология безотходной переработки сырья, которые позволили бы существенно повысить извлечение глинозема, получить богатые железом и титаном КШ.

Научно-исследовательские работы по изучению возможностей переработки КШ проводили в России и в других странах [4, 5]. В исследованиях рассматривалось два принципиальных подхода к переработке КШ — пиро и гидрометаллургический, а также их сочетания. В первом способе переработки КШ основным этапом после сушки является восстановительная электроплавка, или обжиг в шахтных печах, или печах кипящего слоя. Гидрометаллургический способ характеризуется существенно меньшими капитальными и эксплуатационными затратами, чем пирометаллургический. Здесь предусматриваются кислотные способы вскрытия минералов. Однако, оба процесса являются малонерентабельными.

Относительно низкозатратными являются обогатительные операции. Были изучены КШ с Николаевского и Уральского алюминиевых заводов. Производилась магнитная сепарация исходных шламов и шламов с дегидроксилированной поверхностью. Дегидроксилирование ОН-групп I рода с поверхности зерен красных шламов достигалось нагревом в течение 2 часов при 150 °С и при использовании ИК-спектрометра. Для доводки низкокачественных бокситов до пригодных к переработке методом Байера используются различные методы обогащения..

Изучено распределения минералов в продуктах обогащения. В конечном концентрате содержание железа общего колеблется от 46.3 % до 50.6 % . Увеличить эффективность разделения магнитными методами можно за счет направленного изменения поверхностных свойств разделяемых минералов (при нарушениии структуры гидроксильного покрова). Такой подход перспективен для частиц малых размеров. Исследовались образцы КШ Уральского алюминиевого завода. Производилась магнитная сепарация исходных шламов и шламов с дегидроксилированной поверхностью.

После разделения и дегидроксилирования ОН-групп I рода химический состав продуктов незначительно отличался друг от друга. Изменения произошли в выходе и минеральном составе дегидроксилированных продуктов. Так немагнитная фракция продукта с дегидроксилированной поверхностью увеличилась по сравнению с исходной на 22 %. Дифрактограммы исходных продуктов незначительно отличаются друг от друга, а в продуктах с модифицированной поверхностью происходит перераспределение в минеральном составе.

Полученные данные можно использовать при разработке и совершенствовании технологий освоения алюминиевого сырья.

Работа выполнена в рамках проектов 12-М-35-2055 и 14-5-ИП-50.

Литература

1. *Беляев В. В.* Белоцветные бокситы Тимана – уникальное сырье для производства технически ценных материалов // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2006. № 3. С. 2–7.

2. *Вахрушев А. В., Лютоев В. П., Силаев В. И.* Кристаллохимические особенности железистых минералов в бокситах Вежаю-Ворыквинского месторождения (Средний Тиман) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 10. С. 14–18.

3. *Вахрушев А. В.* Первая находка самородного золота и теллура в бокситах Вежаю-ворыквинского месторождения (Средний Тиман) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 7. С. 23–25.

4. *Смирнов Д. И., Молчанова Т. В., Водолазов Л. И., Пеганов В. И.* Методы переработки красных шламов // Цветные металлы. 2002. № 8. С. 64–69.

5. Wanchao Liu, Jiakuan Yang, Bo Xiao. Review on treatment and utilization of bauxite residues in China // Int. J. Miner. Process., 2009, 93. Pp. 220–231.

Направленное изменение свойств поверхности минералов титановых руд (на примере Пижемского месторождения)

А. В. Понарядов
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Пижемское месторождение считается одним из крупнейших в мире по запасам титановой руды. Для промышленного освоения выделены два основных вида сырья: титановые руды и кварцевые песчаники [1]. Палеороссыпи Пижмы вследствие преобладания в них сложных титановых (и не только) образований, наряду с главными рудными компонентами присутствуют другие металлы, форма нахождения которых может быть различная (изоморфная примесь, самостоятельные минеральные фазы) относят к труднообогатимым рудам. Кроме основных рудных концентратов, можно получить попутную нерудную продукцию, что повышает комплексность месторождения и, соответственно, инвестиционную привлекательность [2].

Работы по изучению обогатимости пижемских руд проводились в 1960-х гг. Уралмеханобром. Предложенная флотационная схема с последующим выщелачиванием в автоклаве позволяла получать концентраты с содержанием TiO_2 60.76 %. Химическая доводка этих концентратов позволила довести в них содержание двуокиси титана до 72.5 % [3].

В 1990-х гг. в ИГ Коми НЦ УрО РАН были проведены исследования технологических свойств руды Пижемского месторождения; в результате были разработаны принципиальная технологическая схема гравитационного обогащения [4] и способы направленного изменения физических свойств входящих в руду титановых минералов [5]. В частности, было установлено, что под воздействием g-облучения происходит увеличение магнитной восприимчивости титановых минералов содержащих железо более, чем в 4 раза. Установленные минералого-технологические особенности титановых минералов из россыпей указывают на перспективность использования физических методов обогащения.

В ОАО «Уралмеханобр» предложена «сухая технология» для обогащения титан-циркониевых россыпей. Обогащение построено на отличительных физических свойствах рудных минералов: наличии у ильменита магнитных свойств, которыми не обладает рутил, а у рутила — проводимости, которой не обладает циркон. Применение предложенной технологии позволяет значительно повысить экономическую эффективность освоения титан-циркониевых россыпей и одновременно значительно снизить экологическое воздействие на окружающую среду (www.umbr.ru). В ОАО «Гиредмет» разработана технология обогащения титан-циркониевых песков россыпных месторождений, включающая дезинтеграцию, классификацию и отмывку шламов, гравитационное обогащение песков, доводку чернового концентрата методами магнитной сепарации, гравитации и электрической сепарации (www.giredmet.ru).

Разработки сепараторов с сильными магнитными полями расширили возможности разделения слабомагнитных тонких полезных компонент, например, рутила и лейкоксена. Кроме того, величина магнитной восприимчивости минералов зависит от P, T – условий сепарации, причем эта зависимость усиливается в области тонких классов. Установлено, что объемные магнитные свойства тонкодисперсных оксидных минеральных систем отличаются от поверхностных и имеют сложный характер взаимосвязи, причем с увеличением числа адсорбированных молекул газовой фазы (и донорной, и акцепторной природы) величина магнитной восприимчивости имеет тенденцию к уменьшению [6]. Нарушение гидроксильного покрова в результате предварительной термической обработки позволяет повысить контрастность технологических (магнитных) свойств ильменита и лейкоксена, являющихся основными компонентами тонкодисперсной составляющей Пижемской титановой руды.

Работа выполнена при поддержке молодежного гранта Уральского отделения РАН (проект 14-5-ИП-52).

Литература

1. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2011 году. Государственный доклад.

2. *Голубева И. И., Котова О. Б., Рубцова С. А.* Титановые минералы современной прибрежно-морской россыпи о. Стрэдброук (Вост. Австралия) и Пижемской палеороссыпи Среднего Тимана (Россия) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2013. № 9. С. 24–28.

3. *Плякин А. М.* Россыпи Тимана. История изучения, месторождения, аннотированная хронобиблиография. Ухта: УГТУ, 2006. 148 с.

4. *Игнатьев В. Д., Бурцев И. Н.* Лейкоксен Тимана: минералогия и проблемы технологии. СПб.: Наука, 1997. 215 с.

5. *Остащенко Б. А., Котова О. Б., Забоев А. С.*

Направленное изменение физико-химических свойств минералов в процессах обогащения полезных ископаемых // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы IV Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар, 2004. Т. II. С. 225–227.

6. *Котова О. Б., Понарядов А. В., Тропников Е. М.* и др. Технологическая оценка минерального сырья Республики Коми. Сыктывкар: Геопринт, 2008. 24 с. (Отчетная серия № 3 (65).

Методы нелинейной динамики и химической синергетики в приложении к исследованию производственных процессов

Л. С. Кочева[1], А. П. Карманов[2]
[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]ИБ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Вода как минеральное сырье является важнейшим элементом большинства технологических процессов. В комплексе мероприятий по снижению антропогенного загрязнения природной среды лежит экологический мониторинг водной среды, основным элементом которого следует считать мониторинг сточных вод предприятий. Для совершенствования мероприятий по защите водной среды необходим математический анализ так называемых временных рядов, т.е. динамики состояния сточных вод на входе и выходе из очистных сооружений. Установление закономерностей изменения качества сточных вод в течение достаточно продолжительного периода позволит прогнозировать уровень загрязнения водной среды, что создаст дополнительные возможности по уменьшению рисков при принятии решений производственного характера.

В данной работе для анализа данных мониторинга сточных вод в виде временных рядов использовали аппарат фрактальной математики и химической синергетики с привлечением методов Паккарда и Грассберга-Прокачча. В качестве критерия загрязненности сточных вод был использован показатель ХПК (химическое потребление кислорода), который дает суммарное количество загрязняющих веществ, способных к окислению.

Для математического анализа использовали аналитические данные ежесуточных определений показателя ХПК ОАО «Монди СЛПК» за период май 1994 г. – май 1999 г. и за период май 2012 г. – ноябрь 2012 г. Места отбора проб: приемная камера (ПК) и пруд-аэратор (ПА). Длина первого ряда для приемной камеры (ПК-1) составляла 1825 точек, второго ряда (ПК-2) – 183 точек. Длины временных рядов для очищенных стоков составили: ПА-1 – 1795 точек и ПА-2 – 191 точек.

На рис. 1, а представлены данные мониторинга промышленных стоков за первый период наблюдений (1994–99 гг.), из которого следует, что анализируемые динамические переменные ПК-1 и ПА-1 демонстрируют достаточно сильные колебания–флуктуации. Какие-либо видимые закономерности, в том числе периодические, связанные с сезонными периодами, отсутствуют. Максимальное значение показателя ХПК неочищенных сточных вод достигало значений 3600 мгO_2/л, минимальное – 200 мгO_2/л. Колебания значений ХПК очищенных вод имеют, естественно, меньшую амплитуду: минимальное значение составляет 50 мгO_2/л, максимальное – не более 500 мг O_2/л. Корреляции между ежедневными отсчетами (аналитическими определениями) ХПК по существу отсутствуют. В то же время между величинами среднеквартальных значений ПК-1 и ПА-1 определенная взаимосвязь существует, причем выявляется некоторая тенденцию к росту степени загрязненности промышленных стоков данного предприятия в период 1997–99 гг.

На рис. 1, б представлены результаты определения показателя ХПК в 2012 г. Как видно из этого рисунка, уровень загрязненности сточных вод в приемной камере в 2012 г. заметно ниже, чем в 90-е годы; максимальные значения ХПК находятся на уровне 1500–1700 мгO_2/л. Очищенные воды (ПА–2) также характеризуются более низкими значениями показателя ХПК, чем в предшествующие годы.

Универсальным инструментом исследования стационарных динамических процессов естественного и техногенного происхождения являются методы нелинейной динамики, позволяющие идентифицировать и охарактеризовать динамические системы любого происхождения. В частности, с их помощью можно определить, яв-

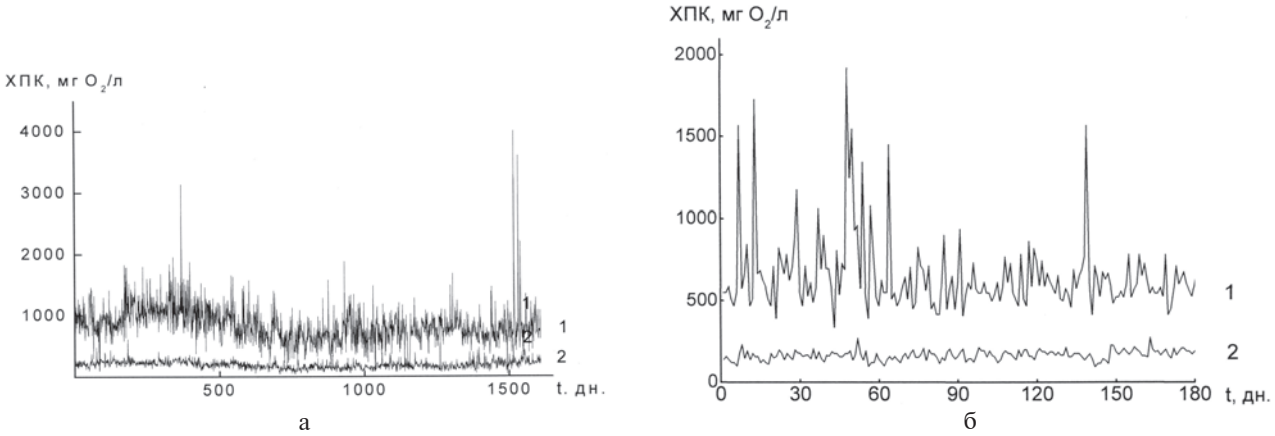


Рис. 1. Временная зависимость показателя ХПК сточных вод СЛПК за периоды: а) май 1994 г. – май 1999 г.: 1 – ПК-1, 2 – ПА-1; б) май-ноябрь 2012 г.: 1 – ПК-2, 2 – ПА-2

ляется ли исследуемый режим (или процесс) случайным или представляет собой детерминированный хаос, который можно описать на языке дифференциальных уравнений.

На рис. 2 представлен так называемый псевдофазовый портрет динамической системы, построенный в соответствие с методом временной сдвижки Паккарда по данным временного ряда ПК-1 (см. рис. 1, а).

Аналогичный вид имеет псевдофазовый портрет временного ряда ПА-1. Очевидно, что такого рода геометрические образы систем не отвечают представлениям о классических аттракторах, поэтому для выявления их природы использован метод Грассберга-Прокаччиа, в рамках которого используется интегральная корреляционная функция.

Как показали расчеты, интегральная корреляционная функция анализируемого режима является инвариантной мерой (выполняется принцип скейлинга), что позволяет определить корреляционную размерность d_c геометрических образов аттракторов (см. таблицу). Установлено, что величина размерности для серии ПК-1 в двумерном псевдофазовом пространстве составляет d_c =1,92 и 2.81 в трехмерном пространстве. Для временной серии ПА-1 – d_c =1,93 (при D=2) и d_c = 2.91 (при D=3).

Метод Грассберга–Прокаччиа позволяет также определить истинную размерность аттрактора (D_a) и размерность пространства, в котором «живет» данный аттрактор. Для этого были построены фазовые траектории процесса в пространствах все большей размерности (до 35), определены их размерности d_c (lnC(r) = d_c ln(r). Согласно расчетам, исследуемый процесс не относится к классу случайного шума. Оценка корреляционной размерности согласно теореме Таккенса дает для ряда ПК-1 размерность D_a =8,9, а для ряда ПА-1 – 8.8. Соответственно, размерность пространства, в котором функционируют оба аттрактора составляет число 9. Полученные данные показывают, что загрязненность сточных вод в терминах ХПК характеризуется как чрезвычайно сложная динамическая система с фрактальными свойствами, наличие которых подтверждается RS-анализом.

Оценка величины показателя Херста H для всех исследуемых временных рядов показала, что величина H для серии ПК-1 равна 0.88; практически такая же величина получена для временной серии ПА-1 – 0.90.

Полученные значения показателя H для всех четырех временных рядов укладывается в диапазон значений 0.5< H >1, характерный для детерминированных хаотическимх системам. Величины фрактальной и корреляционной размерности, приведенные в таблице, позволяют утверждать, что изучаемые временные последовательности характеризуется наличием внутреннего порядка, который определяется в настоящее время как фрактальный, а временная эволюция изучаемой системы представляет собой устойчивое динамическое состояние, называемое странным аттрактором. Поэтому в данном случае можно говорить об обнаружении явления

Скейлинговые индексы динамики изменения ХПК сточных вод

Временной ряд	Показатель Херста H	Фрактальная размерность, d_f	Корреляционная размерность псевдофазового портрета размерности, d_c	
ПК-1	0.876±0.019	1.12	1.92	2.81
ПА-1	0.894±0.016	1.11	1.93	2.91
ПК-2	0.698±0.016	1.30	–	–
ПА-2	0.773±0.017	1.25	–	–

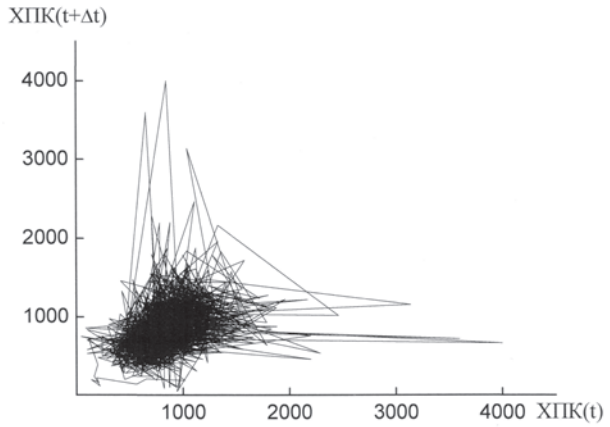


Рис. 2. Псевдофазовый портрет системы согласно ряда ПК-1

нелинейной динамической самоорганизации, так как в системе самопроизвольно устанавливается некий внутренний порядок фрактального типа.

На основе математического анализа данных мониторинга сточных вод можно заключить, что показатели Херста и скейлинговые индексы, т. е. размерности системы d_f и d_c до и после очистных сооружений, практически одинаковы. Это означает, что физико-химические процессы очистки сточных вод являются тривиальными и предсказуемыми, а сложность системы предопределяется сложным поведением производственной деятельности предприятия. Реконструкция математической модели системы по временным рядам, отслеживание изменения ее параметров и накопление массива аналитических данных позволят в перспективе предсказывать наступление аномальных режимов деятельности промышленных предприятий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект 12-М-45-2012).

Физическая модель взаимодействия лазерного излучения с дисперсными минеральными средами при использовании непрерывного силового источника лазерного излучения

Н. А. Леоненко
ИГД ДВО РАН, Хабаровск

В последнее время разрабатываются способы, основанные на энергетических воздействиях, таких как электрохимическое окисление, СВЧ-нагрев, облучение ускоренными электронами, а также мощными электромагнитными импульсами для извлечения ценных компонентов при комплексной переработке минерального сырья, в том числе золота и других благородных металлов [1]. Применение источников лазерного излучения для обработки минеральных сред, содержащих металлы, также представляет определенный научный интерес [2].

Перспективным направлением исследований в настоящий момент является терморадиационная обработка дисперсных минеральных сред, содержащих благородные металлы, лазерным излучением. Известно, что лазерное излучение позволяет обеспечивать высокие скорости локальных изменений температуры в облучаемой среде и градиенты температуры, как на локализованных участках поверхностей, так и по глубине проникновения излучения.

Золото обладает целым рядом уникально выгодных сочетаний физико-химических свойств по сравнению с силикатными и прочими минералами россыпных месторождений. Для него характерна достаточно высокая температура плавления и большая температура кипения. Совокупность этих свойств является хорошей предпосылкой для исследований воздействия лазерного излучения на золотосодержащие минеральные объекты. В связи с этим представляемое научное направление является достаточно актуальным.

Целью настоящей работы является моделирование теплового воздействия лазерного излучения на минеральные среды.

При использовании широкого спектра современных экспериментальных методик ранее проведены исследования воздействия лазерного излучения на минеральные среды, содержащие ультрадисперсное золото, не извлекаемое гравитационными методами. Определены основные закономерности лазерного воздействия на минеральные среды и процессов агломерации и концентрирования субмикронного золота. Установлено образование различных структур на поверхности золота.

После лазерной обработки в образцах происходит формирование обожженных сфероподобных агломератов из глинистых, алюмосиликатных частиц диаметром от 500 до 1500 мкм. Одновременно с этим регистрируется осаждение на них частиц сферической формы с размерами от 100 до 500 мкм, состоящих из чистого золота без примесей, т.е. в процессе лазерного воздействия происходит агломерация частиц расплавленного золота.

Таким образом, наблюдаемые при лазерном воздействии изменения формы, структуры и состава исходного золотосодержащего тяжелого концентрата позволяют получить относительно крупные частицы золота на алюмосиликатных спеках, пригодные для извлечения обычными гравитационными способами.

Эффективность лазерной агломерации ультрадисперсного золота во многом зависит от температурного распределения в облучаемом образце, которое, в свою очередь, определяется параметрами лазерного излучения.

Для решения задач, связанных с нахождением температурного поля, необходимо составить дифференциальное уравнение теплопроводности.

Под дифференциальным уравнением обычно понимают математическую зависимость, выражаемую дифференциальным уравнением между физическими величинами, характеризующими изучаемое явление, причем эти физические величины являются функциями пространства и времени.

Такое уравнение описывает протекание физического явления в любой точке тела в любой момент времени. Так и для описания температурных полей, возникающих в минеральных средах под действием лазерного излучения, применяется уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{pc}\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) = \alpha\nabla^2 \mathrm{T}, \quad (1)$$

где $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа,

$\alpha = \frac{\lambda}{c\rho}$ – коэффициент температуропроводности,

λ – коэффициент теплопроводности, c – удельная теплоемкость; ρ – плотность облучаемого материала.

Пусть удельная мощность (количество поглощаемого или выделяемого тепла в единицу времени и в единице объема тепла) лазерного источника будет равна w (Вт/м^3). Тогда количество тепла, выделяемого в элементарном объеме в единицу времени, будет равно ω $\partial x\ \partial y \partial z$; это количество тепла, чтобы сохранить равенство (1). После аналогичных преобразований дифференциальное уравнение теплопроводности с источниками тепла будет иметь вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha\nabla^2 \mathrm{T} + \frac{\omega}{c\rho} \quad (2)$$

В случае если радиус пятна нагрева на поверхности образца существенно больше толщины зоны лазерного воздействия, то при рассмотрении процессов распространения температурного поля в облучаемом веществе, можно ограничиться одномерным случаем уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho c} q(x,t), \quad (3)$$

где $q(x,t)$ – плотность поглощенного светового потока.

$$q(x,t) = \frac{P}{S} = \frac{W}{S\tau}, \quad (4)$$

где P – мощность лазерного излучения, W – энергия в импульсе, S – площадь пятна нагрева, t – длительность лазерного воздействия.

Длительность воздействия лазеров, работающих в непрерывном режиме, зависит от скорости сканирования n лазерного пучка по поверхности материала $\tau = \frac{2r}{v}$.

Таким образом, процесс агломерации описываем нелинейным уравнением теплопроводности в одномерном случае, учитывающим параметры лазерного излучения:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{Wv}{2\rho c S r}. \quad (5)$$

Для конкретизации задачи сформулируем условия однозначности, т.е. начальные и граничные условия.

Начальное условие определяется заданием закона распределения температуры внутри тела в начальный момент времени. В данном случае предполагаем, что до начала процесса облучения температура во всех точках среды одинакова и равна температуре окружающей среды T_0:

$$T(x, 0)=T_0=const. \quad (6)$$

В случае нестационарного температурного поля $(\partial T/\partial t \neq 0)$ необходимо при точной формулировке задачи применять граничные условия четвертого рода. С начала и в течении всего процесса обработки на поверхности материала функционирует тепловой источник круглой формы с удельной мощностью q, причем подводимая источником мощность полностью расходуется на нагрев тепла.

Таким образом, граничное условие уравнения теплопроводности:

$$\lambda\frac{\partial T}{\partial t}\Big|_{x=0} = q\,. \quad (7)$$

Аналитическое решение нестационарного уравнения теплопроводности (5) в одномерном случае с заданными начальным (6) и граничным

(7) условием будет иметь вид:

$$T(x,t) = \frac{q}{c\rho L}\left[1 + 2\sum_{n=1}^{x}\cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right)\exp\left(\frac{n^2\pi^2}{L^2}at\right)\right]. \quad (8)$$

На основании полученного распределения температурного поля (8) можно определить оптимальные режимы лазерного воздействия на исходные минеральные соединения и подобрать параметры лазерного излучения (длительность воздействия, энергия в импульсе, диаметр пучка, фокусное расстояние, время воздействия) для получения частиц золота максимального размера, что облегчает их последующее извлечение.

В результате математического моделирования предложено описание рассматриваемого процесса нелинейным уравнением теплопроводности в одномерном случае, учитывающим параметры лазерного излучения, т. е. время лазерного воздействия, интенсивность, диаметр расфокусировки излучения и теплофизические характеристики облучаемого материала.

Сформулированы начальные и граничные условия для нелинейного уравнения теплопроводности. Получено решение нестационарного уравнения теплопроводности в одномерном случае при заданных условиях однозначности.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 13-05-00586 и проекта ДВО РАН № 12-III-А-08-179

Литература

1. *Чантурия А. В.* Вскрытие упорных золотосодержащих руд при воздействии мощных электромагнитных импульсов / А. В. Чантурия, Ю. В. Гуляев, В. Д. Лунин и др. // ДАН. 1999. Т. 366. № 5. С. 680–683.

2. *Котова О. Б., Лезина О .М., Рубцова С. А., Рябков Ю. И.* Новые технологические решения рудоподготовки и извлечения ценных минералов // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 10. С. 32–34.

Переработка цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья

А. Н. Хатькова, К. К. Размахнин, В. Н. Емельянов
ЗабГУ, Чита

К настоящему времени проведено большое количество исследований, посвященных проблеме очистки отходящих газов от SO_2. Установлено, что одним из наиболее эффективных способов очистки отходящих газов металлургических и теплоэнергетических предприятий от диоксида серы является применение природных цеолитсодержащих пород [1]

В процессе многократного использования цеолитсодержащих пород (ЦСП) для улавливания диоксида серы, с течением времени, будет достигнут момент их нерегенеруемости. В этом случае ЦСП превратятся в отходы. Поэтому, для создания безотходной технологии сероочистки на предприятиях теплоэнергетического комплекса и металлургической промышленности необходима полная утилизация отработанных ЦСП.

Известно, что основным потенциальным потребителем отработанных ЦСП является цементная промышленность [1]. По нашему мнению, помимо цементной промышленности, отработанные ЦСП могут быть эффективно переработаны с целью получения из них оксида алюминия и аморфного кремнезема. Нами была разработана технология переработки ЦСП, использованных в фильтрах ТЭЦ-2 г. Читы с целью получения товарных продуктов (Al_2O_3 и аморфного кремнезема) с применением серной кислоты.

При проведении экспериментов использовались ЦСП Шивыртуйского месторождения, Бадинского месторождения и Холинского месторождения, среднее содержание Al_2O_3 в которых составляет соответственно: 13.61 %, 10.57 % и 12.21 %.

Исследования проводились с применением сернокислотной технологии [2, 3], позволяющей эффективно извлекать Al_2O_3 из ЦСП, выделять в отдельный продукт диоксид кремния с наименьшим при этом расходом кислоты и возможностью ее регенерации.

Экспериментально определено, что переработка ЦСП с применением серной кислоты является результатом их глубокого разложения и происходит с получением солей алюминия в виде $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $Al(NO_3)_3$, которые при термических превращениях переходят в глинозем. Схематично реакция кислотного разложения высококремнистых цеолитов может быть представлена следующим образом:

$$M^+_x[(A1O_2)_x{-}(SiO_2)_{n\text{-}x}]^{x\text{-}} + x(H_2O + H^+) \rightarrow$$
$$xM^+ + xAl^{3+} + (n\text{-}x)(SiO_2)2xH_2O \text{ [3].}$$

Переработка ЦСП производилась в вертикальном выщелачивателе с мешалкой. При этом

было изучено влияние различных факторов на эффективность выделения Al_2O_3 из ЦСП: температуры и продолжительности процесса, концентрациикислоты и крупности частиц.

Эксперименты проводились по стандартной методике, включающей дробление, обработку серной кислотой, отделение раствора. Для определения содержания алюминия в растворе использовался комплексонометрический метод, содержание оксидов калия и натрия определялось с применением плазменно-фотометрического и атомно-адсорбционного методов.

Влияние температуры на извлечение Al_2O_3 изучено в интервале температур от 20 до 98 °С при концентрации серной кислоты 50–70 %. С увеличением температуры от 20 до 98 °С происходит повышение извлечения Al_2O_3 в раствор с 34.2 до 98.7 % для ЦСП Шивыртуйского, с 28.8 до 97.3 % для ЦСП Бадинского месторождения и с 17.4 до 82.1 % для ЦСП Холинского месторождения. Величина температуры, при которой процесс идет наиболее эффективно, составляет 70 °С. Дальнейшее увеличение температуры нецелесообразно по причине незначительного повышенияизвлечения Al_2O_3. С повышением температуры процесса снижается содержание в осадке K_2O за счет повышения содержания Na_2O.

Зависимость эффективности извлечения Al_2O_3 от продолжительности обработки ЦСП серной кислотой изучали в интервале времени от 20 до 120 минут. С увеличением длительности процесса до 100 минут при температуре 70 °С извлечение Al_2O_3 в раствор возрастает с 35.2 до 99.1 % для ЦСП Шивыртуйского, с 29.7 до 98.7 % для ЦСП Бадинского месторождения и с 18.2 до 89.1 % для ЦСП Холинского месторождения. При дальнейшем увеличении продолжительности процесса извлечение Al_2O_3 изменяется незначительно. Для максимального извлечения Al_2O_3 в раствор достаточна обработка в течение 100 мин.



Схема комплексной переработки ЦСП Шивыртуйского, Бадинского и Холинского месторождений

При изучении влияния концентрации серной кислоты на эффективность процесса извлечения Al_2O_3 из ЦСП Шивыртуйского, Бадинского и Холинского месторождений неизменным фактором оставалась температура – 70 °С, а также продолжительность – 100 мин. Концентрация кислоты изменялась от 20 до 90 %. С ростом концентрации кислоты до 70–85 % степень извлечения Al_2O_3 в раствор возрастает, достигая максимального значения 99.2 % при переработке ЦСП Шивыртуйского месторождения, 98.7 % при ЦСП Бадинского месторождения и 94.2% при переработке ЦСП Холинского месторождения. Следует отметить, что при дальнейшем увеличении концентрации кислоты степень извлечения Al_2O_3 не изменяется, а в некоторых случаях даже снижается [2].

Влияние крупности частиц на извлечение Al_2O_3 изучалось после фракционного разделения ЦСП от 1 мм до 0.1 мм. В результате проведенных исследований установлено, что степень и скорость сернокислотной переработки ЦСП напрямую зависит от размера частиц. Максимальное извлечение Al_2O_3 при измельчении породы до 0.1 мм достигает 99.2 % при переработке ЦСП Шивыртуйского месторождения, 98.7 % при переработке ЦСП Бадинского месторождения и 89.3 % при переработке ЦСП Холинского месторождения.

На основании полученных экспериментальных данных была разработана схема комплексной переработки ЦСП с применением кислотного метода (см. рисунок), которая включает в себя последовательно следующие операции: измельчение до крупности –0.5+0.1 мм, кислотную обработку в выщелачивателе с мешалкой, фильтрование.

При переработкеЦСП серной кислотой практически полностью извлекается Al_2O_3. Нерастворимая в кислоте часть состоит из $SiO_2 \cdot 0.6H_2O$ – гидросиликагеля (чистого аморфного кремнезема), находящего широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Полученный при переработке кислотой раствор содержит в себе оксиды алюминия и железа, которые могут быть извлечены из него путем осаждения.

Необходимо отметить, что после переработки ЦСП кислотой необходима очистка растворов от железа, оксидов железа, кремнезема. Для проведения сорбционного метода разделения сернокислых соединений алюминия и железа можно рекомендовать ионообменники различных типов, катиониты, аниониты различной основности, аминокарбоксидные амофолиты и окисленные угли. Очистка сернокислых растворов от кремнезема может быть осуществлена пе-

ремешиванием в присутствии кремнеземистого остатка.

Для наиболее эффективного извлечения Al_2O_3 из раствора можно рекомендовать сушку растворов и дегидратацию сульфата алюминия в аппарате виброкипящего слоя.

Таким образом, исследование процесса переработки ЦСП, в том числе и не подлежащих регенерации после использования при очистке отходящих газов металлургических и теплоэнергетических предприятий, с применением серной кислоты показало, что эффективность извлечения Al_2O_3 зависит от температуры, продолжительности обработки, крупности частиц и концентрации кислоты,при этом происходит не только отщепление SiO_2, но и переходит в раствор большая часть оксида алюминия. При растворении ЦСП 70–85 %–ной серной кислотой, взятой в количестве 87–97 % от стехиометрического, при температуре 70 °С и продолжи-тельности 100 мин., получается хорошо фильтрующаяся масса, из которой после выщелачивания водой при т:ж=1:2, температуре 95 °С в продолжительности 25 мин. достигается высокий переход глино-зема и щелочей (92.2–99.2) % в раствор с минимальным содержанием в нем свободной серной кислоты.

Литература

1. *Смола В. И.* Поглощение двуокиси серы природными цеолитами. М.: Полиграф-сервис, 2009. 324 с.

2. Маматов Э. Д., Баротов Х. А., Рахимов М. А. и др. Сернокислотное разложение цеолитов // Доклады АН Республики Таджикистан. 2003. Т 46. № 1–2. С. 15–19.

3. *Котова О. Б., Шушков Д. А.* Анальцимсодержащие породы Тимана как потенциальный источник получения алюминиевого сырья // Значение исследований технологической минералогии в решении задач комплексного освоения минерального сырья. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 178–185.

Применение космических снимков и геоинформационной системы для изучения новейших тектонических движений Тимано–Печорской провинции

М. Г. Вахнин
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Анализ данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий для изучения новейших тектонических движений и влияния их на формирование и сохранность месторождений нефти и газа является перспективным направлением исследований. Космические снимки могут быть использованы в комплексе с геологическими, геохимическими и геофизическими данными, пространственно привязанными в геоинформационной системе. С использованием данных дистанционного зондирования дешифрируются новейшие разрывные нарушения, одним из проявлений которых являются линеаменты, которые позволяют выделять участки, перспективные для поиска месторождений нефти и газа [1].

Для изучения неотектонических процессов Тимано-Печорской провинции (ТПП) использовались данные дистанционного зондирования в виде мозаики космических снимков «Landsat» с пространственным разрешением до 15 м и дополнительно применялись топографические карты по данному району. По космическим снимкам были дешифрированы новейшие разрывные нарушения, одним из проявлений которых являются линеаменты. При описании линеаментов рассчитывались такие параметры, как плотность, средняя длина, изотропность и вычислялись розы-диаграммы простираний.

Дешифрирование изучаемой территории проводилось со следующей последовательностью:

— Сбор и анализ имеющейся геолого-геофизической информации. Изучение тектонического строения, природно-климатических условий и типичных форм рельефа.

— Дешифрирование космических снимков с использованием топокарт. Выделение структурно-индуцирующих показателей для прогнозируемых объектов осадочного чехла.

— Разбраковка морфоаномалий с учетом полевых работ, анализа рельефа.

— Построение карт дешифрирования с выделением зон и разломов с новейшей тектонической активностью.

Линеаменты, выделенные по космическим снимкам, данные по геологии и геофизические данные были объединены в геоинформационную систему для дальнейшей обработки и анализа.

Основные характеристики линеаментов нефтегазоносных областей

Нефтегазоносные области и район	Морфологические характеристики			
	Кол-во структур на 1000 км^2	Плотность линеаментов шт./100 км^2	Средняя длина (км)	Степень анизотропии
Тиманская	1.7	6.5	5.2	0.51
Малоземельско-Колгуевский	3.1	6.6	4.8	0.38
Ижма-Печорская	2.7	6.2	4.9	0.47
Печоро-Колвинская	6.5	9.4	4.2	0.62
Хорейверская	9.8	5.9	6.3	0.64
Варандей-Адзьвинская	5.5	12.5	4.7	0.65
Северо-Предуральская	1.9	6.5	5.2	0.38

Визуально определялись линеаменты с длиной от нескольких километров до нескольких десятков километров. Их можно отнести к категории локальных, сравнимых по порядку с размерами локальных структур. Оцифровка проводилась с использованием геоинформационной системы ArcGIS. Всего по изучаемой территории было выделено более 20 тыс. линеаментов различного порядка.

После выделения линеаментов, расчета их размеров, простираний и анализа структурного рисунка были составлены соответствующие таблицы длин и простираний линеаментов для нефтегазоносных областей (НГО) и всей территории Тимано-Печорского провинции. Также было рассчитано значение анизотропии, в качестве единицы измерения анизотропности распределения линеаментов использовалась их векторная сумма. Результаты обработки линеаментов сопоставлены с плотностью локальных структур по НГО (см. таблицу). Затем была рассчитана общая плотность и плотности линеаментов различного простирания, построены розы-диаграммы простираний и определена анизотропность распределения линеаментов по их векторной сумме. При изотропном (неупорядоченном) распределении линеаментов их векторная сумма равна нулю или близка к нему, а при анизотропном (упорядоченном) значительно отличается от нуля [2]. Определение значений анизотропии выделенных линеаментов для НГО базировалось на сравнении суммарных длин взаимно перпендикулярных систем линеаментов [3].

По результатам вычислений наибольшая плотность линеаментов отмечена для Печоро-Колвинской и Варандей-Адзьвинской нефтегазоносных областей (НГО), что свидетельствует о повышенной неотектонической активности данных районов. Преобладающее простирание линеаментов северо-западное и северо-восточное, это хорошо согласуется с планетарной трещиноватостью и вероятно обусловлено ротационным напряжением верхней оболочки Земли. Также наблюдается повышение плотности линеаментов вблизи глубинных разломов и на участках пересечения разломов.

В настоящее время значительное внимание уделяется изучению геологического строения и нефтегазоносности шельфа Печорского моря. Одним из таких объектов является о. Колгуев, приуроченный к Малоземельско-Колгуевскому нефтегазоносному району ТПП и входящий в структуру платформенного чехла Печорской плиты [4]. С использованием данных дистанционного зондирования проанализирована неотектоническая активность данного района. Была построена цифровая модель рельефа с применением данных по высотным отметкам топокарт масштаба 1:200000 и с привлечением данных космических снимков «Landsat» и «Aster». Путем анализа космических снимков «Landsat», различных по времени, отмечена разная динамика форм и размеров озер для западной и восточной частей острова. Через юго-восток на северо-запад острова проходит разлом, хорошо прослеживаемый данными сейморазведки. Данный разлом влияет на различные неотектонические процессы на острове и прослеживается в виде регионального линеамента по данным дистанционного зондирования. Роз-Диаграммы распределения простираний линеаментов показывают в северо-западном и субширотном направлениях доминирующее распределение линеаментов, которые указывают на вектор неотектонических напряжений [5]. Различное неотектоническое поведение западной и восточной частей острова могло оказать влияние на распределение залежей углеводородов. Открытые месторождения нефти и газа сосредоточены в восточной части о. Колгуев.

Применение методов геоинфрмационного анализа с использованием космических снимков для анализа новейших тектонических движений Тимано-Печорской провинции позволяет выделить новейшие разрывные нарушения, сопоставлять полученные данные по материалам дистанционного зондирования с геолого-геофизическими данными, последить связь с разломами и зонами нефтегазонакопления.

Литература

1. *Башилов В. И., Богородский С. М., Козлов В. В.* Комплексное использование данных аэро-

космических и геофизических исследований при поисках месторождений нефти и газа // Геотектоника Европейского Северо-Востока СССР: Тр. X Геол. конф. Коми АССР. Сыктывкар, 1988. С. 78–80.

2. *Ульмасвай Ф. С., Налимова Н. А., Добрынина С. А.* Локальная геодинамика северного Сахалина по результатам анализа линеаментов // ДАН, 2006. Т. 409, N 6. С. 793–794.

3. *Кукушкин Д. А., Ян Г. Х.* Некоторые вопросы методики анализа линеаментов (по данным дешифрирования космических снимков) // Исследования Земли из космоса. 1983. № 1. С. 51–56.

4. *Ференс-Сороцкий А. А.* Геоморфология и новейшая тектоника острова Колгуев. Геоморфология. 1982, № 2. С. 90–95.

5. *Вахнин М. Г.* Перспективы нефтегазоносности западной части Печорского моря на примере о. Колгуев и прилегающих его акваторий // Геология морей и океанов: Материалы XIX Международной научной конференции (школы) по морской геологии. Т. II. М. 2011. С. 31–34.

Компьютерные технологии в интерпретации геофизических данных

О. М. Вельтистова, Е. Н. Мотрюк, А. И. Кобрунов
Ухтинский государственный технический университет,Ухта

Эффективность геологоразведочных работ напрямую связана суровнем интерпретационных возможностей, повышение которого может быть достигнуто засчет комплексной интерпретации геолого-геофизических данных. Развитие математических методов и компьютерных технологий позволяет совершенствовать методы моделирования геолого-геофизической среды. В настоящее время существует много информационных и моделирующих систем, технологий, автоматизирующих и поддерживающих процессы обработки и интерпретации данных геофизических исследований, построения геологических моделей среды, позволяющих решать поисковые задачи и изучать сложно-построенные тектонические территории[1].

Однако, в отдельных технологиях совместный анализ геолого-геофизической информации сводится, в основном, к их качественному описанию, сопровождающемуся процедурами фильтрации, применению вероятно-статистических методов и методов распознавания образов для формирования заключений о характере распределения вероятных источников и установления общих закономерностей о строении изучаемого объекта[2]. Наиболее распространенные, базирующиеся на различных математических способах и методах решения геологических задач и часто применяемые на практике, являются программные комплексы: КОСКАД3D, СИГМА 3D, VECTOR[3].

Авторы программного комплекса КОСКАД 3D — А. В. Петров, А. А. Никитин (РГГУ г. Москва). В основе функционального наполнения технологии лежат работы Г. А. Тархова, А. А. Никитина, В. И. Аронова, С. А. Серкерова, Д. А. Родионова, Г. В. Демуры, О. А. Демидовича и др., в которых впервые был обозначен спектр оригинальных геологических задач, решаемых с помощью вероятностно-статистических методов. Анализ описанных в этих работах методов и результатов, полученных с помощью их первых программных реализаций, позволил разработать эффективную схему обработки геолого-геофизических наблюдений методами вероятностно-статистического подхода.В технологии КОСКАД 3D выработаны и отлажены методико-технологические сценарии обработки и интерпретации геолого-геофизической информации, базирующиеся на оценке и анализе статистических, градиентных и спектрально-корреляционных характеристиках геополей, методах линейной оптимальной фильтрации, способах обнаружения слабых аномалий, алгоритмах классификации и распознавания.

Программный пакет СИГМА 3D (авторы – П. С. Бабаянц, Ю. И. Блох, А. А.Трусов) предназначен для содержательной интерпретации гравимагнитных данных при решении задач геологического картирования, поисков месторождений углеводородов и твердых полезных ископаемых. Отличительной особенностью используемых технологий является сохранение работоспособности при полном отсутствии априорной информации. Пакет содержит следующие программы: ROMGAS — для оценки морфологии субгоризонтальных границ раздела; REIST — для автоматизированного моделирования гравитационного и магнитного полей; DVOP — для вычисления объемного распределения эффективной плотности и эффективной намагниченности; QUASI — для количественной оценки характеристик выбранных пользователем изолированных аномалии; IGLA — для интерактивной количественной экспресс-интерпретации локальных магнитных и гравитационных аномалий и т. д. Программы основаны на определении координат особых точек функций, описывающих магнитные и гравитационные аномалии, по амплитудному спектру, вычисляемому в скользящем окне; вычислению

трансформант потенциальных полей; геологическом редуцировании и т. д.

В созданной под руководством В. М. Новоселицкого (Горный институт УрО РАН) системе VECTOR реализован метод обработки и интерпретации потенциальных полей, основанный на трансформациях векторов полного горизонтального градиента. Векторная трансформация и сканирование поля векторов с процедурой их последующего интегрирования (восстановления поля) позволяют провести детальное разделение источников аномалий в плане и по глубине с привязкой каждого источника к шкале эффективных глубин. Результатом таких трансформаций является модель строения геологической среды, адекватная наблюденному полю. Решаются актуальные задачи, связанные с интерпретацией данных гравиразведки и магниторазведки, базирующиеся на аппроксимации пространственных распределений дискретных параметров различными приближающими функциями – истокоообразными, тригонометрическими и вейвлетами. В системе VECTOR предусматривается решение прямой задачи гравиразведки в рамках принципа контактных поверхностей, а также решение трехмерной нелинейной обратной задачи гравиметрии монтажным методом.

Однако, используемые методы и технологии компьютерной обработки и интерпретации геофизических данных, приведенные выше, не обеспечивают контроль достоверности построений, который заложен в методах инверсии.

Особенностью постановок задач инверсии служит то, что вся имеющаяся априорная информация о физико-геологической модели среды выражается в виде интегрированных критериев оптимальности, отражающих информацию о параметрах модели и ее связи с другими содержательными моделями.

В лаборатории математического моделирования УГТУ под руководством А. И. Кобрунова разработана методика сейсмогравитационного моделирования с использованием совместного анализа геолого-геофизических данных на основе решения задач инверсии геофизических полей, для проведения объемного структурно-плотностного моделирования сложнопостроенных геологических сред и обеспечивающая возможность уточнения их строения.

В качестве технологической базы были приняты: автоматизированная система профильной комплексной интерпретации грависейсмических данных GCIS; программный редактор геолого-геофизических моделей среды GeoVIP, предназначенный для интерпретации результатов геофизических исследований, построение моделей среды и поддержки их актуальности за счёт взаимной увязки данных и их корректировки на основе оптимальных решений обратной задачи. В настоящее время разработаны и успешно проходят апробацию программные модули PlayGround, и EvDynInversion.

Модуль PlayGround предназначен для построения нулевого приближения двумерных структурно-плотностных моделей. Начальные данные: графическое представление результатов различных исследований. Содержит экспресс-конструктор структурной модели:- моделирование структуры геологического разреза, экспресс-конструктор плотностной модели - аппроксимацию плотностных неоднородностей набором элементарных тел. Предусматривается решение прямой задачи гравиразведки, оценку невязки вычисленного и наблюдённого гравитационного эффекта, экспорт результатов обработки.

Программный модуль EvDynInversion предназначен для решения обратных двумерных задач гравиразведки на основе объединенного критериального и эволюционно-динамического принципа оптимальности. Алгоритм представляет собой итерационную схему решения обратной задачи с применением уравнений движения материи в качестве составляющей критерия оптимальности. На первом этапе выполняется компенсация невязки за счет сдвиговых деформаций. На втором этапе невязка компенсируется за счет дивергенции. Модели, полученные в результате работы модуля, удовлетворяют наблюденным потенциальным полям и соответствуют заложенным в процесс решения геодинамическим характеристикам.

Отличием и главным преимуществом разработанных программных модулей от вышеизложенных является то, что они основаны на критериальном и эволюционно-динамическом подходе в решении задач инверсии, что позволяет максимально учитывать априорную информацию. Предлагаемые программные модули постоянно совершенствуются и достаточно универсальны и могут быть использованы для решения различных геологических задач.

Литература

1. *Куделин С. Г.* Разработка информационной модели и интегрированной среды построения сбалансированных физико-геологических моделей месторождений нефти и газа: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ухта, 2012. 24 с.

2. *Кобрунов А. И.* Математические основы системного анализа геолого-геофизических данных // Геофизический журнал. 2012. № 3. С. 22–31.

3. *Вельтистова О. М., Мотрюк Е. Н.* Современные отечественные программные комплексы интерпретации гравимагнитных данных / Известия Коми научного центра УрО РАН. № 3 (15). 2013. С. 70–80.

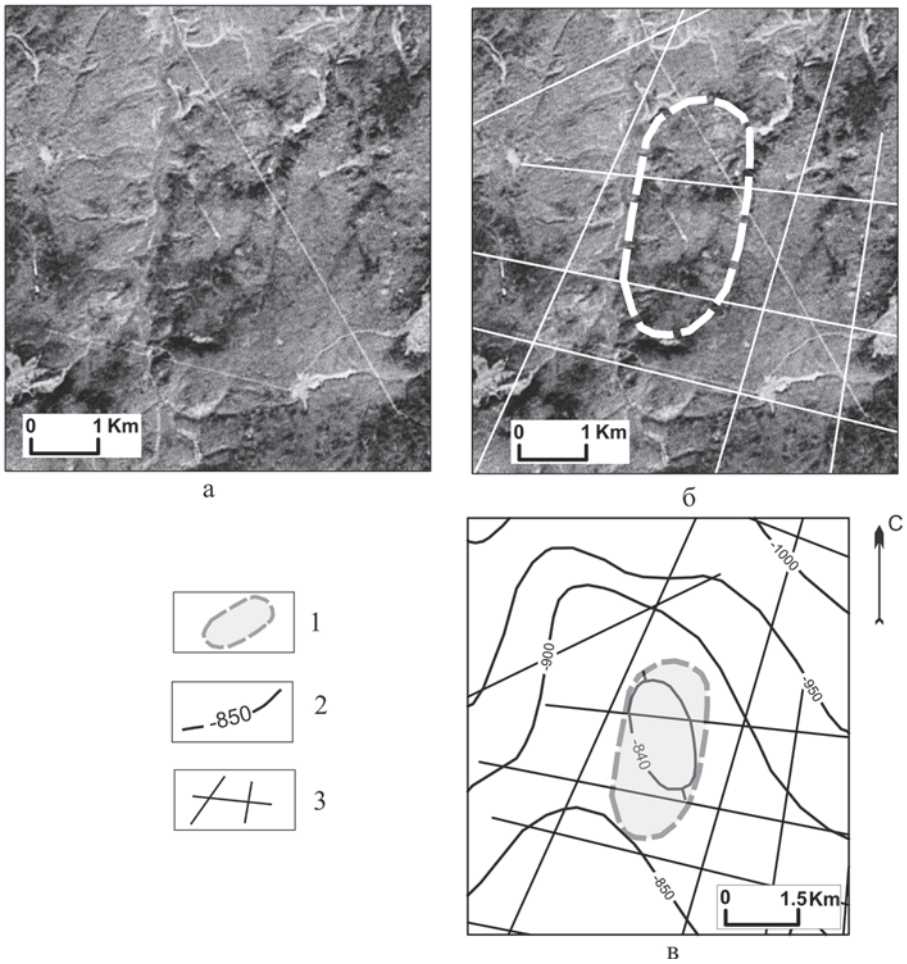
Геологическая интерпретация данных дистанционного зондирования в практике нефтегазопоисковых работ

И. С. Котик
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

В настоящее время методы дистанционного (космического) зондирования являются одними из самых динамически развивающихся и высокотехнологичных областей. Современные космические съемки обеспечивают как любой масштаб снимков с разрешением до 0.5 м, так и съемку в различных спектральных диапазонах (видимом, инфракрасном, радиоволновом). Дистанционные материалы, характеризующиеся высокой плотностью исходной информации и непрерывным полем спектральных данных, значительно расширили область своего применения на разведочном и эксплуатационном этапах работ не нефть и газ.

В комплексе поисковых работ структурная интерпретация дистанционных материалов позволяет картировать локальные структуры и осложняющие их разрывные нарушения, и использовать эту информацию перед проведением детальных сейсморазведочных работ. Выявление структурных форм осадочного чехла осуществляется через анализ дешифровочных и ландшафтных признаков, совокупность которых, отражает проекцию пликативных и дизъюнктивных элементов на земной поверхности (см. рисунок). Более эффективной при структурном анализе является радиолокационная съемка, которая за счет проникающей способности позволяет снимать маскирующее воздействие растительного покрова [1].

Методика структурного дешифрирования была апробирована в различных нефтегазоносных провинциях России и показала свою геологическую эффективность. Об этом свидетельствуют высокие показатели сходимости прогнозируемых



Результаты дешифрирования на Пасаельской структуре (Омра-Сойвинская ступень):
а — космический снимок; б — космический снимок с результатами дешифрирования; в — структурная карта по подошве доманиковых отложений: 1 — контур структуры по данным дешифрирования космоснимков; 2 — изогипсы (м); 3 — сейсморазведочные профили

Оценка результативности космоструктурных исследований в различных нефтегазоносных провинциях (по данным Д. М. Трофимова [2] с изменениями и дополнениями)

Нефтегазоносная провинция	Региональные структуры	Подтверждаемость прогнозируемых структур сейсморазведочными работами, %
Западно-Сибирская	Гыданский свод	85
	Салымский свод	92
Тимано-Печорская	Хорейверская впадина	65
	Омра-Сойвинская ступень	70
	Ухта-Ижемский вал	60
Волго-Уральская	Бузулукская впадина	85
	Мелекесская впадина	55

локальных структур с результатами сейсморазведочных работ (см. таблицу). Например, для Тимано-Печорской провинции подтверждаемость результатов дешифрирования составляет 60—70%.

В настоящее время перспективные для нефтегазопоисковых работ территории разделены на лицензионные участки, пользование которыми, ограничено жесткими временными рамками (5 лет). При использовании материалов космических съемок в комплексе с другими имеющимися геолого-геофизическими данными уже на первых этапах, в камеральных условиях, возможно выявление поисковых объектов. С учетом этих данных дальнейшее проектирование и проведение поисковых работ позволит сконцентрировать область исследований и более рационально наметить объемы сейсморазведочных работ, что в конечном итоге оптимизирует (геологически и экономически) весь геологоразведочный процесс.

Литература

1. *Трофимов Д. М., Никольский Д. Б., Захаров А. И.* Возможности и результаты практического использования спутниковой радиолокационной съемки и интерферометрии при геологоразведочных работах на нефть и газ // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2009. № 1. С 25—28.

2. *Трофимов Д. М.* Эволюция космических методов, результаты использования в нефтегазопоисковых работах за период 1987—2007 гг. и потенциальные возможности в будущем // Геоматика, 2009. № 1. С. 7—16.

Проблемы статистической обработки и интерпретации системы замкнутых (процентных) величин

Ю. А. Ткачев
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Среди разнообразных измерений и анализов, используемых в геологических исследованиях, выделяется особый класс – анализы состава горных пород, минералов и руд полезных ископаемых. Если для других измерений разработаны и широко применяются многочисленные методы статистической обработки, завершающиеся количественной проверкой гипотез о геологических объектах и процессах, то для обработки состава применяются те же методы, которые, как выяснилось, вносят в результаты обработки математические артефакты, зачастую абсурдные с содержательной точки зрения.

Вводя в математическую статистику меру зависимости между случайными величинами – коэффициент корреляции, К. Пирсон отметил [4], что его применение к процентным величинам не корректно, так как процентный пересчет вносит в него радикальные искажения вплоть до перемены знака на противоположный. С тех пор сотни исследователей больше столетия ищут поправку к коэффициенту корреляции, а еще большее их число игнорируют предостережение К. Пирсона и множат ошибочные утверждения о явлениях и процессах, якобы порождающих корреляцию между компонентами процентной системы.

Нас заинтересовал вопрос, так ли велики искажения коэффициентов корреляции при пересчете данных на проценты, чтобы обращать на это внимание, и какие ещё параметры процентных величин искажаются. Для этого мы воспользовались мощным исследовательским методом – компьютерным моделированием.

Каждой открытой (незамкнутой) системе соответствует единственная легко получаемая процентированием замкнутая система, чем мы и воспользовались. Результаты оказались поразительными. Они заключаются в следующем.

1. Коэффициент корреляции. Он не просто несколько изменяется в ту или иную, в основном

в меньшую сторону, а принципиально меняет картину зависимости между компонентами. Например, при моделировании трехкомпонентной системы с независимыми компонентами получаем близкие к нулю коэффициенты:

Между малыми компонентами *r* искажается меньше, а между очень малыми почти не искажается. Многочисленные повторы с разными математическими ожиданиями компонентов и их средними квадратическими отклонениями убедительно свидетельствуют о том, что получаемые значения *r* не имеют никакого отношения к содержательной (геохимической, петрографической, литологической) стороне вопроса, а связаны исключительно с процентированием.

2. Функция распределения. Процентные величины бывают только положительными. Поэтому для открытой системы для каждого компонента мы моделировали совокупность положительных величин, распределенных симметрично. Это удалось, хотя и оказалось непростым делом. Контрольные построения гистограмм показали, что во всех вариантах моделирования исходные данные были положительными и симметрично распределенными.

Результаты процентирования показали, что распределения всех компонентов оказались асимметричными. Компоненты, содержания которых оказались меньше 50 %, приобрели правую асимметрию, если больше 50 % – левую асимметрию. Лишь те компоненты, среднее которых было около 50 %, оказались симметричными. Никакие из распределений, строго говоря, не подчинялись ни нормальному, ни логнормальному закону. Имел место особый закон распределения процентных величин, теорию которого еще предстоит разработать.

Всем геохимикам, минералогам и петрографам давно известен феномен, что распределения малых элементов по данным анализов состава обнаруживают правую асимметрию. На эту тему написано немало статей и предложено много геологических моделей формирования такого распределения. Наши эксперименты показали, что единственной причиной является процентный пересчет.

Эксцесс распределения процентных данных почти всегда становится больше единицы.

3. Среднее квадратическое отклонение. Прежде чем сравнивать средние значения и их средние квадратические отклонения компонентов открытых (незамкнутых) и замкнутых систем, требуется обсудить *масштаб* системы. В замкнутой системе наиболее употребительной единицей измерения служит процент, сумма которых составляет сто. Примем масштаб такой системы за единицу. Открытую систему, которая при процентном пересчете дает результат такой же по всем показателям, как и заданная нам замкнутая система, назовем открытой, *соответствующей* нашей замкнутой. В соответствующей открытой системе все количественные соотношения компонентов друг с другом равны таковым в закрытой системе. При этом подразумеваются неравные в открытой и закрытой системах отношения одноименных компонентов в разных пробах, т. е.

$$y_{i,j} / y_{t,j} = x_{i,j} / x_{t,j},$$

где *i, t* — номер пробы $i \neq t$, *j* — номера компонентов, а также равное число компонентов и равное число проб.

Если значения всех компонентов во всех пробах умножить или разделить на одно и то же число, то получится другая система, также соответствующая нашей замкнутой, но другого масштаба. Сравнивать средние и дисперсии компонентов в соответствующих системах но разного масштаба бессмысленно. Чтобы в этом был смысл необходимо в нашей исходной открытой соответствующей системе подобрать множитель для компонентов так, чтобы сумма их математических ожиданий была равна 100. При моделировании мы так и делали.

Моделированием установлено, что в соответствующих системах одного масштаба средние значения максимальных компонентов уменьшаются. В еще большей степени уменьшаются их средние квадратические отклонения.

Таким образом многократное и разнообразное компьютерное моделирование показало несостоятельность результатов, полученных при обработке процентных данных. Они требуют критического пересмотра. Однако существуют ли реальные или виртуальные открытые системы, соответствующие замкнутым, и имеется ли возможность их воссоздать.

4. Ложна ли ложная корреляция. Существуют открытые (незамкнутые) системы, заключающие *n* измерений *k* признаков, возможно разной природы, сумма значений которых ничего не обозначает. Например, в угольных включениях в горных породах измеряют отражательную способность, твердость, анизотропность, выход летучих. Никакого смысла не имеет их сумма и она ничем не ограничена. Никому не придет в голову пересчитывать на проценты к 100 значения измеренных величин.

Существуют первичные открытые системы, например геологические разрезы (литологические колонки), в которых измеряются мощность (толщины) выделенных литотипов (конгломератов песчаников, алевролитов, сергиллитов, известняков) мощности имеют одну размерность – длину, и их можно суммировать. Но сумма мощностей в каждом разрезе не ограничена, хотя име-

ет смысл – общая мощность разреза. Можно подсчитывать и сопоставлять мощности литотипов средние квадратические отклонения мощностей каждого литотипа между разрезами. Можно изучать зависимость между мощностями разных пар литотипов и установить, например, что мощности конгломератов и песчаников сильно коррелируют положительно, а конгломератов и известняков – отрицательно.

Можно пересчитать мощности в процентах к общей мощности каждого разреза, т. е. перейти к замкнутой системе, в которой корреляция между конгломератами и песчаниками окажется отрицательной, ибо эта пара литотипов составляет большую часть каждого разреза. Здесь проявляются все упомянутые выше искажения, характерные для пересчета открытой системы в замкнутую. Такие системы хороши в исследовательских методических целях для осмысления свойств процентирования [1].

Существуют первично замкнутые *системы, которые с самого начала имеют процентный вид. Это результаты* анализов состава. При всей очевидности искажений параметров этих систем найти «соответствующие» им незамкнутые системы не удается. Нами не обнаружено даже теоретического примера физически осуществимой такой системы. Здесь мы приведем такой мысленный пример.

Представим себе *n* емкостей (по числу проб) неограниченного размера, в которые насыпают порции зерен *k* разных пород, чтобы в каждом сосуде были представлены все породы, хотя бы в нулевом количестве. Взвесив в каждом сосуде все породы зёрен, получим полноценную незамкнутую систему. К такой схеме можно свести на наш взгляд все процессы осадконакопления. Затем из каждого сосуда отобрали представительные пробы и в них установили процентное содержание наших пород. Аналогия с геологией вполне допустимая. Нам бы хотелось узнать, сколько каких пород принесли в каждый сосуд, имеется ли зависимость между приносимым количеством *i*-той и *j*-той породы, а также другие параметры процесса.

Совершенно очевидно, что процентное содержание типов пород в пробах приведет к иным результатам, имеющим лишь косвенное отношение к описанной модели. Можно ли считать эти результаты искаженными. И да, и нет. Да, если нас интересует процесс образования нашей системы. Нет, если мы обогатители и чтобы оптимально настроить обогащение, нас в нашей закрытой интересует только состав. Отрицательная корреляция между основными компонентами для нас в этом случае истина, по которому мы настраиваем *наш* процесс.

Таблица 1

Изменение коэффициентов корреляции при процентном пересчете трехкомпонентной открытой (незамкнутой) системы. Верхний треугольник – в незамкнутой системе, нижний – в замкнутой (жирным)

Компоненты			Коэффициенты корреляции с компонентами		
№	среднее	скво	1	2	3
1	60.0	5.0		0.036	–0.046
2	30.0	5.0	**–0.888**		–0.137
3	10.0	1.0	**–0.491**	**0.038**	

Таким образом, необходимы и результаты замкнутой системы, и соответствующей ей открытой. Они обе дают правильные ответы, но ответы на разные вопросы. Для геологов параметры состава всего лишь косвенный ключ к параметрам геологического процесса. Для горняков параметры состава непосредственно то, что им надо.

5. Отношения компонентов, модули. Из формулы процентного пересчета почти очевидно вытекает, что отношения (соотношения) компонентов не изменяются при переходе от открытой системы к закрытой и, соответственно, от закрытой к открытой (если бы мы могли это делать!). Не изменяется функция также функция распределения отношений и её параметра. Уточним, что речь идет об отношениях компонентов в пределах каждой пробы; отношения компонентов от пробы к пробе меняются. Не меняются отношения не только отдельных компонентов, но и сумм некоторых из них как в числителе так и в знаменателе, так как сумму каких-либо компонентов можно считать компонентом.

Это позволяет решать с помощью отношений многочисленные задачи, не беспокоясь за искажения. Такие отношения называют модулями. Их содержательному анализу посвящено большое число работ, среди которых нельзя не упомянуть фундаментальные монографии Я. Э. Юдовича и М. П. Кетрис [2,3]. Однако мы не встречали работ по формально-математической характеристике модулей, в частности, что они инвариантны при процентных пересчетах.

6. Пути поисков открытой системы, соответствующей данной закрытой. Надежный и простой путь заключается в том, что все компоненты во всех пробах делятся на содержание компонента – константу открытой системы. Но, во-первых, случаев, чтобы какой-нибудь компонент был в системе постоянным, крайне редки и, во-вторых, опознать этот случай трудно, так как при процентировании эта константа перестает быть константой.

Поэтому предлагается в каждую пробу перед анализом вводить равное количество компонента, которого в пробах заведомо нет. Процедура эта проста, аналитикам привычна: они часто

Таблица 2

Приближенное восстановление коэффициентов корреляции незамкнутой системы по их значениям в замкнутой системе методом её дополнения квазипостоянным компонентом (n = 100, модуль = 5)

Номер модели	Коэффициенты корреляции в замкнутой системе			Коэффициенты корреляции в незамкнутой системе		
	r_{12}	r_{13}	r_{23}	r_{12}	r_{13}	r_{23}
1	–0.964	0.312	0.735	–0.092	0.071	–0.052
2	–0.943	0.145	–0.465	–0.092	0.062	–0.036
3	–0.958	0.047	0.0599	–0.093	0.045	–0.021
4	–0.943	0.054	0.661	0.093	0.054	–0.025
5	0.127	–0.150	–0.017	0.093	0.069	–0.043
6	–0.940	–0.013	0.672	0.094	0.049	–0.018
7	–0.959	0.206	0.672	–0.092	0.063	–0.041

это делают, вводя так называемый внутренний стандарт. В этом методе равной добавки мы уверенны, какой компонент был добавлен, и в каком количестве (кстати, это не важно). Тем самым проблема искажений процентированием будет решена во всех случаях жизни.

Можно воспользоваться упрощенным приближенным вариантом, в котором добавки реально не вводятся в пробу, а их значения вписываются в результаты анализа пропорционально значениям самого малого компонента, деленным на произвольное постоянное число – модуль. Исследование этого метода продолжается.

Литература

1. *Ткачев Ю. А.* Проблема процентных величин в минералогии, петрографии и геохимии/ Сыктывкар: Геопринт, 1999. 27 с.

2. *Юдович Я. Э.* Геохимия ископаемых углей. Л.: Наука, 1978. 264 с.

3. *Юдович Я. Э., Кетрис М. П.* Основы литихимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

4. *Pearson K.* Mathematical Contributions of the Theory of Evolution. On a Form of Spurious Correlatious which may arise when Indices are used in the Measurement of Organs/ Proceedings of the Royal Society of London, 1896–1897. Vol. LX, 489–502.

Практика применения инфотехнологических сервисов в геологоразведочной деятельности

Т. В. Хозяинова, М. П. Заварина, Д. Л.Овчаров
ООО «ТП НИЦ», Ухта

Геологоразведочная деятельность, одним из существенных результатов которой является получение геолого-геофизической информации о величине, качестве и размещении в недрах скоплений минерального и УВ сырья, требует организации разноплановой информационной инфраструктуры. Объем задач сервисного инфотехнологического подразделения научно-исследовательского геологоразведочного предприятия естественно расширяется с ростом вычислительных возможностей компьютеров и функциональных возможностей информационных систем. Это происходит по нескольким причинам: 1) из-за выделения в существующих экспертных задачах увеличивающегося со временем сегмента, доступного для автоматизированного решения; 2) в силу появления не ставившихся ранее задач, решение которых стало возможным; 3) за счет возрастающей потребности в структурированном хранении. Научная составляющая деятельности такого предприятия, определяет необходимость ведения его ИТ-подразделением проектных работ, что предполагает вовлечение практически во все виды процессов жизненного цикла согласно ISO/IEC 12207. Инфотехнологическая составляющая деятельности в ООО «ТП НИЦ» организована с учетом этого фактора.

Для демонстрации инфотехнологических сервисов, нацеленных на повышение эффективности решения задач организации, выделены задачи, относящиеся к разным группам процессов жизненного цикла: цифровая картография (процессы проекта, технические процессы), проектирование, разработка и сопровождение информационных систем (процессы реализации программных средств), использование и интеграция информационных систем (процессы поддержки программных средств, технические процессы, процессы повторного использования программных средств).

Цифровая картография. На постоянной основе в ООО «ТП НИЦ» ведется разработка региональных, зональных и локальных геоинформационных проектов (ГИС-проектов). Среди основ-

ных созданных региональных ГИС-проектов можно выделить следующие группы проектов: 1) карта нефтегазогеологического и тектонического районирования ТПП; 2) карта фонда структур, месторождений и лицензионных участков по всей территории ТПП; 3) структурные карты основных нефтегазоносных комплексов; 4) литолого-фациальные карты; 5) карты развития природных резервуаров. Охват территории и информационное наполнение позволяет классифицировать перечисленные проекты как крупные. Их постоянное уточнение, а также создание новых проектов возможно только за счет качественной организации проектной деятельности. Адаптированный к данному виду работ жизненный цикл проекта, применяемый в ТП НИЦ, представлен следующими фазами.

1. Фаза инициализации: постановка задачи ответственным исполнителем работ.

2. Фаза планирования: планирование ресурсов (прежде всего временных и кадровых), в т. ч. подбор материалов, в ходе которого анализируются наборы требующихся и доступных исходных данных, формируется базовый набор данных для проекта.

3. Фаза выполнения, состоящая из четырех этапов: 1) сбор ГИС-проекта, в ходе которого производится преобразование форматов базового набора данных к форматам ArcGIS (по необходимости конвертирование к arcgis-форматам, оцифровка, привязка) и формирование единого ГИС-проекта на основе базового набора данных; 2) редакция ГИС-проекта и вывод его для содержательной проверки; 3) содержательная проверка ГИС-проекта постановщиком задачи, по результатам которой вносятся изменения, фиксируемые на бумажном варианте; 4) оформление ГИС-проекта в соответствии с действующим на предприятии регламентом оформления цифровой картографической продукции и геологическим заданием.

4. Фаза контроля: проверка электронной версии ГИС-проекта, в ходе которой проект проверяется на соответствие целевому назначению (отсутствуют неиспользуемые источники данных, неиспользуемые атрибутивные и картографические данные), содержимое ГИС-проекта именуется и размещается в соответствии с технической частью условий геологического задания.

5. Фаза завершения: выпуск ГИС-проекта, в ходе которой выпускается окончательная версия ГИС-проекта, который передается Заказчику, а также перемещается в единый источник хранения ГИС-проектов организации.

Фаза выполнения и процесс в целом - итеративны, так как большинство созданных ГИС-проектов подлежат актуализации и являются основой для следующих ГИС-проектов. Поддержка проектного подхода в ТП НИЦ возможна за счет применения современной геоинформационной платформы ArcGIS 10, организации структурированного хранения результатов работ, и использования информационной системы планирования и контроля выполнения работ.

Проектирование, разработка и сопровождение информационных систем. Существенная часть геолого-геофизических данных, накопленных за годы работы предприятия, систематизирована в постоянно пополняемом Региональном банке геолого-геофизической информации (РБЦГИ). К настоящему времени в состав РБЦГИ входит более десятка основных пользовательских подсистем, предназначенных для пополнения ветвей банка данных. Использование данных производится преимущественно посредством интранет-портала организации. Система автоматизированного учета геолого-геофизических данных, организованная в ТП НИЦ, позволила обеспечить их структурирование и надежное хранение, что для геологической информации является особенно важным, поскольку ее жизненный цикл фактически не предусматривает уничтожения вследствие утраты ценности. РБЦГИ - собственная разработка, процессы его сопровождения и развития являются одними из ключевых инфотехнологических работ. Сейчас развитие РБЦГИ как учетной системы продолжается созданием подсистемы учета результатов геологоразведочных работ (ГРР), нацеленной на автоматизированное формирование фактографической части отчета об анализе ГРР и автоматизированное формирование ГИС-проекта о ходе ГРР за выбранный отчетный период, что позволит специалистам сосредоточиться на анализе результатов работ. Общий план работ, включающий в себя на первом этапе разработку и опробование табличных форм сбора данных для последующей конвертации в базу данных РБЦГИ, на втором (текущем) этапе — проектирование и разработку модуля автоматизированного формирования отчетности, на третьем этапе — проектирование, разработку и внедрение подсистемы учета планируемых и фактических показателей ГРР, на четвертом этапе — проектирование и разработку модуля автоматизированного формирования ГИС-проекта. Технологически подсистема учета результатов ГРР, как и любая подсистема РБЦГИ, представляет собой клиентское приложение в трехзвенной клиент-серверной архитектуре, структурно выполненное на основе единого объектного каркаса подсистем РБЦГИ, в рамках общей кодовой базы. Составляющие стандартизованной инфраструктуры разработки: единый источник данных, общая модель источника данных, интеропера-

бельная архитектура, структура приложения на основе единого объектного каркаса, общая кодовая и документационная база, система трэкинга ошибок позволяют посредством проектирования, разработки и сопровождения РБЦГИ вести постоянную работу, направленную на повышение потребительских качеств накопленных геолого-геофизических данных.

Использование и интеграция информационных систем. Для современного предприятия ни один рабочий процесс немыслим без использования специализированных программных средств, поэтому обеспечение эффективного функционирования программных средств является одной из ключевых задач предприятия. Поскольку в ТП НИЦ поддерживаются процессы реализации программных средств, то для ИТ-сервисного подразделения в этой области имеется большое поле для деятельности.

1. Внедрение информационных подсистем в бизнес-процессы и их сопровождение в соответствии с изменениями бизнес-процессов. Наиболее актуальный пример – процесс переукладки керна, стартовавший в ТП НИЦ в 2013 году в соответствии с республиканской программой и полностью обеспеченный функциональностью ИС «Кернохранилище». В соответствии с регламентом переукладки керна перед началом переукладки каждой скважины система автоматизированно формирует ведомость наличия керна и этикетки для вкладывания в керновые ящики. После завершения переукладки ее результаты (измененные данные о фактическом наличии керна, местоположении керна, фотографии керна) вносятся в информационную систему, после чего формируются новые ведомости наличия керна и другая необходимая отчетность.

2. Разработка интеграционных решений по обмену данными между информационными системами и эффективных последовательностей применения программных средств. Фактически эта работа ведется постоянно, в рамках любой тематической работы, предусматривающей построение ГИС-проектов и создание графических приложений, так что сформировалась общая последовательность вспомогательных работ, полностью поддерживаемых ИТ-инфраструктур: формирование первичного массива данных с помощью инструментов поиска по РБЦГИ и другим электронным источникам, выгрузка данных с помощью соответствующей подсистемы РБЦГИ или интранет-портала организации с попутным преобразованием форматов для использования в специализированных программных средствах, работа над ГИС-проектами в соответствии с их жизненным циклом, загрузка результатов работ в структурированное хранилище РБЦГИ, повторное использование результатов работ извлеченных в рамках следующей итерации из структурированного хранилища РБЦГИ.

Описанный способ организации ИТ-сервисов обеспечил рост качества выполнения работ по созданию ГИС-проектов и обеспечению данными исследований, ведущихся предприятием. Однако и сама информационная среда уже не только инструмент работы с данными, ее поддержка и развитие стали отдельной постоянной задачей специалистов центра.

Апробация информационной системы «Миоспора» на примере палиностратиграфического изучения девонских отложений Ярегского нефтетитанового месторождения (Южный Тиман)

М. А. Шевелев
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

В настоящее время накоплен огромный массив палинологических данных по изучению девонских отложений Тимано-Печорской провинции. Для обработки палинологической информации используют разные программные средства, которые различаются по ценам и функциональным возможностям. Первые попытки разработки таких систем были проведены в конце XX-века в таких работах как: «Использование компьютера в палеонтологии» [5], «Описание компьютерной системы для численной и графической обработки результатов палинологического анализа» [6]. Более современными программными продуктами и базами данных являются: «Tilia», «Палеобанк – система банков палеонтологических данных» [2], «Коллекция Бернарда Оуэнса в России» [4]. Однако они не полностью подходят для обработки результатов палеопалинологических данных. Одним из функциональных недостатков «Tilia» является то, что подсчет процентного содержания спор ведется по группам растений, а не по всем таксонам одновременно, а в других информационных системах отсутствует возможность редактирования спор и создание фототаблиц.

Поэтому возникла необходимость в разработке новой информационной системы «Миоспора», которая позволит следующее:

— облегчить поиск и визуальное сравнение плохо формализуемых данных (изображений и текстовых описаний);

— упростить тиражирование и стандартизацию палинологических данных, в том числе с использованием интернет технологий;

— понизить степень субъективизма при решении палеопалинологических задач;

— задействовать формальную обработку накопленной информации с целью поиска временных и пространственных закономерностей по произвольному набору признаков [3].

Первоначально была сформирована информационная модель палинологоческой базы данных, на которой были формализованы все объекты и признаки. Апробация информационной системы проводится по материалам палинологического анализа девонских отложений Ярегского нефтетитанового месторождения. Оно расположено в Ухтинском районе Республики Коми на 14—25 км южнее города Ухты. Это северо-восточный склон Южного Тимана вблизи области его постепенного перехода в Печорскую депрессию.

Геологическая информация по результатам исследования девонских отложений Ярегского месторождения была занесена в базу данных и представляет собой следующую структуру:

— географическое расположение района исследования (местоположение, координаты, положение в рельефе);

— литологическая характеристика породы (состав, мощность, глубина залегания);

— стратиграфическая привязка точки отбора пробы к литологическому разрезу (система, отдел, ярус, горизонт);

— формализированные морфологические характеристики споровых зерен (морфологическая классификация: лучи щели, конфигурация щели, толщина щели, форма, скульптура и т. д.);

Литологическое описание разреза скважины № 838

Мощность слоя (м)	Интервал (м)	Описание породы
3	257.6–260.6	Песчаник буровато-коричневый, алевритистый с примазками и слойками аргиллита зеленовато-серого цвета и разделительными глинистыми швами.
2.4	260.6–263	Песчаник светло-коричневый тонкозернистый с прослоями песчаника алевритистого коричневато-серого, с прослоями песчаника серого мелкозернистого с лейкоксеном.
1.65	263–264.65	Алевролит зеленовато-серого цвета с прослоями песчаника тонкозернистого светло-коричневого, с примазками и слойками аргиллита зеленовато-серого.
1.2	264.65–265.85	Песчаник коричневато-серый мелкозернистый, с прослоями песчаника серого мелко-средне/зернистого с гравием кварца, с лейкоксеном.
3.05	265.85–268.9	Песчаник серый мелко-крупнозернистый, гравелитистый с гравием кварца, с лейкоксеном. В конце слоя прослой гравелитистого песчаника с глинистым цементом.
0.75	268.9–269.65	Алевролит зеленовато-серый песчанистый.
1.6	269.65–271.25	Песчаник серый мелкозернистый с гнездами и слойками среднезернистого песчаника с разделительными слойками серого аргиллита.
0.65	271.25–271.9	Гравелит серый мелкогравийный с обилием лейкоксена.
2.6	271.9–274.5	Песчаник серый мелко-крупнозернистый, гравелитистый, лейкоксеновый, дресвяный, с прослоями серого мелкозернистого песчаника и гравелита.
0.7	274.5–275.2	Аргиллит зеленовато-серый, алевритистый, перемятый.
1.2	275.2–276.4	Песчаник серый мелко-крупнозернистый с прослоями гравелитистого с обилием лейкоксена.
1.25	276.4–277.65	Алевролит зеленовато-серый пятнистый с прослоями мелко-среднезернистого песчаника, гравелитистого.
1	277.65–278.65	Песчаник буровато-серый, мелкозернистый с единичным гравийным зерном кварца, плотный.
1.85	278.65–280.5	Песчаник конгломератовидный с глинисто-хлоритсерицитовым цементом, с галькой кварца с прослоями алевролита.
2.4	280.5–282.9	Алевролит зеленовато-серый с обрывками и обломками углистого материала, с прослоями лейкоксеновых разнозернистых песчаников.
1	282.9–283.9	Песчаник буровато-серый мелкозернистый, лейкоксеновый с прослоями конгломератовидного песчаника.
11.1	283.9–295	Алевросланцы хлорит-кварц-серицитового состава серого цвета, чередующиеся со слойками серицит-кварц-хлоритового состава зеленовато-серого цвета. С интервалом 293,5 м алевросланцы чередуются с серыми алевропесчаниками серицит-кварцевого состава, массивными, крепкими с редкими вкрапленниками.

– фотографические изображения споровых зерен.

В базу данных заносится детальное описание литологического разреза. Для примера была выбрана скважина № 838 (см. таблицу).

Апробация информационной системы показала, что она позволяет:

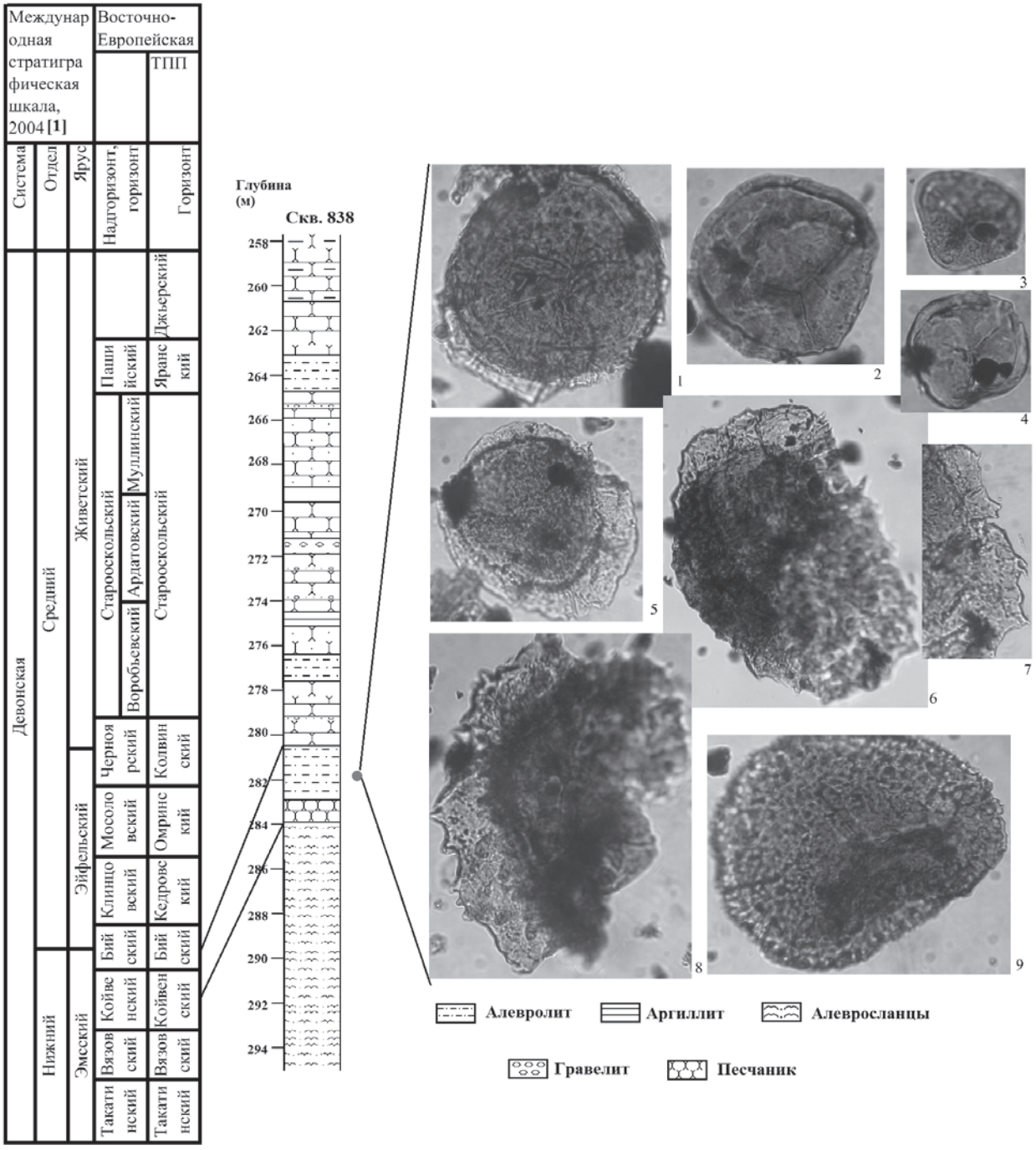
— структурировать результат исследования;

— ускорять процесс поиска необходимой информации;

— визуализировать геологический материал;

— проводить палиностратиграфические реконструкции (см. рисунок).

Информационная система «Миоспора» ориентирована на решение комплексных задач, связанных между собой объектом исследования. Благодаря эргономичному интерфейсу пользователь без затруднений сможет обработать необходимые материалы исследований в максимально короткий промежуток времени, формировать не-



Палиностратиграфическая характеристика раннедевонских (верхняя часть эмского яруса, верхняя часть койвенского и нижняя часть бийского горизонта) отложений в разрезе скважины № 838.

Таксономический состав палиноспектра: 1 – *Sinuosisporis sinuosus* (Umnova) Arkh. 2 – *Diaphanospora inassueta* (Tchib.) Arkh. 3 – *Diatomozonotriletes devonicus* Naumova 4 – *Retusotriletes laevis* Tchib. 5 – *Calyptosporites tener* (Tchib.) Obukh.var. concinnus Tchib. 6, 7 – *Grandispora longa* (Arkh.) Tchib. var.antiqus Tchib. 8 – *Grandispora longa* (Arkh.) Tchib

обходимые отчеты и создавать масштабируемые фототаблицы.

Литература

1. Зональная стратиграфия фанерозоя России // Под ред. Т. Н. Корень. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ. 2006. С. 64–76

2. *Омелин В. М.* Палеобанк – система банков палеонтологических данных. СПб.: ВНИГРИ, 2000. С. 12–17.

3. *Тельнова О. П., Бабенко В. В.* Концептуальные основы информационной палеопалинологии // Вестник Институа геологии Коми НЦ УрО РАН, 2013. № 6, С. 14 – 17.

4. *Тельнова О. П.* Коллекция Бернарда Оуэнса. // Вестник Институа геологии Коми НЦ УрО РАН, 2012. № 4. С. 32– 34

5. *Tipper I. C.* Computer applications in paleontology// Computer and geocsiences,1991 № 8 С. 1091–1098

6. *Saez G.* Presentation du systeme conversationnel IGP pour le traitement numerique et graphique d'analyses palynologiques. // Rev. paleobiology. V. С. 179 – 192.

Новые приборные комплексы для массовых определений содержаний благородных металлов в геохимических пробах горных пород, руд, почв

И. Н. Ваганов

БГГЭ ИМГРЭ, Бронницы

В В 2006–2012 г.г. аналитическим центром Бронницкой геолого-геохимической экспедиции была предпринята работа по усовершенствованию метода химико-спектрального определения Au, а также по внедрению метода одновременного определения Au, Pt, Pd.

В АЦ БГГЭ разработаны оригинальные приборные комплексы (рис. 1), включающие в себя спектрограф ДФС (СТЭ), генератор дуги (рис. 2), устройство поджига проб (рис. 3), фотоэлектрические приставки к спетрографам с одной ПЗС-линейкой фирмы «Хитачи» для интегрально-сцинтилляционной регистрации сигналов, персональный компьютер, пакет программ для обеспечения работы прибора и расчета результатов.

Со времени создания и внедрения в практику работ экспедиции приборные комплексы уже позволили выполнить анализы многих сотен тысяч геохимических, штуфных, бороздовых и т.п. проб на содержание благородных металлов.



Рис. 1. Аналитический приборный комплекс для одновременного определения Au, Pt, Pd

Особенностями приборных комплексов являются:

— использование нового генератора дуги (патент БГГЭ №2313079, авторы Аполицкий В. Н., Ваганов И. Н.) (рис. 4);

— использование нового интегрально-сцинтилляционного метода регистрации спект-

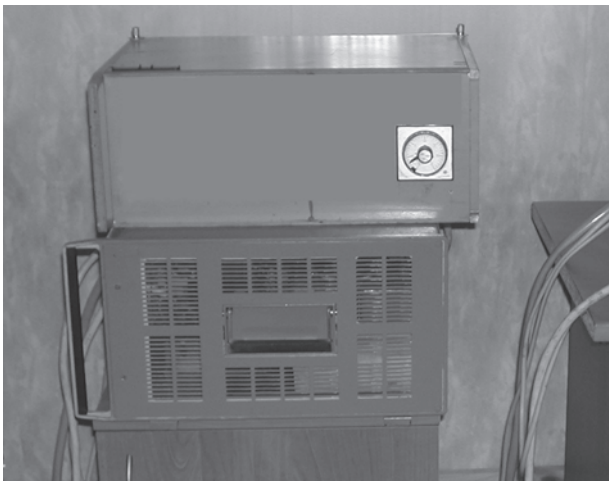


Рис. 2. Генератор дуги постоянного тока

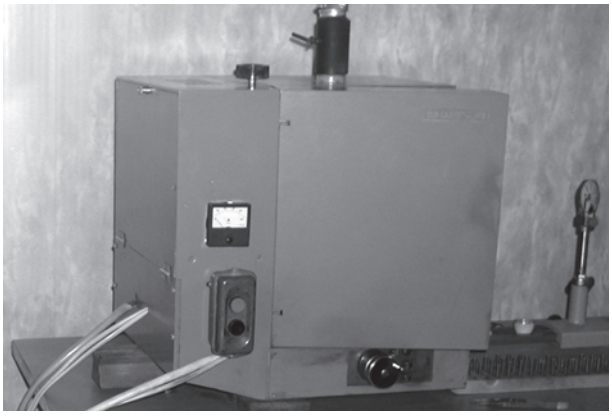


Рис. 3. Устройство поджига проб


РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2313079

ГЕНЕРАТОР ДУГИ

Патентообладатель(ли): *ФГУП "ИМГРЭ" Бронницкая геолого-геохимическая экспедиция (RU), Аполицкий Валентин Николаевич (RU)*

Автор(ы): *Аполицкий Валентин Николаевич (RU), Ваганов Иван Николаевич (RU)*

Заявка № 2005140182

Приоритет изобретения 23 декабря 2005 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *20 декабря 2007 г.*

Срок действия патента истекает 23 декабря 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

Рис. 4. Патент БГГЭ на генератор дуги №2313079, авторы Аполицкий В. Н., Ваганов И. Н.

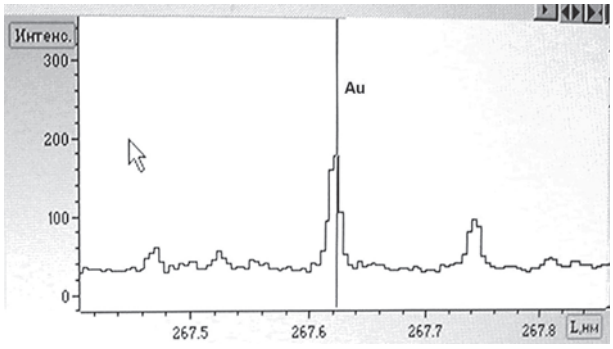


Рис. 5. График регистрации спектра Au в конфигурационном файле Sr.dvc

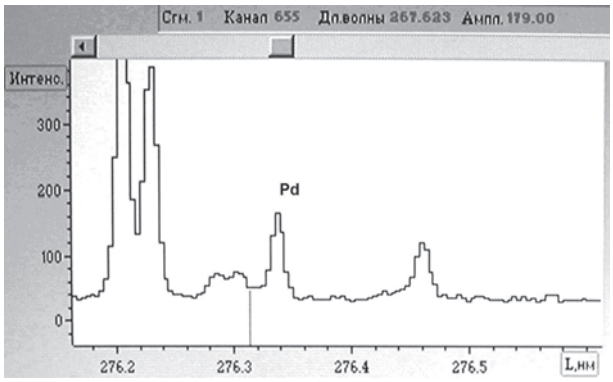


Рис. 6. График регистрации спектра Pd в конфигурационном файле Sr.dvc

ров анализируемых проб, а также новые условия проведения анализа;

— закапывание буферного раствора, позволяющего снижать температуру плазмы дуги и кратера электрода в первые моменты горения дуги;

— для создания более четких сцинтилляционных аналитических сигналов определяемых элементов с длительностью большей 0.01 сек предложен особый глубокий кратер анодного электрода;

— для уменьшения времени регистрации спектров пробы и получения больших амплитуд аналитических спектральных сигналов ток дугового разряда после 10 сек горения дуги повышается с 15 А до 24 А;

— для получения результатов интегрально-сцинтилляционного анализа проб используется программа расчета их на персональном компьютере, созданная д.т.н. Аполицким В.Н. Использование нового интегрально-сцинтилляционного метода анализа в БГГЭ разрешено лицензионным договором № 2006Д07797 (патент № 2248556). Графики спектров золота и палладия приведены на рис. 5 и 6.

Для практического применения новых приборных комплексов в АЦ БГГЭ разработаны соответствующие аналитические методики:

— БГГЭ-МП-12С для химико-спектрального анализа проб горных пород, руд, почв методом интегральной сцинтилляции с фотоэлектрической регистрацией спектров для определения массовой доли Au в интервале от 0.002 до 2.0 г/т; методика V категории точности.

— БГГЭ-МП-14С для одновременного определения методом интегральной сцинтилляции с фотоэлектрической регистрацией спектров в пробах массовой концентрации платины в диапазоне от 0.010 до 10.0 г/т, палладия от 0.030 до 30.0 г/т, золота от 0.0020 до 10.0 г/т; методика IV категории точности.

Технология высокопористых сорбентов на основе минерального сырья

И. Н. Ваганов
БГГЭ ИМГРЭ, Бронницы

В нашей стране многие годы изучаются и предлагаются к использованию сорбционные материалы, полученные на основе природного минерального сырья. Автором на базе Бронницкой геолого-геохимической экспедиции были проведены работы по исследованию высокопористых природных сорбентов, в качестве которых были выбраны глауконитовые пески (г. Воскресенск), цеолитовый концентрат (Респ. Армения), клиноптилолит-содержащие трепела (Орловская обл.), верховой торф (Шатурский район Московской обл.).

В качестве природных сред, в которых в большинстве случаев происходит разлив нефти и нефтепродуктов, были выбраны пресная и морская вода (20 промиллей), красные глинистые, темно-серые суглинистые и светло-серые песчаные грунты (фракции менее 1 мм). В экспериментах использовались нефтепродукты: сырая нефть (Башкирия), масло моторное для автотракторных дизелей SAE-30 М-10-Д(м), дизельное топливо, отработанное масло, бензин марки А-80.

Основной метод проведения работ – наблюдение и фиксация уровней просачивания нефтепродуктов в природных средах, а также в досыпаемых природных сорбентах через 1 час, 1 сутки, 2 суток, 5 суток, 7 и 12 суток. В мерные цилиндры заливались пресная и морская вода, засыпались природные среды до отметки 300 мл. Затем добавлялись сырая башкирская нефть, масло моторное для автотракторных дизелей, дизельное топливо (солярка), бензин марки А-80.

Исходя из результатов проведенных исследований, было определено, что по свойствам и составу для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов наилучшими качествами обладает высокопористый композиционный сорбент, названный трепело-органическим композитом (ТОКом), включающий следующие составные части: 1. пушицево-сфагнумовый торф, образованный на основе мха верховых болот, с содержанием микроорганизмов (бактерий родов Pseudomonas, Bacillus, Arthrobacter, Rhodococcus, Enterobacter,

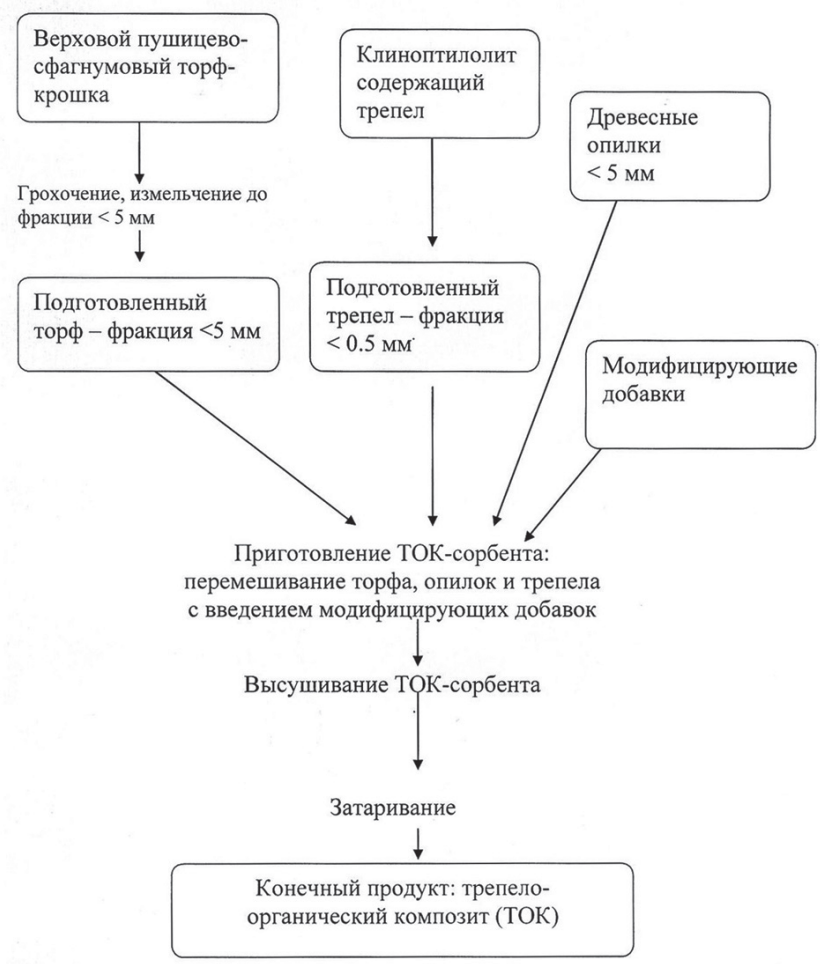


Рис. 1 Технологическая схема опытного производства ТОК-сорбента

Micobacterium) до 10 млн. клеток в 1 г сухого торфа; 2. клиноптилолит-содержащий трепел; 3. ряд специальных модифицирующих добавок, улучшающие сорбцию тяжелых металлов и нефти.

Одна из наиболее важных областей применения композитов – очистка водных поверхностей, сточных вод и почв от нефтепродуктов. Сорбционные композиты, применяемые для этой цели, должны обладать высокой емкостью по нефтепродуктам (не менее 500–1000 кг/т), а для водных поверхностей обладать достаточно длительной плавучестью.

Возможности очистки водных сред трепело-органическим композитом от нефтепродуктов и тяжелых металлов определялись путем анализа воды, как до процесса очистки, так и после. Результаты показаны в таблице.

В ходе работ экспериментальным путем были отработаны оптимальный состав, технология изготовления и последовательность операций по приготовлению трепело-органического композита (ТОК) (рис. 1), а также изготовлен действующий макет установки по производству высокопористого ТОК-сорбента (рис. 2).

Важной задачей является и отработка способов утилизации отработанного сорбента. Отработанный по очистке разливов нефтепродуктов ТОК представляет собой густую кашеобразную

Степень очистки трепело-органическим композитом водных сред от нефтепродуктов и тяжелых металлов

№ п/п	Соотношение трепело органический композит (ТОК: очищаемая вода	Содержание металла в воде, мг/л		Степень очистки, %	ПДК,мг/л	Статистическая емкость	
		До очистки	После очистки			мг/г	мг экв/кг
Медь							
1	1:100	3,075	0,047	98,47	1,0	0,2462	7,75
2	2:100	3,075	0,041	98,67	1,0	0,1330	4,19
3	4:100	3,075	0,032	98,96	1,0	0,0754	2,37
4	5:100	3,075	0,033	98,93	1,0	0,0609	1,92
5	8:100	3,075	0,032	98,96	1,0	0,0383	1,21
6	10:100	3,075	0,035	98,86	1,0	0,0307	0,966
7	15:100	3,075	0,032	98,96	1,0	0,0203	0,639
8	20:100	3,075	0,031	98,99	1,0	0,0152	0,478
9	25:100	3,075	0,032	98,96	1,0	0,0120	0,378
Никель							
10	1:100	1,025	0,058	94,34	0,05	0,0958	3,26
11	2:100	1,025	0,094	90,83	0,05	0,0476	1,62
12	4:100	1,025	0,053	94,83	0,05	0,0231	0,787
13	5:100	1,025	0,046	95,51	0,05	0,0194	0,661
14	8:100	1,025	0,052	94,93	0,05	0,0122	0,416
15	10:100	1,025	0,050	95,12	0,05	0,0099	0,337
16	15:100	1,025	0,058	94,34	0,05	0,0065	0,222
17	20:100	1,025	0,058	94,34	0,05	0,0048	0,163
18	25:100	1,025	0,062	93,95	0,05	0,0039	0,133
Хром (III)							
19	1:100	0,958	0,114	88,10	0,3	0,0843	4,86
20	2:100	0,958	0,091	90,50	0,3	0,0433	2,50
21	4:100	0,958	0,077	91,96	0,3	0,0212	1,22
22	5:100	0,958	0,080	91,65	0,3	0,0173	0,998
23	20:100	0,958	0,054	94,36	0,3	0,00450	0,260
24	25:100	0,958	0,051	94,68	0,3	0,00357	0,206
Цинк							
25	1:100	2,987	0,294	90,16	1,0	0,26495	8,10
26	2:100	2,987	0,311	89,59	1,0	0,13556	4,15
27	4:100	2,987	0,300	89,96	1,0	0,06758	2,07
28	5:100	2,987	0,337	88,72	1,0	0,05330	1,63
29	8:100	2,987	0,342	88,55	1,0	0,03310	1,01
30	10:100	2,987	0,394	86,81	1,0	0,02575	0,787
31	15:100	2,987	0,458	84,67	1,0	0,01687	0,516
32	20:100	2,987	0,443	85,17	1,0	0,01280	0,391
33	25:100	2,987	0,482	83,86	1,0	0,01034	0,316
Нефтепродукты							
34	2:100	4,978	0,005	99,90	0,3	0,3730	-
35	5:100	4,978	0,226	95,46	0,3	0,1426	-
36	10:100	4,978	0,112	97,75	0,3	0,0730	-

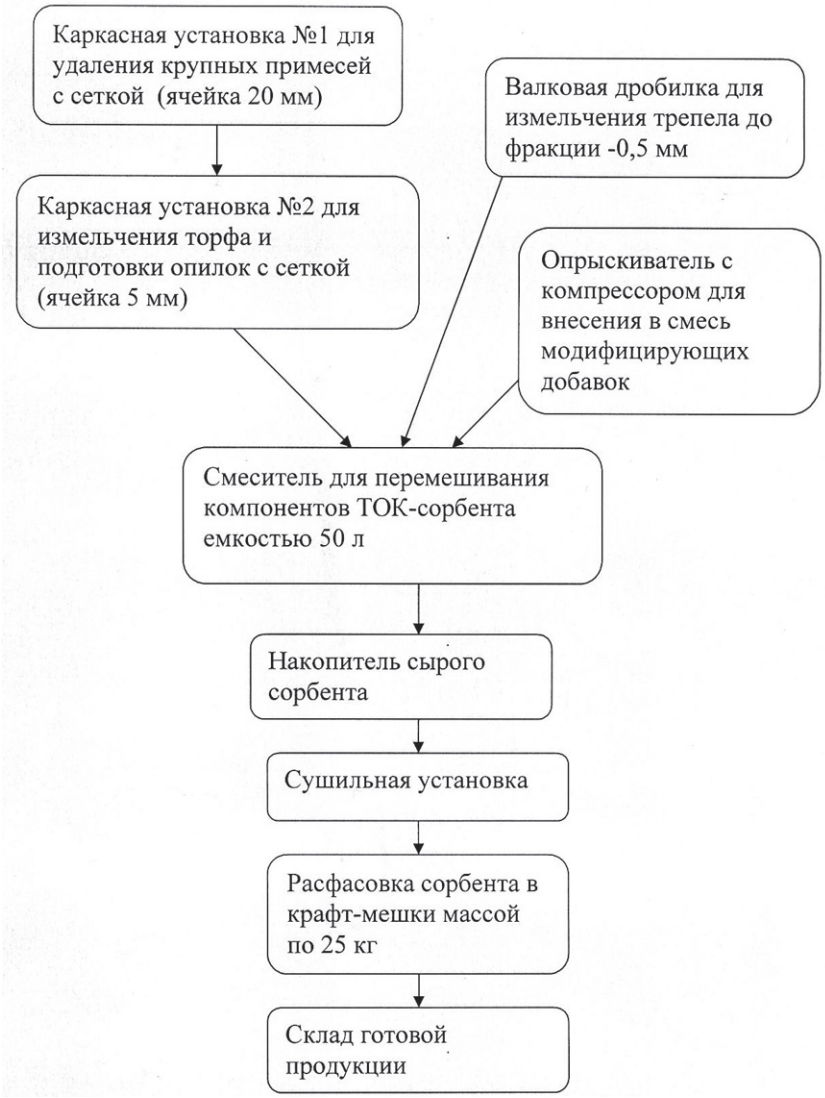


Рис. 2 Схема макета экспериментальной установки по производству ТОКа

массу смеси материала ТОК, нефтепродуктов и (при обработке водоемов) воды. С помощью пресса было проведено отделение пропитанного нефтепродуктами ТОКа от воды, загрязненной нефтепродуктами. После этого ТОК брикетировался, сушился. Сухие брикеты можно использовать в качестве топлива.

В почвах процесс естественного полного разрушения нефти происходит не менее 20–25 лет, токсические свойства нефти исчезают через 10–12 лет. Но комплекс бактерий, присущий верховым торфам, способствует разложению нефтепродуктов и восстановлению травяного покрова в течение нескольких теплых летних месяцев. Таким образом, ТОК-сорбент можно применять в качестве компоста для рекультивации нарушенных ландшафтов. Дешевизна и распространенность исходных компонентов позволяют добиться низкой себестоимости ТОКа при чрезвычайно высокой его сорбционной емкости и эффективности как использования, так и утилизации.

Аналитическая аппаратура для геологического обслуживания горных работ на рудниках ПО «Жезказганцветмет»

О. С. Ефименко[1], С. А. Ефименко [2], Е. Н. Диханов[2]
[1] НТУ ХПУ, Харьков, Украина
[2] ТОО «Корпорация Казахмыс», Жезказган, Казахстан

ТОО Корпорация Казахмыс» входит в число ведущих мировых стран по добыче меди. Столь внушительные масштабы добычи требуют соответствующего уровня геологического обслуживания добычных, горно – подготовительных и геологоразведочных работ. Самым узким звеном этих работ всегда считалось рудничное опробование. Однако, на горных предприятиях корпорации ситуация иная: благодаря широкому использованию ядерно-геофизических технологий опробования руд (ЯГФТОР) удалось не только модернизировать систему геологического опробования, но и существенно повысить её информативность в плане расширения списка определяемых элементов (в ведущем филиале корпорации – ПО «Жезказганцветмет», например, удалось обеспечить экспресс-анализ руд на все промышленные элементы (Cu, Zn, Pb, Ag, Cd, S, Re).

ПО «Жезказганцветмет» разрабатывает месторождение медистых песчаников Жезказган, характеризующееся горизонтальным залеганием рудных тел, полиметаллическим типом оруденения (основные промышленные компоненты – Cu, Pb, Zn; основные сопутствующие промышленные компоненты – Ag, Re, Cd, S, Os) и четырьмя технологическими сортами руд: медные сульфидные, комплексные (Cu – Pb, Cu – Pb – Zn), свинцовые (Pb, Pb – Zn, Zn) и смешанные (сульфидно – окисленные).

В шахтах рудничной промышленной площадки высота очистных забоев и уступов достигает (в отдельных случаях) 8м. Их необходимо опробовать вкрест простирания рудных тел, то есть вертикальными сечениями. В таких условиях обеспечить точное и представительное опробование традиционными методами (путем отбора пунктирно-бороздовых проб) невозможно. Но ЯГФТОР такую возможность дают. ЯГФТОР (в частности, рентгенорадиометрический метод опробования забоев – РРОЗ) применяются на шахтах ПО «Жезказганцветмет» с 1978 года. В настоящее время РРОЗ проводится с использованием портативного полевого энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного (EDXRF) спектрометра РПП – 12 (производитель: ТОО «Аспап Гео», г. Алма-Ата, Казахстан). РПП – 12 (рис. 1) состоит из датчика, устройства регист-рации и обработки (УРО) и комплекта подъёмных штанг. Другие данные: источник ионизирующего излучения типа плутоний – 238; пропорциональный детектор излучений; масса: датчика – 1.0 кг, электронного блока – 0.5 кг; число каналов преобразования – 1024; буфер памяти – 1000 спектров; время измерения в точке наблюдения – 10 сек; число одновременно определяемых элементов – 4 (для Жезказгана – это Cu, Zn, Pb, Fe), время работы на Ni – Mn аккумуляторах – 48 ч. Порядок РРО забоя показан на рис. 2.

Каждый забой или уступ, включенный в план – график добычи руды и металла, в течение месяца опробуется от 3 до 7 раз по 1–2 вертикальным сечениям высотой до 8м с шагом наблюдений 15×20 см. Несмотря на то, что в РПП – 12 используется пропорциональный детектор излучений, мощный и высокоэффективный математический аппарат программного обеспечения спек-



а б

Рис. 1. Носимый спектрометр РПП-12 (а – РПП-12, б – блок обработки информации)

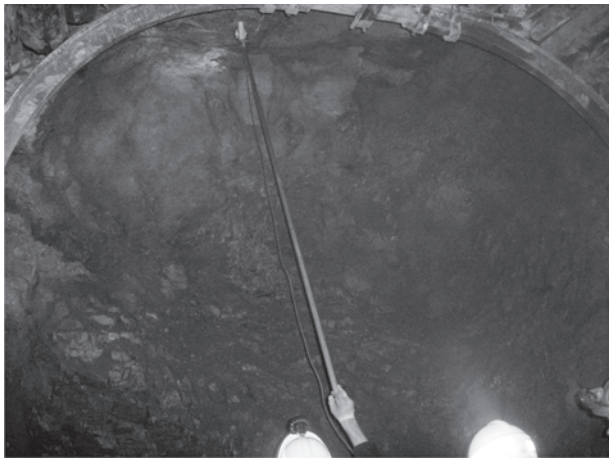


Рис. 2. Порядок РРО забоя со спектрометром РПП-12

трометра полностью разделяет аналитические линии элементов с соседними атомными номерами (например: меди и цинка). РПП – 12 отличается высокой «живучестью»: при падении с большой высоты, работоспособность датчика восстанавливается за 48ч. Это единственный серийный прибор, который максимально соответствует горно-геологическим условиям шахт Жезказгана.

С внедрением спектрометра РПП – 12 на геологические разрезы всех нарезных и горноподготовительных выработок, очистных забоев, уступов и камер в обязательном порядке выносятся содержания Cu, Pb и Zn. Частота РРО забоев, уступов, проходческих штреков резко возросла (на руднике Жомарт, например, забои опробуются после каждого цикла). В результате, геологи и горняки имеют полную картину о характере распределения оруденения в добычных панелях и блоках, а также в горноподготовительных выработках, а отгрузка руды из забоев и блоков в капитальные рудоспуски ведётся строго по технологическим сортам, поэтому полиметаллическая руда не попадает в сорт «медная сульфидная» и не ухудшает качество медного концентрата, а руда «медная сульфидная» не попадает в полиметаллическую, следовательно, медь не перекачивается в низкосортные марки медного концентрата.

Одновременное определение содержаний всех основных и сопутствующих рудных элементов с помощью лабораторного спектрометра за одно измерение – это аналитическая задача, которая прежде никогда не решалась ни на одном предприятии ТОО «Корпорация Казахмыс». Чрезвычайная сложность данной задачи объясняется тем, что одновременно необходимо определять очень высокие (до 80 %) содержания окиси кремния, высокие (до 20 %) содержания меди, свинца и цинка, низкие (1–100 ppm) содержания серебра и кадмия и очень низкие (0.5–5.0 ppm) содержания рения. Кроме этого, кремний (а также сера и алюминий) относится к легким элементам, анализ которых методом РФА имеет свою специфику: необходимо использовать в процессе анализа вакуумный насос или инертный газ, что автоматически предполагает проведение второго анализа пробы. С учетом вышесказанного становится понятно, что РФА жезказганских руд на основные и сопутствующие рудные компоненты представляет собой чрезвычайно сложную научную, методическую, математическую и аппаратурную задачу.

В экспресс-лаборатории геофизической службы ПО «Жезказганцветмет» поставленная задача решалась в несколько этапов: сначала на EDXRF спектрометрах РЛП-21 был освоен рентгенорадиометрический анализ проб (РРАП) руд на Cu, Zn, Pb, Ag, Cd, затем с помощью EDXRF спектрометра РЛП-21Т список дополнили S и Re. РЛП-21 и РЛП-21Т (рис. 3), производит ТОО «Аспап Гео» (г. Алма-Ата, Казахстан).

РЛП-21 обеспечивает одновременное определение содержаний 34 элементов (Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, As, Ba, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, In, Sn, Sb, Ta, Bi, W, U, Th). РЛП-21 – это: Si–Li полупроводниковый детектор площадью 100мм^2 (охлаждение - жидкий азот); изотопные источники америций – 241 типа ИГИА-3М (4–6 шт); мишень (Ba, Cs); экспозиция измерений 415 сек; облучение кюветы с пробой – снизу, турель на 10 кювет.

Спектрометр РЛП-21Т обеспечивает одновременное определение содержаний 31 элемента (Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Mo, Fe, Se, As, Ba, W, Bi, Ti, Cr, Mn, V, Ni, Al, Si, S, Ca, Ga, Br, Sr, Zr, Rb, Y, Nb, Pd, U, Th; определяется и P, но он в таблицу результатов РФА не выводится, так как практически отсутствует в рудах Жезказгана) в одном режиме без применения вакуумного насоса или инертного газа при анализе на легкие элементы. РЛП-21Т – это: дрейфовый полупроводниковый детектор (SDD) площадью около 25 мм^2 и толщиной 300–500 микрон (охлаждение – термохолодильник Пельтье); рентгеновская трубка VF-50J Rh (50 Вт) фирмы Varian Medical Systems (США); экспозиция измерений 120 сек; облучение кюветы с пробой – сверху; турель на 9 кювет. Детектор обеспечивает разрешение 150 эВ по линии 5.9 кэВ при загрузке 100 кГц. Мишень из теллура. Время формирования импульса 1.6 мкс. Сигнал полностью оцифровывается. Инновация: режим поддержания на постоянном и высоком (90000имп/с) уровне загрузки спектрометрического тракта. По специальному заказу РЛП-21Т может быть оснащен опцией (РРА на Re). Данная опция позволяет определять 19 элементов: Re, Ge, Cu, Zn, Pb, K, Ca, Ti, Cr, V, Mn, Fe, Co, Ni, As, Se, Ba (оцен-



а



б

Рис. 3. Спектрометры РЛП-21 (а) и РЛП-21Т (б)

ка), S (оценка), W при экспозиции измерений 500с.

Общими для РЛП-21 и РЛП-21Т являются: спектрометрическое устройство (микропроцессор DS5002FP, программируемая логическая интегральная схема типа FPGA), блок управления, механизм перемещения турели, компьютер и принтер. Наиболее важным элементом архитектуры обоих спектрометров является уникальный по сложности и возможностям пакет специализированных прикладных программ (ПСПП), в котором реализована идеология: «месторождения – разные, градуировка спектрометра – одна».

Для обеспечения повышенной чувствительности РРАП на легкие (S, Si, Al) элементы в конструкцию спектрометра была добавлена дополнительная мишень из калия. ПСПП обработки вторичных аппаратурных спектров обеспечивает полный учет влияния на результаты РРАП пиков линий ArKб1 и ArKб2, возбуждаемых при прохождении рентгеновских флюоресценций элементов сквозь воздух; полный учет влияния на результаты РРАП пика линии KKб1 и KKб2 от дополнительной промежуточной мишени; пиков «двойных наложений»; пиков «вылетов».

Для оптимизации условий возбуждения линий ReLв1 и GeKa1 (эта линия непосредственно на линию ReLв1 не накладывается, но она накладывается на линию ReLa1 и, тем самым, нарушает табличное соотношение между линиями ReLa1 и ReLв1, используемое при расчетах) и повышения чувствительности РРАП на эти элементы в конструкцию РЛП-21Т введена дополнительная промежуточная мишень из рубидия. Исследования показали, что чувствительность прямого РРА на Re ограничена и при t = 500с составляет 1,12 ppm (критерий 3у). При более низких массовых долях Re надо дополнительно использовать методику предварительного концентрирования Re (на активированном угле марки БАУ из раствора, полученного после химического разложения пробы, например).

Спектрометры РПП-12, РЛП-21 и РЛП-21Т зарегистрированы в Реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

Выводы

Создана новая система геологического обслуживания горных работ на рудниках подземной добычи ПО «Жезказганцветмет», базирующаяся на использовании ядерно-геофизических технологий опробования и анализа руд, позволяющая реализовать:

1. Достоверное РРО забоев и уступов на Cu, Zn, Pb и Fe на портативном EDXRF спектрометре РПП-12 казахстанского производства.

2. Методику прямого РРА проб на все промышленные (Cu, Zn, Pb, Ag, Cd, S, Re) на лабораторном EDXRF спектрометре РЛП-21Т казахстанского производства

3. Методика РРО забоев, уступов, шлама эксплуатационно-разведочных скважин карьеров, складов товарной руды, руды в транспортных емкостях распространена на месторождения Абыз, Акбастау, Жаман-Айбат, Нурказган, Саяк, и Шаырколь.

4. Методика РРА проб на спектрометре РЛП-21Т распространена (кроме рения) на месторождения ТОО «Корпорация Казахмыс» Абыз, Акбастау, Восточная Сары-Оба, Жомарт, Итыауз, Нурказган, Коунрад, Саяк, Шатырколь, а также широко используется на Балхашской, Жезказганской № 2, Карагайлинской и Нурказганской обогатительных фабриках.

Концепция развития петрофизических исследований Ухтинского государственного технического университета

В. Н. Печерин[1], Н. П. Демченко[1], О. А. Морозюк[1], Р. В. Уршуляк[2]
[1]УГТУ, Ухта
[2]НИПИ нефти и газа УГТУ, Ухта

Петрофизические знания являются фундаментальными для специалистов в области геофизики, разработки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, геотехнологического моделирования, геоэкологии и многих других областей знаний, связанных с науками о Земле. На базе Ухтинского государственного технического университета создается уникальный центр петрофизических исследований.

В состав центра входит три лаборатории, у каждой из которых свое направление деятельности. А именно: межкафедральная лаборатория геологоразведочного факультета «Петрофизика», лаборатория исследования пластовых систем, лаборатория методов повышения нефтеотдачи пластов. Так же предусмотрено помещение для хранения и предварительной подготовки кернового материала.

Развитие базы петрофизических знаний необходимо для реализации информационного потенциала ГИС, уточнения аналитических связей между различными петрофизическими характеристиками и ФЕС коллекторов нефти и газа. Все это требует подготовки высококвалифицированных специалистов.

Новый подход к проблемам петрофизики основан на глубоком понимании существа явлений и процессов, определяющих физические свойства горных пород. Петрофизические знания являются фундаментальными для специалистов в области геофизики, разработки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, геотехнологического моделирования, геоэкологии и многих других областей знаний, связанных с науками о Земле.

Центр петрофизических исследований предназначен для реализации двух основных направлений:

1. Научно-исследовательская деятельность профессорско-преподавательского состава;

2. Обеспечение учебного процесса по специальностям геологоразведочного и промыслового направления.

Научно-исследовательская деятельность.

Центр петрофизических исследований позволит выполнять следующие исследования:

— эксперименты на полнокерновом материале по исследованию эффектов вытеснения нефти различными реагентами и тем самым экспериментальное обеспечение НИР по повышению нефтеотдачи пласта;

— определение фильтрационно-емкостных, электрических и акустических свойств горных пород;

— построение петрофизических связей между различными параметрами;

— построение петрофизических моделей, получение данных для наполнения всех видов геотехнологических моделей;

— построение фациальной модели пластов (геомоделирование);

— оценка эффективности схемы эксплуатации (бурение, вскрытие пласта, разработка, интенсификация пласта);

— петрофизическое обеспечение подсчета запасов и прогнозирования залежей.

Учебная деятельность.

Центр петрофизических исследований позволит на высоком учебно-методическом уровне проводить лабораторные занятия у студентов и широкий спектр научных исследований.

Лабораторный комплекс включает следующее оборудование:

газоволюметрический пикнометр «Поромер» (предназначен для определения коэффициента открытой пористости образцов керна, с возможностью экспрессного определения объема твердой фазы образца);

прибор для измерения электрических свойств горных пород – «Петроом» (предназначен для измерения электрического сопротивления насыщенных солевыми растворами или пластовыми флюидами образцов горных пород и УЭС растворов в атмосферных условиях);

прибор для определения проницаемости образцов керна по газу — «Дарсиметр», предназначен для определения коэффициента абсолютной газопроницаемости на образцах керна как при стационарной, так и нестационарной фильтрации с линейным направлением потока газа для получения информации о фильтрационных свойствах изучаемых пород;

прибор для определения скорости прохождения упругих акустических волн «Ультразвук» предназначен для определения скорости распространения упругих продольных и поперечных акустических волн в образцах горных пород при сквозном прозвучивании;

аппаратурно-методический комплекс для оперативного изучения свойств нефтегазовых коллекторов ЯМР-релаксометр minispec mq фирмы «Bruker Optik Gmbh» предназначен для определения открытой, закрытой и эффективной пористости, содержание связанной воды, остаточную нефтенасыщенность без экстракции керна, оценивать размер пор;

комплект для гидростатического взвешивания Mettler Toledo предназначен для определения коэффициента открытой пористости и плотности методом взвешивания;

аппараты Сокслета, Закса и Дина–Старка позволяют определять содержание жидкости и коэффициенты водо- и нефтенасыщенности в образцах.

Реометр Brookfield PVS предназначен для измерения вязкости ньютоновских и неньютоновских сред, построения реологических кривых неньютоновских сред при высоких давлениях и температурах (т. е. моделирует пластовые условия).

Автоматизированный гониометр CAG-600 предназначен для определения ориентации трещин в образце керна, линейных и параллельных свойств в ориентированных образцах керна.

Установка измерения теплофизических свойств фирмы NETZSCH для измерения тепло- и температуропроводности и теплоемкости керна в широком диапазоне тамператур от –100 до 500 °С, а так же *сканирующий калориметр DSC 204 F1 Phoenix фирмы NETZSCH* для определения большого числа параметров.

Установка исследования керна (УИК-4Т) позволит моделировать закачку вытесняющих агентов (т.е. пар и вода), и закачку химических агентов (композиции кислот, растворители и т. д.) и изучать их вытесняющие способности.

Капилляриметр (предназначен для исследований капиллярного давления методом полупроницаемой мембраны);

Комплекс пробоподготовки: станок для продольной распиловки керна, станок для выбуривания образцов, станок шлифовально-полировальный.

Лабораторный комплекс позволит определять следующие параметры для стандартных и полноразмерных образцов керна как в атмосферных, так и в пластовых условиях:

— открытая пористость;

— объемная и минералогическая плотность;

— абсолютная и фазовая газопроницаемость;

— УЭС образцов керна и расчет параметра пористости;

— УЭС солевых растворов;

— скорости распространения продольных и поперечных упругих волн и расчет упругих свойств пород;

— содержание пластового флюида;

— коэффициенты открытой, закрытой и эффективной пористости;

— коэффициент вытеснения;

— определение содержания связанной воды;

— снятие кривой капиллярного давления.

Подготовка керна к исследованиям:

— продольная распиловка керна;

— выпиливание образцов стандартного и полноразмерного керна;

— изготовление шлифов.

Таким образом, создание лабораторного центра, направленного на применение петрофизических методов, моделирование методов ПНП и исследование флюидов будет являть собой новую веху истории развития УГТУ, подняв его еще на более высокий уровень исследовательских и научно-методических работ. Опыт, полученный студентами на лабораторных работах, проводимых в создаваемом лабораторном комплексе, будет поистине уникальным, что в образовательном плане будет значительно выделять УГТУ по уровню образования среди большинства нефтяных вузов Российской Федерации.

Оценка вероятности геологического и коммерческого успехов в условиях достаточной изученности природных объектов нефтегазоносных земель

С. Л. Садов, Б. И. Тарбаев
ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН

Известный специалист по геологическим рискам П. Р. Роуз [2] под геологическим успехом понимает получение из недр притока углеводородов (УВ). Это стандартное определение фиксирует то обстоятельство, что в пределах геологического объекта существует возможность открытия залежи нефти или газа при условии, что в его границах наличествуют пористые и проницаемые породы, нефтематеринские образования, флюидоупоры и ловушки, способные сохранять УВ в виде скоплений.

Когда речь идёт о значительных по размерам территориях, где месторождения нефти и газа образуют «семейства» и где имеет место общность геологических характеристик, целесообразно воспользоваться понятием «плей» [2]. Оно подразумевает не только известное сходство геолого-геофизических параметров среды, но и единство правил поисковой стратегии. И если перед исследователями стоит задача оценки вероятности геологического успеха в рамках плея, они прежде всего должны объективно оценить степень обследованности территории.

Геологический успех не обязательно совпадает с коммерческим и тем более с экономическим, подразумевающими рентабельность освоения открытого месторождения, – это, прежде всего, свидетельство о наличии УВ на исследуемом объекте в виде некоторого их притока. Он может быть достигнут уже на первых стадиях обследования территории (плея), когда затраты на выявление деталей её геологического строения ещё невелики, а неопределённость весьма значительна. Иное дело, когда территория уже прошла полный цикл геолого-геофизического обследования, достигла состояния исследовательской зрелости и все явные геологические объекты типа ловушки УВ выявлены. Очевидно, что вероятность открытия новых залежей в этом случае существенно ниже, но всё же она существует, и для принятия решения о продолжении поисково-разведочных работ её необходимо оценить. Эта проблема весьма актуальна в связи с сокращением слабоизученных территорий и исчерпанию перспективных геологических объектов в промышленно освоенных нефтегазоносных провинциях.

Мы полагаем, что всякая информация, проясняющая перспективы нефтегазоносности изучаемой территории, обладает ценностью, и поэтому должна иметь свою цену. Нынешние привила лицензирования, регулирующие деятельность компаний в минерально-сырьевом комплексе, не способствуют прозрачности и ясности в установлении цены добытой потенциальным недропользователем информации. Поэтому для моделирования экономической составляющей поисково-разведочной деятельности коммерческим успехом будем считать либо продажу полученной информации, уточняющей перспективность территории, либо так, как это делается во многих нефтедобывающих странах, – продажу участка владельцем, не желающим рисковать, покупателю с более широкими финансовыми возможностями, для которого характерна меньшая боязнь риска.

Относительно возможности строгого определения исследовательской зрелости можно отметить, что в литературе это понятие не имеет широкого распространения и обычно подменяется смысловым аналогом «хорошо изученная территория (большой геологический объект, плей)», который в той или иной степени удовлетворяет пользователей, но не имеет чёткой дефиниции. Поэтому в порядке обсуждения вопроса можно определить понятие исследовательской зрелости как такое состояние, когда в пределах территории все доступные с помощью существующих на сегодняшний день технических средств перспективные объекты типа ловушек УВ выявлены, и связанные с ними запасы УВ оценены, но потенциальные ресурсы нефти и газа не исчерпаны, и существует, по крайней мере теоретическая, возможность их перевода в запасы промышленных категорий.

Очевидно, что в случае принятия решения о проведении поисково-разведочных работ по переводу потенциальных ресурсов в запасы, в качестве первого шага необходимо оценить вероятность открытия на территории, достигшей исследовательской зрелости, новых геологических объектов типа ловушка УВ. При этом следует учитывать, что возможности традиционных поисковых методов на территориях, достигших исследовательской зрелости, крайне ограничены. Поэтому для определения геологического успеха рекомендуется использовать доступные и достаточно

надёжно зафиксированные косвенные признаки, такие как дистанционные наблюдения, результаты анализа неотектонических движений, карты трансформированных гравимагнитных полей с соответственно подобранными исходными параметрами и др. Задача может быть оперативно решена при наличии электронных карт-полигонов в рамках специальных процедур, рассмотренных в [4].

Отметим, что неопределенность, присущая всем геологическим прогнозам, вызывает у предпринимателей, занятых в области поисков и разведки месторождений УВ, оправданную осторожность и, следовательно, желание иметь хотя бы некоторое представление о вероятности (шансах) открытия новых залежей. Известно, что присутствие залежей УВ в недрах предопределяется наличием ряда физических параметров и в первую очередь ловушек, коллекторов, флюидоупоров, геохимических показателей и некоторых других, менее обязательных. Одни из них могут тем или иным способом измерены, другие – только оценены. Но все они, каким бы способом не были представлены, имеют лишь некоторую вероятность присутствия, а общая оценка по существу представляет многомерную характеристику, выраженную в векторном виде. Понятно, что для вычисления этого вектора необходимо привести составляющие многомерной величины к единой размерности. Для этой цели рекомендуется использовать шкалу предпочтений [1;3], заданной в виде баллов от 1 до 9, или некоторую непрерывную функцию, как и в первом случае, отражающую степень уверенности специалиста относительно достоверности оценки признака. В этом случае наличие залежи (фактическое состояние) при 9-ти бальной, к примеру, шкале будет соответствовать состоянию 9 по каждой составляющей многомерной величине, а при отсутствии предмета исследования – единице. Прочие значения вектора будут заключены между единицей и девятью и распределены, учитывая их вероятностную природу, как случайная величина между этими значениями.

Практический опыт в масштабах планеты показывает [2], что результаты перемножения нескольких независимых случайных величин – геологических параметров – приводят к распределению результатов, близкого к логнормальному. Кумулятивная функция распределения при использовании на оси абсцисс арифметической шкалы, а на оси ординат – нелинейной вероятностной шкалы, получает вид прямой линии. Это открывает возможность, используя график, оценивать вероятность геологического успеха. При этом необходимо иметь в виду, что преобразование измеренных в той или иной степени инструментально показателей в соответствие со шкалой предпочтений означает их перевод в категорию порядковых величин и, следовательно, оцененную вероятность следует рассматривать скорее как качественную, нежели количественную характеристику. В таком случае вероятность коммерческого успеха оценивается с использованием того же механизма на вероятностной базе геологического успеха.

Литература

1. *Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2000. 368 с.

2. *Роуз Питер.* Анализ рисков и управление нефтегазовыми проектами. М.: Ижевск: НИЦ «РХД», Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. 304 с.

3. *Саати Т.* Принятие решений: метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.

4. *Cheng Q., Agterberg F. P.* Fuzzy weights of evidence method and its application in mineral potential mapping // Natural resources research, vol. 8, № 1, 1999. Pp. 27–35.

Новые интегрально–сцинтилляционные методики для массовых определений содержания благородных металлов в геологических пробах горных пород, руд, почв

И. Н. Ваганов, Б. В. Фунтиков
БГГЭ ИМГРЭ, Бронницы

В связи с постоянно возрастающим объемом проб, направляемых геологами России на определение благородных металлов, Аналитическим центром Бронницкой геолого-геохимической экспедиции была предпринята работа по усовершенствованию метода химико-спектрального определения Au, а также по внедрению метода одновременного определения Au, Pt, Pd, что позволило резко повысить качество аналитического сопровождения геолого-поисковых и разведочных работ.

В основу работ было заложено использование интегрально-сцинтилляционного химико-спектрального метода определения с фотоэлектрической регистрацией спектров.

В интегрально-сцинтилляционном методе используют периодическое накопление аналитических спектральных сигналов с временем этого накопления > 0.001 сек. Расчет результатов анализа по спектральным линиям элементов с учетом фона и сортировки сигналов по соотношению аналитического сигнала к флуктуациям фона для каждого из накоплений сигнала создают условия для импульсного излучения атомов исследуемого материала.

Исследуемое вещество вводят в источник возбуждения относительно большой порцией. В этом случае исследуемый материал задерживается на раскаленных концах электрода до полного его испарения в плазму и возникает импульс спектрального излучения. Улучшение соотношения «сигнал-шум», а значит, чувствительность анализа, зависит от длительности каждого периодического накопления спектральных сигналов и величины навески (массы) исследуемого материала, попадающей за этот период в плазму источника возбуждения. «Шум» растет значительно медленнее времени регистрации спектральных сигналов. Таким образом, улучшение соотношения «сигнал-шум» осуществляется увеличением самого спектрального сигнала за счет увеличения количества атомов определяемого элемента, то есть за счет увеличения времени периодического накопления, > 0.001 сек.

Спектр регистрируют на спектральном приборе со средней дисперсией: СТЭ-1, ДФС-458,461 (или большей дисперсией) с фотоэлектрической приставкой к спектрографу, позволяющей осуществлять фотоэлектрическую регистрацию аналитических спектральных линий и фона вблизи них. При интегрально-сцинтилляционной регистрации производится прерывистая периодическая кратковременная регистрация спектрального излучения плазмы источника возбуждения спектров (периодическое синхронное накопление (интегрирование) аналитических сигналов за время 500–1000 мл/сек). Такая регистрация позволяет существенно увеличить соотношение «сигнал-шум» и снизить предел обнаружения химических элементов, как это происходит при спектральном сцинтилляционном анализе.

Для выполнения аналитических исследований в АЦ БГГЭ были разработаны оригинальные приборные комплексы, включающие в себя спектрограф ДФС (СТЭ), генератор дуги, устройство поджига проб, фотоэлектрические приставки к спетрографам с одной ПЗС-линейкой фирмы «Хитачи» для интегрально-сцинтилляционной регистрации сигналов, персональный компьютер, пакет оригинальных программ для обеспечения работы прибора и выполнения расчета результатов.

Интегрально-сцинтилляционный метод регистрации спектров проб был впервые внедрен в 2007 г, в Бронницкой геолого-геохимической экспедиции при проведении химико-спектрального определения золота в поисковых геологических пробах с переведением золота в раствор с использованием «царской водки». Этот метод открыл новые возможности улучшения предела обнаружения определяемых элементов и повышения точности анализа. Такой результат достигается путем разделения исследуемой навески пробы на большое число микронавесок, аналитические сигналы которых в процессе расчета результатов анализа сортируются по соотношению сигнал/шум и времени появления сигналов исследуемых и мешающих анализу элементов.

Применение испарения химических элементов из глубокого кратера позволяет не только получить более четкие и более высокие по амплитуде сцинтилляционные спектральные импульсы излучения длительностью более 100 мс, но и разделить во времени попадания различных химических элементов в плазме дуги, что позво-

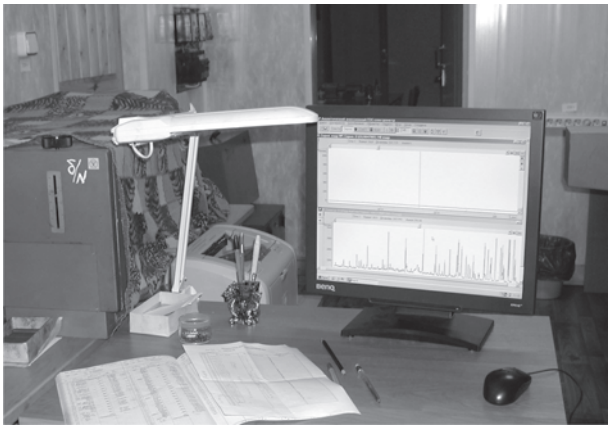


Рис. 1. Расчет содержаний элементов и график регистрации спектров

ляет, при интегрально-сцинтилляционном методе регистрации спектров, исключать при расчете результата анализа спектральные наложения аналитических линий различных элементов друг на друга, а также их влияния на характеристики плазмы источника возбуждения.

В последующие годы были созданы приборные комплексы и разработана соответствующая методика по определению Au, Pt, Pd.

Для получения результатов интегрально-сцинтилляционного анализа проб используются программы расчета их на персональном компьютере, созданные д. т. н. Аполицким В. Н. (рис. 1) Использование нового интегрально-сцинтилляционного метода анализа в лабораториях БГГЭ разрешено лицензионным договором № 2006Д07797 (патент № 2248556).

В качестве примера на рис. 2 приведен график спектра платины.

Для выполнения анализов в АЦ БГГЭ разработаны, аттестованы в Аккредитующем органе и используются в работе с многими сотнями тысяч геохимических проб следующие аналитические методики:

— БГГЭ-МП-12С для химико-спектрального анализа проб горных пород, руд, почв методом интегральной сцинтилляции с фотоэлектрической регистрацией спектров для определения массовой доли Au в интервале от 0.002 до 2.0 г/т; методика V категории точности.

— БГГЭ-МП-14С для одновременного определения методом интегральной сцинтилляции с фотоэлектрической регистрацией спектров в пробах массовой концентрации платины в диапазоне от 0.010 до 10.0 г/т, палладия от 0.030 до 30.0 г/т, золота от 0.0020 до 10.0 г/т; методика IV категории точности.

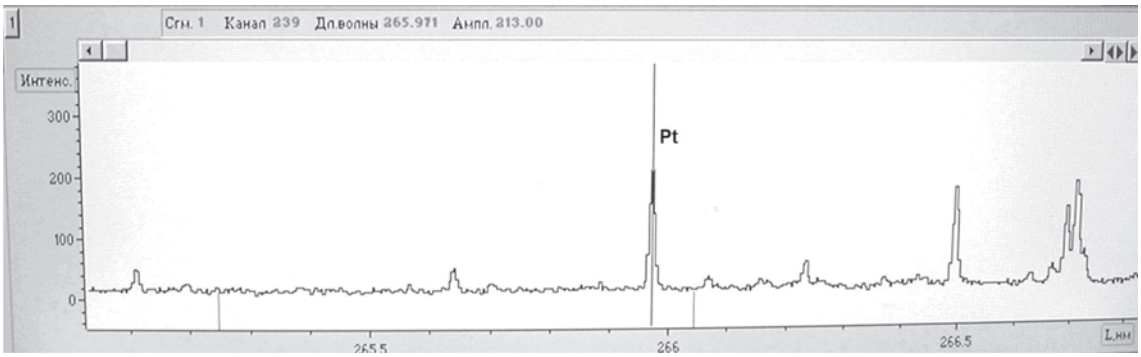


Рис. 2. График регистрации спектра Pt в конфигурационном файле Sr.dvc

История геологических исследований, геологическое наследие, геологическое образование

Сыктывкар – центр геологической науки Европейского Севера в годы Великой Отечественной войны

Г. А. Анисимова
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Минерально-сырьевые ресурсы всегда являлись и являются источником могущества и обороноспособности любого государства. Академик А. Е. Ферсман в своей работе «Война и стратегическое сырье», изданной в самом начале Великой Отечественной войны, писал, что «решает исход войны не только военная техника и стратегия, что один из решающих факторов успеха — запасы сырья в самой стране и даже в ее недрах». В эту войну они сыграли огромную, а иногда и решающую роль в победе над врагом. Великая Победа добывалась не только талантом военных стратегов, не только самоотверженной службой Отечеству солдат на фронте, но и громадными усилиями бесчисленного множества людей в тылу, которые внесли большой вклад в разгром вражеских войск, в спасение мировой цивилизации. За всем этим стоял труд и миллионов разведчиков недр, в том числе геологов Коми края.

До начала Великой Отечественной войны Коми край был уже сравнительно развитым в промышленном отношении районом Советского Союза. Произошли значительные изменения в экономике благодаря открытию и началу эксплуатации Печорского угольного бассейна. В 1932 г. была заложена первая шахта в Воркутинском районе, а в 1934 г. начата ее эксплуатация. Интенсивно строились новые шахты. Общий объем угледобычи в 1940 г. составил 300 тыс. т [1].

Сырьевой базой развития нефтяной промышленности республики являлись ухтинские месторождения. Здесь в 1930 г. было открыто Чибьюское месторождение легкой нефти (введено в эксплуатацию в 1931 г.), в 1932 г. — Ярегское месторождение тяжелой нефти, его разработка началась в 1940 г. Общая добыча нефти к 1940 г. достигла 69,8 тыс. т, из которых 14 % составила тяжелая нефть [1].

В 1935 г. открыто Седьёльское газовое месторождение на базе которого в 1938 г. в Ухте был построен первый нефтеперерабатывающий завод и начаты подготовительные работы по созданию газово-сажевой промышленности. В конце 1940-х– начале 1941 гг. геологами был выявлен ряд нефтегазоносных структур: Нямодская, Сед-Иольская, Вой-Вожская.

За год до начала войны правительством страны принимается решение о скоростном строительстве железной дороги Коноша-Воркута, для ускорения темпов развития нефтегазовой и особенно угольной промышленности Коми АССР. В конце 1941 г. эта дорога, протяженностью 1110 км, была построена и введена в строй. Безусловно, сооружение Северо-Печорской железнодорожной магистрали резко изменило транспортно-географическое положение республики и в частности Печорского угольного бассейна.

Несмотря на сравнительно развитую в тот период промышленность, степень изученности территории республики была низкой. Своей академической единицы в Коми АССР тогда не существовало. Геологические изыскания в регионе велись не только силами промышленных предприятий лагерей ГУЛАГа («Ухтижемстрой», «Воркутстрой», «Печстрой», «Севжелдорстрой»), но и научными организациями Академии наук СССР и отраслевыми институтами Москвы, Ленинграда, Свердловска. Для изучения территории всего Европейского Севера были созданы Северная база АН СССР и Северное геологическое управление (СГУ) с центром в Архангельске. В задачи этих учреждений входило изучение природных ресурсов Архангельской, Вологодской областей и Коми АССР. Понятно, что столь обширные границы исследуемой территории не были в равной степени охвачены полевыми работами. В этом отношении Коми АССР уделялось недостаточно внимания. Поэтому правительство республики неоднократно обращалось в Совнарком СССР, Президиум академии наук с просьбой о более эффективном исследовании территории [2]. В итоге, 7 августа 1939 г. в Сыктывкаре по инициативе А. Е. Ферсмана была образована группа Северной базы АН СССР (заведующим группой был назначен инженер-геолог П. Д. Калинин). Это был первый шаг к комплексному изучению минерально-сырьевых ресурсов края.

Великая Отечественная война внесла свои коррективы в дальнейшие геологические исследования. Страна полностью переходит на военный режим. Становится ясным, что борьба с врагом будет изнурительной и трудной. В это время наше государство объявляет лозунг: «Все для фронта, все для победы», который становится законом жизни для всех советских людей и мерилом для каждого. Подчиняясь этой цели, институты и учреждения АН СССР начинают перестраивать свою мирную работу в направлении обслуживания наиболее важных вопросов фронта.

Угроза оккупации германскими войсками Северо-Запада СССР вызвала необходимость эвакуации в г. Сыктывкар Кольскую (г. Кировск, Мурманская обл.) и Северную (г. Архангельск) базы АН СССР. 30 сентября 1941 г. Президиум Академии наук СССР принял решение в соответствии с разрешением Совнаркома СССР объединить эти учреждения в Базу по изучению Севера им. С. М. Кирова. Директором был утвержден академик А. Е. Ферсман, заместителем — Ф. М. Терновский.

Немного позднее в столицу республики эвакуируется Северное геологическое управление.

В связи с вступлением в войну Финляндии и наступлением вражеских армий на Карельском перешейке, в Сыктывкар был эвакуирован Карело-Финский университет с оборудованием и профессорско-преподавательским составом. В университете продолжена работа кафедры геолого-гидро-географического факультета. Помимо проведения научно-исследовательских изысканий, в которых участвовали преподаватели, аспиранты и студенты университета, работал и диссертационный совет. В 1942—1944 гг. ученый совет присудил степень кандидата наук 13 научным работникам, в том числе и сотрудникам геологических учреждений: в 1942 г. — В. В. Ламакину, в 1943 г. — М. А. Плотникову, в 1944 г. — Г. А. Чернову.

За довольно короткий срок маленький провинциальный городок принял около полутора тысяч эвакуированных. Научных сотрудников и их семьи обеспечили жильем, питанием и рабочими местами. В Сыктывкаре волею судеб сосредоточилась вся академическая наука европейского Севера страны.

Война с Германией повернула науку в русло, направленное на поиск и разработку природных ресурсов, необходимых для обороны страны и нужд фронта. Тематический план принятый в начале 1942 г. стал, по сути, основной программой на весь период войны. От ученых-геологов требовались не только прогнозы, но прежде всего данные о фактических запасах полезных ископаемых для нужд обороны, конкретных физико-химических и технологических характеристик руд, что легло в основу проводимых геологических исследований. Полевые изыскания в первую очередь были направлены на поиски и изучение месторождений железных руд, цветных металлов, нефти и газа, угля, марганцевых и фосфоритовых рудопроявлений.

За годы войны в республике впервые были проведены две геологические конференции (1942, 1944 гг.). Лучшие умы геологической науки выступили с установочными докладами: А. А. Чернов — «Полезные ископаемые Коми АССР и задачи освоения их для нужд Великой Отечественной войны»; А. Я. Кремс — «Нефтяные и газовые месторождения Коми АССР»; К. Г. Войновский-Кригер — «Геология Воркутского каменноугольного месторождения и перспективы северо-восточной части Большеземельской тундры»; Г. А. Чернов — «Перспективы нефтеносности в восточной части Большеземельской тундры»; И. А. Преображенский — «Тип и характер железорудных месторождений Коми АССР и перспективы развития металлургической промышленности» и др. [3]. Участники этих научных форумов провели всесторонний анализ результатов геолого-поисковых работ, обобщили опыт и определили дальнейшие задачи и пути их реализации. Весьма ценным явилось то, что материалы Первой конференции были оперативно опубликованы, что послужило важным фактором для ознакомления с ними геологической общественности и для планирования дальнейших работ. Конференции во многом обеспечили открытия новых нефтяных и газовых месторождений в последующие годы. Организация геологических форумов станет традицией.

Усиление геологоразведочных работ с использованием труда заключенных ГУЛАГа, и в большей мере исследованиями ученых, работавшими в годы войны в республике, открыло огромные потенциальные возможности для дальнейшего развития не только производительных сил, но и академической науки в регионе. Экономические потребности военного времени оказали влияние на развитие геологической науки и определили теснейшую связь научных исследований с практическими потребностями по-военному мобилизованной промышленности. В период войны был открыт ряд новых угольных (Хальмеръюское, Усинское и др.) и газовых (Вой-Вожское, Нибельское) месторождений. Геологи Севера проделали большую работу по разведке строительных материалов и питьевых вод. Был выполнен ряд специальных исследований по горючим сланцам и доказана перспективность некоторых районов, подсчитаны запасы минерального сырья, составлена геологическая карта всего Европейского севера страны. Уже в 1944—1945 гг. было дано обоснование необходимости разведки нефтегазоносных структур в Предуральском прогибе, как наиболее перспективной области в отношении нефтегазоносности. Открытые в дальнейшем в этом районе крупнейшие газовые месторождения блестяще подтвердили прогнозы ученых, работавших в годы войны.

Политическая и экономическая система Советского Союза в годы Великой Отечественной войны при всех ее недостатках имела и большое

преимущество — она обладала мощными мобилизационными возможностями. Централизованная система управления позволяла направлять стратегические ресурсы страны на решение первоочередных задач.

Яркой вехой в историю науки Коми края вошел 1944 г., когда в Сыктывкаре была создана научно-исследовательская организация, которая положила начало становлению академической науки и углубленному изучению территории региона. Таким образом, Великая Отечественная война создала объективные предпосылки для ускорения и расширения геологических исследований на Европейском Севере.

Литература

1. Геологическая изученность СССР. Т. 5. Коми АССР. Л.: Наука, 1976.

2. *Малкова Т. А.* Развитие научных исследований в Коми АССР в годы Великой Отечественной войны. Сыктывкар, 1995. 128 с.

3. Материалы первой геологической конференции Коми АССР. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1944.

Неизвестное письмо А. Г. Бетехтина из личного архива Д. П. Григорьева

Ю. Л. Войтеховский
ГИ КНЦ РАН, Апатиты

Будучи председателем Комиссии по истории РМО, акад. Н. П. Юшкин не прошёл мимо того факта, что в Сыктывкаре (ранее Усть-Сысольск) провёл детские и юношеские годы крупный минералог и геолог акад. А. Г. Бетехтин. Результатом архивных поисков стали биографические работы [1, 2]. «Мы узнали много нового. К сожалению, существенный период его жизни удалось осветить лишь фрагментарно... Обращаясь к биографическим материалам А. Г. Бетехтина, ощущаешь какую-то печаль, что и научная биография А. Г. не написана, а ведь работавшие с ним ученики и коллеги тоже уходят один за другим в мир иной. Потом пойдут субъективные интерпретации и интерпретации самодовольных потомков... Будем надеяться всё же, что памяти большого учёного будет отдано должное» [2, с. 27—28].

В личном архиве проф. Д. П. Григорьева в Комиссии по истории РМО хранятся материалы по подготовке Всесоюзного минералого-геохимического совещания, в том числе доклад оргбюро «Состояние и очередные задачи учения о рудных месторождениях, минералогии и геохимии» на 60 машинописных страницах, составленный К. А. Власовым, Д. И. Щербаковым, А. А. Сауковым, О. Д. Левицким, В. И. Герасимовским, Г. П. Барсановым, А. И. Гинзбургом — эти имена стоят под одним из машинописных экземпляров. Всего вариантов доклада — три, ни один не датирован. Первые ответы геологов, попавших под огонь критики, в адрес оргбюро датированы мартом 1950 г. Перекрёстное сравнение писем, протоколов и вариантов доклада позволяет установить их очерёдность и проследить смену акцентов. Неизменными во всех вариантах доклада остались обвинения коллег в космополитизме и низкопоклонстве, самоуничижение и обещания работать лучше. Совещание было намечено на ноябрь 1953 г. Это следует из протокола заседания оргкомитета от 2 апреля, высланного Д. П. Григорьеву 18 апреля 1953 г. В сопроводительном письме Д. И. Щербаков просит прислать тезисы двух обещанных докладов не позднее 15 мая 1953 г. Хорошо известно, чем закончились подобные конференции в генетике, физиологии, языкознании и других науках. 5 марта 1953 г. скончался И. В. Сталин. Но идеологическая машина ещё работала по инерции...

Под особо жёсткую критику оргбюро попали А. Н. Заварицкий, А. Г. Бетехтин, Д. С. Коржинский, Д. П. Григорьев. (Умершие В. И. Вернадский и А. Е. Ферсман, репрессированные В. М. Крейтер и И. Ф. Григорьев — тоже.) Видимо, подразумевалось, что названные учёные покаются в идеологических заблуждениях — и дело с концом. Но они не покаялись. И это превращает их письма в оргбюро в важные исторические документы. Приведём лишь один фрагмент, касающийся «Минералогии» А. Г. Бетехтина, и его ответ. «К недостаткам следует также отнести то обстоятельство, что не всегда у нас даётся правильное определение содержания и задач наших наук, в частности, минералогии. Последняя нередко рассматривается как чисто описательная наука, вопросы генезиса минералов часто игнорируются, в то время как без знания генетической минералогии невозможны поиски минерального сырья. Описательное направление в минералогии особенно характерно для современной зарубежной науки. Вызывает удивление, что в недавно вышедшей книге А. Г. Бетехтина «Минералогия»

(1950) вопросы генетической минералогии совершенно выпущены, они должны, по мнению А. Г. Бетехтина, излагаться в курсе «Полезные ископаемые», что является, конечно, неправильным» (с. 34 доклада оргбюро — Ю. В.). Примечания А. Г. Бетехтина простым карандашом на полях рукописи: «Это время уже прошло. У нас давно уже не рассматривают минералогию как чисто описательную науку. Однако это отнюдь не снимает описания минералов (см. об этом мою статью «К истории минералогии»). Необходимости существования описательной минералогии никоим образом не отвергал и В. И. Вернадский (см. его «Опыт описательной минералогии», 1914—1922). Обо всём этом надо написать точно, а не так, как здесь изложено. Этого для поисков ещё далеко не достаточно. Тут что-то не всё понимает автор. Не отвечает действительности. Что за абсурд!»

«Многоуважаемый Кузьма Алексеевич! Я получил 10 марта с/г проект доклада от оргбюро на Всесоюзном минералогическом съезде с просьбой дать свои замечания. Доклад настолько обширный, что из-за болезни я не в состоянии написать замечания по всем возникшим у меня вопросам в столь короткий предложенный мне срок. Я ограничусь только теми вопросами, которые относятся к моей специальности, а именно минералогии, и тем пунктам, которые касаются непосредственно меня.

1. Мне непонятно, почему в докладе оргбюро выпущена критика книги «Минералогия» А. С. Уклонского и его отдельных статей. Ни слова не сказано о книгах Н. А. Смольянинова «Практическое руководство по минералогии», В. С. Соболева «Введение в минералогию силикатов», Н. В. Белова «Структура ионных кристаллов», а также по поводу Дэна «Система минералогии» и др. Ведь есть же что-то положительное и что-то отрицательное, о чём неплохо было бы сказать в докладе.

2. Почему в п. 16 (с. 57) «Составление справочных изданий, учебных пособий и пр.» выпали мои предложения, как будто бы разделявшиеся членами оргкомитета на заседании в прошлом году: (а) создание учебного пособия по минералогии органических соединений, (б) создание полного капитального справочного пособия по минералогии (кроме «Минералов СССР»), (в) составление «Теоретической минералогии» для студентов старших курсов и аспирантов (в виде дополнительных статей). Я считаю, что всё это крайне важно для развития минералогии в нашей стране.

3. При критике моей книги «Минералогия» в докладе оргбюро допущен ряд грубых извращений. Дважды (на с. 34 и 57) указывается, что я якобы считаю, что вопросы генетической минералогии *должны излагаться в курсе «учения о полезных ископаемых»* (здесь и далее подчёркнуто в оригинале — Ю. В.). Кто-то чего-то не понимает. Не могу же я такую чепуху нести. Здравого смысла я никогда не терял.

Я позволю себе привести справку. У меня сказано, что в книге ленинградского коллектива III часть («генетическая минералогия») «в сущности, затрагивает учение о месторождениях полезных ископаемых, т. е. дисциплину, специально преподаваемую на старших курсах вузов. Как показала практика преподавания, студенты II курса без основ петрографии, читаемой на III курсе, не в состоянии правильно усвоить эту важнейшую отрасль геологической науки. Вместо этого *в руководстве уделено гораздо больше внимания условиям образования* самого минерала в природе, его дальнейшей истории существования, углублённому изучению парагенетических соотношений минералов и т. д.» (т.е. как раз, чему учил В. И. Вернадский). *Разве это означает*, что вопросы генетической минералогии (или, иначе, генезиса минералов) *должны излагаться* в курсе полезных ископаемых?

Я категорически протестую против этих клеветнических выпадов. Чтобы окончательно убедиться в несправедливости этих обвинений, я прошу членов оргбюро *обстоятельно сравнить* мою «Минералогию» с «Земными силикатами, алюмосиликатами и их аналогами», а также с более ранними изданиями минералогии В. И. Вернадского, уже не говоря о других минералогиях. Из такого сравнения нетрудно увидеть, что генезис минералов мной рассматривается в том же разрезе и объёме, как у В. И. Вернадского. Общегенетические вопросы в связи с кристаллохимией разбираются в вводных частях к разделам, классам, подклассам и иногда группам минералов. Мало того, в отличие от многих «Минералогий» в общей части курса я излагаю, насколько это возможно, *геологические процессы образования месторождений и горных пород*. Однако полный курс месторождений полезных ископаемых без предварительного знания петрографии и физической химии, *как я лично убедился на практике*, нецелесообразно преподавать в минералогии (студенты, не будучи подготовлены, не всё понимают так, как нужно). Меня удивляет, как можно после всего этого придти к клеветническому заявлению в докладе: «Вопросы генетической минералогии *совершенно выпущены*» (с. 34). Что это такое?

Правда, моя «Минералогия» существенно отличается от других практической направленностью изложения. В более ранних «Минералогиях», в том числе В. И. Вернадского и С. М. Курба-

това, этого не было. Но если в те времена это допускалось, то теперь вряд ли кто станет возражать против этого. Однако все практические сведения отнюдь не заслоняют генетических вопросов минералогии. В этом легко убедиться, проверив в книге всё, что только что было сказано выше и сравнив с другими советскими минералогами (по смыслу должно быть «Минералогиями» — Ю. В.), которые оргбюро считает лучшими.

4. Я в своих работах не употребляю термина «генетическая минералогия». И делаю это по следующим двум причинам. (а) Термин «генетическая минералогия», как известно, введен в нашу литературу Н. М. Федоровским, являющимся врагом народа. (б) В. И. Вернадский в 1936 г. при встрече с С. С. Смирновым, А. К. Болдыревым и мной критиковал этот термин, критиковал книгу Федоровского «Генетическая минералогия», критиковал III часть курса минералогии ленинградского коллектива «Генетическая минералогия». Он указал, что книга Федоровского ничем, кроме названия, не отличается от обычной минералогии. Именно он указал, что минералогия как *учение о минералах* должна включить в себя и вопросы генезиса и истории минералов. Иначе какая же это будет наука? Я хорошо помню, что, возражая против термина «генетическая», он приводил в пример механику, которая делится на: (1) теоретическую и (2) прикладную, но не существует «генетической механики». Нет её и в естественно-исторических науках.

Мысли В. И. Вернадского мне показались вполне здравыми. Придя домой и заглянув в Энгельса и имевшуюся у меня Советскую энциклопедию, я окончательно убедился как в этом, так и в том, что теоретические и прикладные науки *не могут метафизически противопоставляться друг другу,* они взаимно друг друга оплодотворяют и находятся *в диалектическом единстве*. Всё это полностью совпало с моими представлениями, сложившимися на работах в рудничных предприятиях. Действительно, было бы смешно генетическую минералогию противопоставлять какой-то другой минералогии.

Однако то, что я не употребляю термина «генетическая минералогия», отнюдь не означает, что я не занимаюсь вопросами генезиса как минералов, так и рудных месторождений. Членам оргбюро, наверное, известно об этом по моим работам. Наоборот, как известно, вопросам генезиса я сам лично придаю большое значение (наряду с решением практических задач) и много работаю над ними, поскольку при правильной постановке исследований решение этих вопросов приводит к важным практическим заключениям.

5. На с. 35 целый большой абзац посвящён моей исторической работе 1950 г. (не указано точно, какой), очевидно, «К истории русской минералогии» (Изв. АН). В книге «Минералогия» главы по истории у меня нет, а приведены лишь главнейшие моменты развития минералогии и естествознания в целом, т. е. перечислены отдельные даты с комментариями. Вполне сознательно дано и соответствующее заглавие (прошу членов оргбюро не допускать искажений, если имеется в виду эта глава).

В этом абзаце по исторической статье я обвиняюсь во многих смертных грехах: в сведении «всего к биографии отдельных учёных, без учёта общественно-политической и экономической обстановки» (не отвечает действительности), в отсутствии первоначального периода русских рудознатцев (не отвечает действительности), в отсутствии приоритета и значения работ отечественных учёных (не отвечает действительности), в отсутствии вскрытия на фоне критики метафизической сущности отдельных направлений западной науки (это так), в отсутствии вскрытия работ ряда русских учёных, например, Севергина, Вернадского и Ферсмана (не отвечает действительности). В следующем абзаце моя фамилия ещё раз упоминается (даже непонятно, в связи с чем) наряду с другими лицами, писавшими исторические статьи (кроме Г. П. Барсанова).

К Вам, Кузьма Алексеевич, у меня вопрос. Вы представляли мою статью к печати и подробно знакомились с ней, причём, насколько помню, положительно отнеслись к ней. Как Вы смотрите на указанные выше явные извращения? Вы, вероятно, читали VI раздел доклада (с. 35). Хорошо известно, что вопросами истории науки наши учёные начали заниматься в самые последние годы. Казалось бы, хоть как-то следовало бы поддержать эти важные начинания и конкретно как-то помочь. А что же мы видим в докладе оргбюро? Ни одной положительной нотки. Наоборот, создаётся впечатление, что докладчик по разделу минералогии стремится такими средствами задушить инициативу первых, осмелившихся выступить на этом фронте. Это ведь отобьёт всякую охоту заниматься этими вопросами в дальнейшем. Правилен ли этот зажим?

6. Я думаю, что минералогов на съезде будет интересовать мнение докладчиков оргбюро о моей книге «Минералогия». Да я и сам привык проверять, правильно ли я работаю, по тому, как воспринимает и относится к результатам моих работ общественность. Труд «Минералогия» меня особенно интересует, так как это лучшее детище во всей моей научной деятельности, в которое я вложил весь свой опыт и колоссальное количество упорного добросовестного труда, стремясь дать максимум пользы для блага

нашей Родины. Из доклада оргбюро, в котором во многих местах даются ссылки на мою «Минералогию», вытекает, что кроме вреда от моей книги ничего не получилось. Если действительно таково мнение оргбюро, то я, естественно, должен из этого сделать соответствующие выводы. Поэтому мне лично и важно знать, как следует понимать содержание этого доклада в части, касающейся оценки моей книги «Минералогия». Прошу Вас, Кузьма Алексеевич, не отказать в любезности сообщить мне мнение оргбюро по этому вопросу.

13 марта 1950 г. *А. Г. Бетехтин»*

«Курс минералогии» А. Г. Бетехтина переиздавался несколько раз, последний — в 2008 г. На этом фундаментальном, энциклопедичном и легко читаемом учебнике воспитаны несколько поколений геологов. А. Г. Бетехтин в 1953 г. избран академиком, К. А. Власов — членом-корреспондентом АН СССР. В честь обоих названы минералы — бетехтинит и власовит. История всё расставила на свои места. Тогда чему она учит в нашем конкретном случае? Тому, что в идеологизированном государстве научная критика незаметно, даже нечаянно перерастает в донос. И единственным средством против этого является личная порядочность и гражданское мужество учёного. Доклад «Состояние и очередные задачи учения о рудных месторождениях, минералогии и геохимии» и все относящиеся к нему документы из архива Д. П. Григорьева готовятся к публикации Комиссией по истории РМО.

Литература

1. *Юшкин Н. П., Митюшева Н. А., Паршуков В. Ф.* Ранние страницы биографии А. Г. Бетехтина // Зап. ВМО. 1987. № 2. С. 248—252.

2. *Юшкин Н. П., Паршуков В. Ф.* Усть-Сысольские истоки биографии академика А. Г. Бетехтина. Сыктывкар: Геопринт, 1997. 36 с.

Геоархеологические исследования на р. Ижме

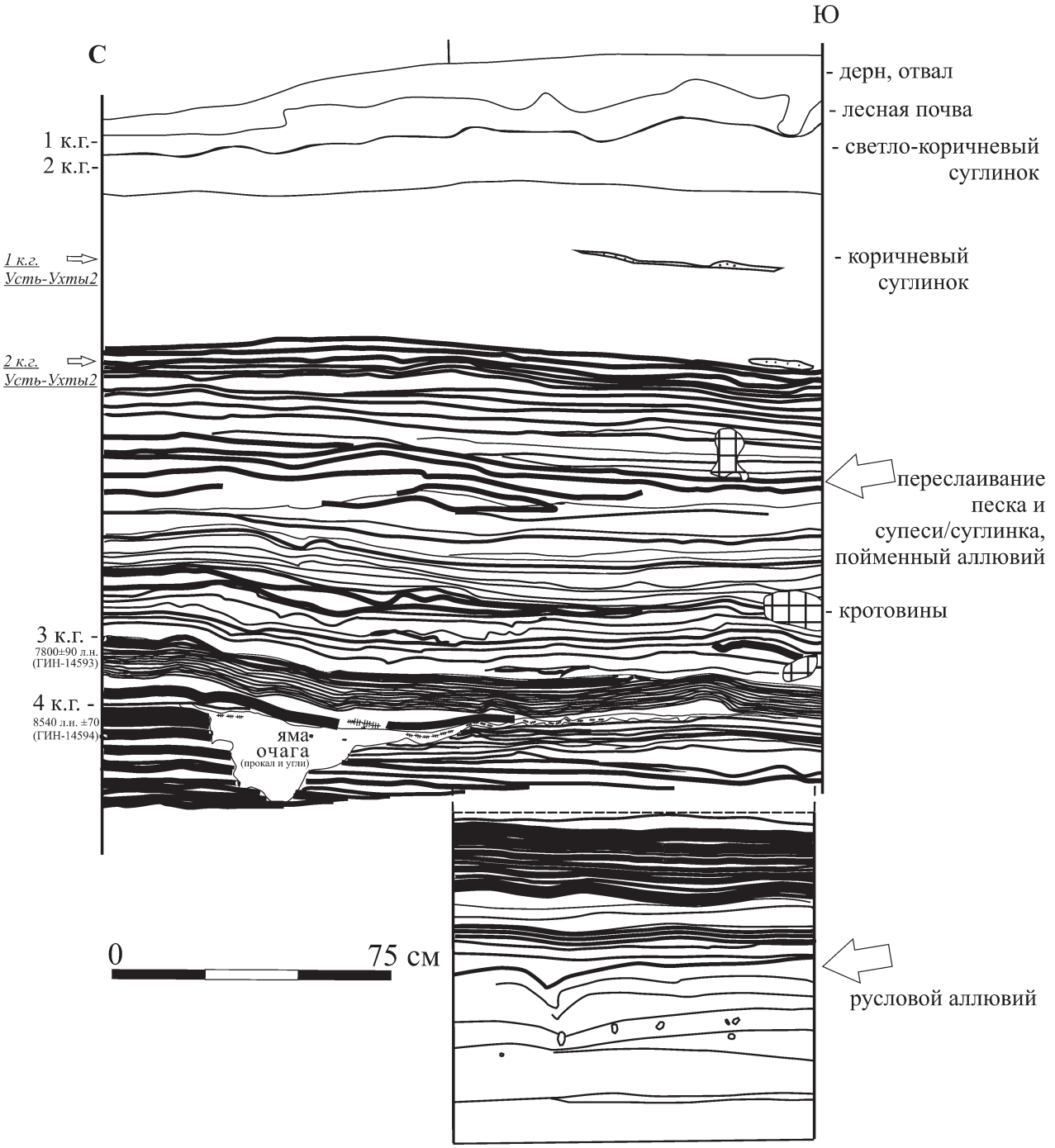
А. В. Волокитин[1], Л. Н. Андреичева[2]
[1]ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

До недавнего времени абсолютное большинство выявленных в долине р. Ижмы археологических памятников располагались на так называемых боровых террасах. Культурные остатки их залегают на небольшой глубине в подзоле или в верхах иллювиального горизонта. Последнее более характерно для самых древних на данный момент стоянок на р. Ижме, относящихся к эпохе мезолита. Возможности таких памятников в плане комплексных исследований весьма ограничены.

Целенаправленные поиски археологических объектов в иной стратиграфической и геоморфологической ситуациях на р. Ижме были начаты в 2001 г. Тогда была открыта стоянка в устье р. Ухты с двумя уровнями залегания культурных остатков в отложениях 8—10-метровой аллювиальной террасы. Она расположена на левобережье реки в 70 м выше ее устья. Находки были выявлены в расчистке берегового обнажения. Стоянка получила название Усть-Ухта 2, и расположена она на территории пос. Усть-Ухта (Сосногорский район Республики Коми), что затруднило возможность ее дальнейшего исследования [1]. В 2012 г. во время археологических работ по трассе строящейся ВЛ 220 кв «ПЕЧОРСКАЯ ГРЭС — УХТА — МИКУНЬ» местонахождение было осмотрено вновь, были обнаружены находки в осыпи обнажения. В 2003 г. в ходе проведения разведочных работ у южной окраины пос. Том (Ижемский район Республики Коми) в отложениях 10-метровой террасы был открыт археологический памятник Вылыс Том 2. Он находится на правом берегу р. Ижмы, в 200 м выше устья р. Вылыс Том. При проведении рекогносцировочных раскопок этого памятника установлено наличие четырех культурных горизонтов [2].

В те же годы сотрудниками Института геологии были проведены исследования верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений в долине р. Ижмы [3—6]. Хотя данные работы проводились независимо от археологических изысканий, они заложили базу для дальнейших совместных исследований. В 2010 г. было начато планомерное комплексное изучение многослойного археологического памятника Вылыс Том 2, продолжающееся до настоящего времени.

Первый культурный горизонт памятника залегает в современной оглеенной лесной почве (см. рисунок) и датируется концом существования ананьинской общности раннего железного века, то есть концом I тыс. до н. э.



Раззрез восточной стенки раскопа (фрагмент) на многослойной стоянке Вылыс Том 2. 1–4 к. г. — культурные горизонты стоянки (сверху вниз). Стрелками указано возможное положение двух культурных горизонтов, выявленных на стоянке Усть-Ухта 2 со сходным строением отложений

Второй культурный горизонт залегает в коричневом суглинке на глубине 0.3—0.5 м от современной дневной поверхности. Его находки характерны для позднего неолита.

Третий и четвертый культурные горизонты залегают на глубине более 2 м и связаны с гумусированными прослоями пойменного аллювия. В третьем культурном горизонте отмечены большие по площади линзы древесного угля и совсем небольшая линза прокала. По всей площади равномерно располагается большое количество костей, в том числе крупных млекопитающих. Были идентифицированы лось и бобр. В четвертом культурном горизонте выявлены кострища. Они примыкают друг к другу и вытянуты в одну линию по направлению с юго-запада на

северо-восток. Одно имело прокал большой мощности, в его верхней части располагались угли, представляющие «недогоревшие поленья». Они залегали в песчаном прослое, перекрывающим четвертый культурный горизонт, но основанием находились в очаге. В прокале, особенно в верхней его трети, многочислены кальцинированные кости. Ниже прокала залегали углистые прослои с включением крупных углей. Общая мощность кострища достигала 0.5 м. Идентифицированы бобр, лось, северный олень, куница или соболь, белка, птицы, щука, карповые. Из них, как и следовало ожидать, массово представлены только лось и бобр.

Отмечается сходство каменных инвентарей третьего и четвертого культурных горизонтов, как по сырью, так и по составу. Так, в третьем горизонте есть сколы со шлифованных орудий, а в четвертом, помимо таких сколов, обнаружены шлифованные топоры. Оба горизонта относятся к эпохе мезолита. Как в третьем, так и в четвертом культурных горизонтах, собраны угли на радиоуглеродный анализ. По образцам, отобранным в 2011 г., в Лаборатории геохимии изотопов и геохронологии Геологического института РАН (ГИН РАН) получены даты: третий культурный горизонт — 7800±90 (ГИН-14593), четвертый культурный горизонт — 8540±70 (ГИН-14594) [2]. В настоящее время проводится изучение образцов спорово-пыльцевым и диатомовым методами.

Исследование многослойного памятника Вылыс Том 2 позволило существенно уточнить выводы, сделанные в отношении стоянки Усть-Ухта 2. При всех отличиях разрезов, таких например, как наличие раковин в верхах отложений Усть-Ухты 2, можно скоррелировать положение культурных остатков двух памятников и уточнить датировки культурных горизонтов стоянки Усть-Ухта 2 (см. рисунок). Первоначально они были отнесены к средневековью и раннему железному веку. Теперь можно говорить о том, что первый культурный горизонт Усть-Ухты 2, в котором обнаружены следы очага (прокал и углистый слой), а также многочисленные фрагменты обожженных костей (рыба, птица, бобр, млекопитающие) и отщепы кремня, скорее всего, не моложе второго культурного горизонта стоянки Вылыс Том 2 и относится к неолитической эпохе. Второй культурный горизонт Усть-Ухты 2, представленный фрагментом керамического тонкостенного сосуда и залегающий в гумусированном прослое, отделенном слойками песка, относится к более раннему этапу той же неолитической эпохи.

Продолжающиеся геоархеологические исследования на р. Ижме выявили и еще выявят новые аспекты взаимосвязи древних коллективов и природных обстановок на протяжении последних 9 тысяч лет.

Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований по Междисциплинарному проекту РАН № 12-М-5В-2037. «Влияние природной среды и климата на расселение первобытного человека в голоцене в бассейнах Ижмы и Вычегды»

Литература

1. *Волокитин А. В.* Новые археологические памятники на Ижме // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2001. № 10. С. 17.

2. *Волокитин А. В., Андреичева Л. Н., Зарецкая Н. Е.* Геоархеологические исследования на р. Ижме: многослойная стоянка Вылыс Том 2 // Вестник Института геологии Коми научного центра УрО РАН, 2013. № 8 (244). С. 13—18.

3. *Братущак Ю. В.* (Голубева). Изменение растительности в голоцене в бассейне р. Ижмы // Квартер-2005: Мат-лы IV Всерос. совещ. по изучению четв. периода. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 48—50.

4. *Буравская М. Н.* Строение и формирование современного аллювия рек Ижмы и Вычегды. Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Сыктывкар, 2011. 24 с.

5. Буравская М. Н. Литолого-фациальная характеристика современного аллювия Тимана и Притиманья (на примере рек Ижмы и Вычегды) // Литосфера. 2009. № 6. С. 117—126.

6. *Голубева Ю. В.* Палеогеография и палеоклимат позднеледниковья и голоцена в северной и средней подзонах тайги Тимано-Печоро-Вычегодского региона (по палинологическим данным). Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. Сыктывкар, 2010. 20 с.

История развития геологического образования в Ухте, роль в формировании минерально–сырьевой базы Республики Коми

Н. П. Демченко
Ухтинский государственный технический университет, Ухта

Первый технический вуз в РК был создан из-за острой потребности бурно развивающегося северного региона в высококвалифицированных кадрах для разных отраслей промышленности. Открытие месторождений нефти стало исходной точкой для рождения города Ухты, углей — Воркуты и Инты, газа — Вуктыла. Для развития нефтегазовой отрасли в Ухту прибывали по государственному распределению молодые специалисты и завербованные работники.

Среди инициаторов основания ухтинского вуза оказались геологи-нефтяники, в первую очередь — доктор геол.-мин. наук *А. Я. Кремс*. Созданием УИИ завершилась эпопея, начавшаяся с консультационного пункта Московского института нефтехимической и газовой промышленности, переросшего в вечерне-заочный факультет, на базе которого в 1967 г. был создан Ухтинский индустриальный институт (УИИ), ныне — Ухтинский государственный технический университет [1].

С самого начала ведущими в УИИ стали кафедры геологии, геофизики и бурения, а приём студентов производился на специальности «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» [3].

Геологический факультет создан в 1969 г. с выпускающими кафедрами «Геология нефти и газа» (ГНГ) и «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» (ГФ). Первый выпуск (1972 г.) факультета составил 110 горных инженеров, в т. ч. геофизиков: 61 по дневной форме обучения и 14 — по заочной.

С первых лет в УИИ осуществлялась широкопрофильная подготовка специалистов по геолого-геофизическим и нефтегазодобывающим специальностям, которые смогли успешно трудиться также на геологической съёмке, поисках и разведке месторождений бокситов, россыпей золота и алмазов, строительных материалов и подземных вод. Это в короткие сроки решило проблему дефицита квалифицированных специалистов на промышленных объектах РК, резко сократило вызов иногородних специалистов. Выпускники вуза на практике показали правильность решения о создании в Ухте технического вуза. Первым ректором УИИ, его создателем был *Г. Е. Панов*, которого в 1970 г. сменил *В. М. Матусевич*, организовавший здесь кафедру гидрогеологии. Дальнейшее развитие институт получил при ректоре *Г. В. Рассохине*, специалисте в области разработки нефтяных и газовых месторождений, по инициативе которого в стране было создано объединение нефтегазовых вузов. Бывший первый секретарь Коми обкома КПСС И. П. Морозов отмечал, что рассохинский УИИ «*определяет техническую политику Коми АССР*» [3]. По инициативе ректора при институте был создан технический лицей, который носит его имя. Продолжая успешную работу своих предшественников, нынешний ректор *Н. Д. Цхадая* добился присуждения институту статуса государственного технического университета (УГТУ). Этому предшествовала упорная работа по развитию вуза с созданием ряда новых специальностей, открытием собственного санатория-профилактория, расширением спортивной подготовки студентов. УГТУ превратился в настоящий университетский комплекс, охватывающий практически все ступени общей и профессиональной подготовки по широкому спектру специальностей: от начальной школы через среднее и среднетехническое, высшее образование к учёным званиям и повышению квалификации. По тесным взаимоотношениям УГТУ с большинством научных организаций и промышленных предприятий города и республики университет по существу превратил Ухту в настоящий университетский центр республики.



Два декана ГРФ. Е. Ф. Крейнин (декан в 1969 г.), Н. П. Демченко (декан с 2004 по настоящее время)

Сегодня *геологоразведочный факультет* готовит специалистов по следующим специальностям: 1)130301 «Прикладная геология» со специализациями: а) «Геология нефти и газа»; б) «Прикладная геохимия, петрология, минералогия»;

2) 130302 «Технология геологических работ» со специализациями: а) »Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»; б) «Геофизические информационные системы»; в) «Геофизические методы исследования скважин». В составе ГРФ 3 выпускающие кафедры: геологии нефти и газа; минералогии и геохимии, геологии; геофизических методов, геоинформационных технологий и систем.

На ГРФ подготовлено более 3000 горных инженеров, в том числе более 400 по заочной форме образования. Выпускники ГРФ стали деканами разных факультетов, проректорами, заведующими кафедрами, профессорами, доцентами и преподавателями.

Работа факультета проводится в тесном содружестве с производственными и научными организациями геологоразведочного и нефтегазового профиля, в которых студенты ГРФ проходят производственные и преддипломные геологические и геофизические практики. Там они получают практические навыки, а после окончания вуза успешно трудятся на предприятиях ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»; ООО «Газпром переработка»; ООО «Роснефть-Северная нефть»; ЗАО НК «Нобель Ойл»; ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»; в филиале ООО «Газпром-ВНИИГАЗ; на предприятиях геофизического профиля; в Институте геологии Коми научного центра УрО РАН, ГУП РК «Тимано-Печорский научно-исследовательский центр; ООО «УГРЭ», ОАО «Боксит Тимана», ОАО «Ухтанефтегазгеология» и др.

Геологические и геофизические кадры, подготовленные в УГТУ, занимают ключевые позиции в производственных и научных организациях, а в некоторых из них составляют подавляющее большинство штатного расписания или полностью формируют инженерный состав этих организаций.

Выпускники факультета принимали активное участие в открытии и разведке месторождений бокситов, полиминеральных россыпей (алмазы, золото, минералы титана, редких металлов и редких земель), марганца, строительных материалов и подземных вод. Они руководили проведением геологической съёмки разных масштабов в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, в выполнении многочисленных и разнообразных тематических (научных) исследований.

Качественному геолого-геофизическому образованию способствуют действующие на факультете отделения двух Российских научных Обществ: Ухтинское отделение Российского Минералогического (РМО) и отделение Российского геологического общества (РГО). При РМО имеется молодёжная секция, при РГО — секция школьников «Морион», входящая в состав Детско-Юношеского геологического движения России, действующего под патронажем Российского Геологического общества. Успешно функционирует Попечительский Совет геологоразведочных специальностей. В УГТУ 14 лет проводится Международная молодёжная научно-техническая конференция «Севергеоэкотех».

Приоритетными для ГРФ являются следующие научные направления: «Теория и практика решения обратных задач геофизики», «Актуальные проблемы формирования, прогноза, разведки и разработки месторождений углеводородов Тимано-Печорской провинции», «Региональная минерагения и геохимия», «Геофизические методы при изучении глубинного строения и нефтегазоносности Тимано-Уральского региона», «Техноэкогеофизика: методология, теория и практика воздействия на геосреду физическими полями». Учёными факультета опубликовано более 2 тыс. научных трудов, включая монографии. Действует геологический музей.



Встреча первых выпускников спустя 40 лет, 2012 г.

Геологоразведочный факультет в 2013 г. включен в программу «Кадры для региона» на 2013—2015 гг , целью которого является: содействие развитию системы профессионального образования регионов. За 3 года на факультете будет создано 9 новых учебных и научных лабораторий. ГРФ В настоящее время УГТУ полностью обеспечивает потребности геологической и геофизической службы Республики Коми, частично — Архангельской области, Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов и других регионов России.

Литература

1. *Плякин А. М., Демченко Н. П.* Высшая школа разведчиков. Страницы истории геологоразведочного факультета Ухтинского государственного технического университета. Ухта: Кировская областная типография, 2007. 376 с.

2. *Кочетков О. С., Плякин А. М.* На рубеже тысячелетий (История кафедры минералогии и геохимии, геологии, геодезии). Ухта: УГТУ, 2002. 84 с.

3. Ухтинский государственный технический университет: пути становления и развития. Ухта: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. 311 с.

История формирования и анализ монографического палеонтологического фонда геологического музея

Л. Р. Жданова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Официальной датой организации геологического музея им. А. А. Чернова принято считать 21 мая 1968 г., когда вышло в свет постановление № 9 Бюро Отделения наук о Земле АН СССР. 25 декабря 1969 г. на ученом совете Института геологии Коми филиала был рассмотрен вопрос о формировании фондов музея. Было принято решение о создании музейной комиссии для приема коллекций. В состав комиссии вошли М. В. Фишман, Н. П. Юшкин, Д. М. Томова, В. А. Молин, М. А. Плотников, Л. А. Фефилова, А. И. Елисеев, Я. Э. Юдович, В. А. Чермных, В. В. Буканов, Б. А. Голдин.

29 декабря того же года на заседании ученого совета института было заслушано сообщение Н. П. Юшкина (заместителя председателя комиссии) об организации работы геологического музея. На основании доклада было принято принципиальное решение об оформлении коллекций для музея аналогично коллекциям Палеонтологического музея РАН. В дальнейшем данная базовая структура учета и хранения каменного материала позволила сформировать уникальный научно-исследовательский коллекционный фонд, который в полной мере характеризует современную геологическую изученность Северо-Востока европейской части России и отражает основные научные достижения сотрудников Института геологии.

В настоящее время основной монографический фонд музея состоит из 589 монографических и выставочных коллекций с 132 000 единиц хранения.

Музейный фонд начал формироваться с минералогических коллекций Н. П. Юшкина. В последующие годы тематика фондового материала и количество принятых коллекций варьировали в зависимости от числа законченных научных исследований.

За первые 10 лет работы музея было принято 211 коллекций, что составляет 36 % от объема основного фонда на текущий момент. Принятые тогда 144 монографически изученные коллекции легли в основу палеонтологического собрания.

С 1980 по 1990 гг. были приняты 143 коллекций, наибольшее число коллекций поступило в палеонтологический фонд — 68.

В следующий период (1991—2000 гг.) в фонды музея поступила 81 коллекций, из них — 46 палеонтологические.

За десятилетку 2000—2010 гг. было принято 114 коллекций, из них 57 палеонтологических.

Коллекции в музее представлены монографически опубликованными палеонтологическими остатками, содержащими голотипные, типовые и дублетные экземпляры различных групп фауны и флоры фанерозоя.

По систематическому принципу коллекции палеонтологического фонда распределяются (в %) следующим образом: саркодовые — 7, книдарии — 8 членистоногие — 22 моллюски — 9, брахиоподы — 16, позвоночные — 19, растения —19.

Основная масса палеонтологического материала собрана на территории Северо — Востока европейской части СССР и описана в монографиях научных сотрудников Института геологии КНЦ УрО РАН.

Простейшие (фораминиферы) региона монографически изучены для интервала поздний девон — ранняя пермь З. П. Михайловой, В. А. Чермных и С. Т. Ремизовой. К монографии «Фузулиниды верхнего карбона Печорского Приуралья»

и к ряду научных статей, посвященных фузулинидам и стратиграфии каменноугольных и нижнепермских отложений Печорского Приуралья, З. П. Михайловой в музей сданы 15 коллекций. К ряду научных работ, посвященных изучению фузулинид верхнего карбона Тимана, С. Т. Ремизовой в музей переданы две коллекции, в которых находятся семнадцать новых видов. В собрание фораминифер включены сборы В. А. Чермных из отложений раннекаменноугольного возраста, а также коллекция окаменелостей из отложений юрского периода.

Ископаемые книдарии возрастом от позднего силура до раннего карбона в музее представлены 24 коллекциями Н. А. Боринцевой, В. И. Есевой, В. С. Цыганко и В. Ю. Лукина. Автором 13 коллекций является В. С. Цыганко. Им проведено монографическое изучение девонских ругоз почти всего региона и выделено ряд новых таксонов: 1отряда, 2-х семейств, 1 подсемейства, 9 родов и 25 видов [1]. В группу кишечнополостных включены коллекции табулятоморфных кораллов из силурийских и девонских отложений.

Членистоногие представлены в монографических коллекциях В. А. Молина, Е. И. Соловьевой, Г. Г. Романова, Д. Б. Соболева. Из 64 коллекций, состоящих из ископаемых членистоногих, автором 55 коллекций является В. А. Молин. В состав этих коллекций включены 46 новых видов конхострак, выделенные автором. Большая часть этих коллекций переданы в музей на начальном этапе формирования музея и являются приложением к монографии В. А.Молина: «Двустворчатые листоногие перми и триаса севера СССР».

Ископаемые моллюски представлены пермскими двустворками и брюхоногими мела в 27 монографических коллекциях.

80 коллекций Н. В Калашникова и Т. М. Безносовой представлены брахиоподами.

Собрание конодонтов сформировано на основании поступлений их девонских представителей из коллекций А. Б. Юдиной, Г. Н. Чеусовой, раннекарбоновых экземпляров севера Урала из коллекций А. В. Журавлева.

Фонд позвоночных ископаемых организмов образован коллекциями В. А. Кочева, К. И. Исайчева, Д. В. Пономарева и рядом коллективных тематических коллекций.

Остатки девонских рыб Среднего Тимана сконцентрированы в коллекции П. А. Безносова.

К. И. Исайчев передал костные остатки копытного лемминга из верхнекайнозойских отложений бассейна р. Лаи. Зубы и костные остатки плейстоценовых грызунов региона были сданы В. А. Кочевым. Коллекция костей и черепов четвертичных млекопитающих передана в музейные фонды Б. И. Гуслицером.

Ископаемая флора региона представлена низшими растениями, в основном, диатомовыми водорослями. Более двух десятков коллекций как пресноводных, так и морских диатомей от позднего мела до современности сдано Э. И. Лосевой. Д. А. Дурягиной переданы образцы диатомовых водорослей из плейстоценовых и голоценовых отложений р. Печоры.

В коллекциях Л. А. Фефиловой содержатся образцы пермских и триасовых папоротниковидных Печорского Приуралья и листостебельных мхов перми всего Европейского Севера России.

В результате палинологических исследований, проводимых О. П. Тельновой, в музей сданы препараты миоспор из отложений девона.

В настоящий момент монографическое палеонтологическое собрание состоит из 340 коллекций, составляющий 57 % основного музейного фонда.

В 1980 г. был опубликован «Каталог монографических палеонтологических коллекций», составителем которого была Дина Михайловна Томова. Каталог содержал сведения о 73 коллекциях к опубликованным работам. На данный момент собрана информация по палеонтологическому фонду музея, для второго выпуска каталога монографических палеонтологических коллекций, который содержит сведения уже о 340 монографических работах по фанерозою.: по рифею и венду — 4, ордовику и силуру — 48, девону — 53, карбону– 41, перми — 69, триасу — 32, юре и мелу — 8, по кайнозою — 85. В составе палеонтологических коллекций находятся образцы и шлифы 364 новых видов и родов (голотипов) ископаемых организмов, открытых научными сотрудниками Института геологии на территории региона, в том числе 35 палеонтологических объектов, названных именами геологов. По типам голотипы палеонтологического фонда музея распределяются следующим образом: простейшие — 39, кишечнополостные — 32, членистоногие — 74, моллюски — 55, брахиоподы — 109, позвоночные — 3. Растения: низшие — 20, высшие — 34.

Данные коллекции в свое время служили основой для разработки региональных стратиграфических схем фанерозоя региона и опорных легенд для геологического картирования. В настоящий момент более 800 образцов палеонтологического фонда находятся в постоянной экспозиции, которая в геохронологической последовательности поэтапно раскрывает историю развития органического мира.

Литература

1. *Цыганко В. С.* Девонские ругозы севера Урала. Л.: Наука, 1981. С. 3.

Реализация программ производственной практики в образовательном процессе

Т. А. Овчарова[1], В. В. Заборовская[2]
Ухтинский государственный технический университет, Ухта

Обязательным направлением работы кафедры геологии нефти и газа является организация производственных практик. Производственная и преддипломная практики являются одним из важнейших разделов структуры основных общеобразовательных программ (ООП) специалиста и представляют собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся (см. табл. 1). Согласно учебному плану производственную практику студенты проходят в конце 4 курса в 8 семестре, а преддипломную — на 5 курсе в 9-м семестре, после зимней сессии.

Задачами производственной практики являются — закрепление и углубление теоретических знаний, практических навыков и умений, полученных студентом в процессе его обучения. Не менее важным в производственной деятельности студента является самостоятельная работа по сбору и обобщению поисково-разведочной и геолого-промысловой информации в процессе поисков, разведки и разработки залежей углеводородов. Эта информация анализируется, систематизируется и далее используется для написания курсовых работ (проектов), а в дальнейшем и всех разделов дипломной работы (проекта).

Тематика выпускных квалификационных работ ориентирована на проблемы нефтегазового комплекса европейского Севера: например «Геологическое обоснование перспектив нефтегазоносности и проект поискового бурения на N-ской структуре», «Геохимические исследования на N-ской структуре», «Анализ строения и условия образования коллекторов N-ской структуры», «Характеристика и прогноз коллекторов в рифогенных постройках на М-ском месторождении», «Литологическое обоснование перспектив нефтегазоносности М-ского месторождения», «Особенности условий образования и закономерности размещения коллекторов N-ского комплекса», «Проект доразведки М-ского месторождения» и другие.

Обе практики студенты проходят в нефтегазодобывающих, поисково-разведочных или научно-исследовательских организациях.

Базовыми предприятиями практик являются: ООО «Тимано-Печорский научно- исследовательский центр», ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» ТПП «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» ТПП «ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз», Филиал ООО «ЛУКОЙЛ- Инжиниринг» «ПечорНИПИнефть» в городе Ухта, Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в городе Ухта, Филиал «Ухта бурение» ООО «ГАЗПРОМ бурение», ООО «Георесурс» ПФ «Вуктылгазгеофизика», ООО «РН-Бурение», ООО «РН-Северная нефть», ЗАО «Печоранефтегаз».

Таблица 1

Организация практики

№ п/п	Наименование вида практики в соответствии с учебным планом	Семестр проведения практики	Цель практики	Форма отчета	Место проведения практики	Реквизиты и сроки действия договоров	Количество выделяемых рабочих мест
1	1-я производственная практика	8	Ознакомление с работой геолога на предприятиях города, в цехах, на промысле, в производственных отделах	Письменный отчет	Предприятия нефтегазодобывающей промышленности	9 недель	20 %
2	2-я производственная (преддипломная) практика	10	Сбор материала, в том числе и графического для написания дипломной работы (проекта)	Письменный отчет	Предприятия нефтегазодобывающей промышленности	7 недель	30 %

Таблица 2

Итоги прохождения производственной и преддипломной практики на кафедре геологии нефти и газа за 2007—2013 уч. год

Шифр и наименование специальности	Курс и название практики	Всего на курсе студентов	Прошли практику	На рабочих должностях	На предприятиях	В подразделении УГТУ	Сдали отчет на хорошо и отлично, чел. %	Не представили отчет в срок	Количество баз практик /студентов прошедших практику в РК (в т.ч. в Ухте)
2007—2008 уч. год									
130304 ГНГ	4 производственная	43	43	10	40	3	23/53	8/18.6	20/43
130304 ГНГ	5 преддипломная	32	32	5	27	5	32/100	—	8/32
2008—2009 уч. год									
130304 ГНГ	4 производственная	44	44	10	43	1	38/86	—	18/44
130304 ГНГ	5 преддипломная	44	44	5	39	5	41/93	—	8/44
2009—2010 уч. год									
130304 ГНГ	4 производственная	28	28	21	28	—	19/67.8	7/25.0	13/27
130304 ГНГ	5 преддипломная	44	44	44	43	1	43/97.7	—	15/40
2010—2011 уч. год									
130304 ГНГ	4 производственная	30	30	23	30	—	24/80	2/6.67	8/30
130304 ГНГ	5 преддипломная	27	27	24	27	—	25/92,6	-	11/24
2011—2012 уч. год									
130304 ГНГ	4 производственная	32	32	18	32	—	24/75	8/25	9/32
130304 ГНГ	5 преддипломная	31	31	21	31	—	23/74.2	6/19.4	9/31
2012—2013 уч. год									
130304 ГНГ	4 производственная	21	21	13	21	—	20/95	1/4.7	5/21
130304 ГНГ	5 преддипломная	31	31	7	31	—	28/90	3/9.6	7/31

В табл. 2 приведены результаты проведения производственной и преддипломной практик за 5 лет.

Анализируя таблицу 2, можно сделать следующие выводы:

• практики проходят все студенты специальности ГНГ;

• более 90 % студентов проходят практики на предприятиях;

• студенты, которые оставались в подразделениях УГТУ, привлекались к выполнению хоздоговорных тематик.

Самая низкая качественная успеваемость отмечена в 2007/2008 уч. г. — 53 %. Максимальное количество баз практик не является показателем качества проведения работ и написания отчета, многие предприятия не предоставляют необходимый материал, поэтому 47 % в этом учебном году защитили отчет с оценкой «удовлетворительно». В последующие годы кафедра старалась не заключать договоры с предприятиями, не предоставляющими требуемый материал к отчетам. В 2011/2012 уч. г. отмечается максимальный процент студентов, не успевших сдать отчет в срок, — 25 % по производственной и 19.4 % по преддипломной практике. Это может быть связанно с большим объемом геологической документации и графического материала, с работой на рабочих местах, вахтовым методом работы. Все это не позволило студентам уложиться в сроки практики.

В заключение хочется отметить следующее:

• оптимальный вариант прохождения практики — это когда производственная и преддипломная практики проходят на одном предприятии и сразу сориентированы руководителем на написание дипломной работы или проекта. Студент на производственной практике знакомится с материалом, собирает общие (геологические) сведения о месторождении (площади), а на преддипломной занимается сбором непосредственно специальной части — уточняет, дорабатывает материал, в т. ч. и графический;

• преподавателям кафедры, ведущим дипломников, начиная с 4 курса необходимо более тесно работать со студентами по теме будущей дипломной работы (проекта);

• профилирующей кафедре поддерживать более тесное сотрудничество с руководителями практики на производстве;

• если производственная практика выполнена в соответствии с требованиями, то качество дипломных проектов достаточно высокое. Рабо-

ты 33 % дипломников оценены на «отлично» и 45 % на «хорошо», 50 % проектов рекомендовано к внедрению, 88 % проектов выполнено по заказу предприятий, 12 % студентов рекомендовано к поступлению в аспирантуру;

• Все дипломированные специалисты, выпущенные кафедрой ГНГ, востребованы промышленными предприятиями и научными организациями. Это является объективной оценкой качественной деятельности кафедры.

Комплексное исследование ГПП «Ижемский»

Е. А. Зяблицева
МБОУ ДОД «Дом детского творчества»,
СП «Экологическая школа «Родник», Сосногорск

Выходы гипса в береговых обнажениях р. Ижмы в районе современного г. Сосногорска были выявлены и описаны в 1911 году геологом А. Н. Замятиным.

Усть-Ухтинское месторождение расположено на правом берегу реки Ижма, в 200 м выше устья реки Ухты, что пространственно соответствует ГПП «Ижемский». Месторождение представляет собой выход на поверхность пласта гипса мощностью 2.1 м. Сначала разработка осуществлялась карьерным способом. Позже из карьера была врезана эксплуатационная штольня, сохранившаяся до наших дней.

При изучении территории ГПП «Ижемский» были использованы методы натурного наблюдения, маршрутный, стационарный и опросный методы.

При описании биологического разнообразия на территории ГПП «Ижемский» и прилегающей территории были использованы наблюдения за период с 2006 по 2013 гг., а также собственные учебно-исследовательские работы: «Семейное увлечение по изучению грибов г. Сосногорска и его окрестностей», «Некоторые орнитологические наблюдения в окрестностях города Сосногорска», «Изучение особенностей поведения и биологии пауков на примере местной фауны», «Комплексное изучение ГПП «Сосновский».

Геологический памятник природы «Ижемский» учрежден постановлением Совета Министров Коми АССР от 29 марта 1984 году № 90 [2]. Для охраны предложен ТПО ВНИГРИ. Данный ГПП расположен на правом берегу р.Ижма, напротив устья р.Ухта и поселка Усть-Ухта, двумя километрами ниже по течению от ГПП «Сосновский», создан с целью сохранения и изучения стратотипического разреза слоев горных пород верхней части сульфатоносной ухтинской свиты франского яруса верхнего девона.

Границы территории ГПП проходят по урезу воды в пределах выхода отложений около 250 м и внешней кромке водоохранной лесной полосы шириной 200 метров вдоль правого берега реки Ижма [2, 3]. Площадь памятника ГПП «Ижемский» 3.5 га.

Памятник расположен на правом берегу реки Ижма, на восточном крыле Ухтинской антиклинали, в геологическом отношении является естественным продолжением ГПП «Сосновский», слои которого, вскрытые в обнажении 20, перекрывают коренные породы ГПП «Ижемский», вскрытые в обнажении 19А. ГПП «Ижемский» характеризуют отложения верхней сульфатоносной толщи ухтинской свиты франского яруса верх-него девона восточного крыла Ухтинской антиклинали (378—374 млн лет), представляющие хорошо обнаженный и наиболее доступный выход сульфатных отложений, вскрываемый в обнажении № 19А [2].

Особенностью памятника является выход на земную поверхность слоев гипса промышленного месторождения, разработка которого проводилась в прошлом сто-летии. Выход коренных сульфатоносных пород ухтинской свиты мощностью около 1.7 м наблюдается на участке около 50 м прямо напротив устья реки Ухта.

Скальный выход представлен массивным пластом гипса серовато-розоватого с вкраплениями крупных кристаллов таблитчатой формы. Коренной выход гипса весьма причудливой формы: напоминает голову великана с четко выраженными надбровными дугами, носом и ртом.

По склону развит карстовый рельеф, выраженный карстовыми воронками глубиной 5 и более м. Карстовые воронки малой глубины начинают появляться в лесу за Пионерской поляной.

Внешняя зона представлена лесистой, луговой и береговой зонами. Лесистая часть памятника природы «Ижемский» — тайга, представленная следующими породами деревьев: пятью представителями семейства Сосновых (*Pinaceae):* пихта сибирская (*Ábies sibirica*), сосна обыкновенная (*Pí nus sylvéstris*), ель сибирская (*Pí cea obováta*), ель обыкновенная (http://ru.wikipedia.org *Pí cea ábies*), лиственница сибирская *(Lárix sibí rica)*, лиственные — береза (повислая *(Bétula péndula)*, пушис-


Скальный выход гипса

тая *(Bétula pubéscen)* и карликовая (*Bétula nána*)), осина обыкновенная *(Pópulus trémula)*, подлесок сложен рябиной обыкновенной *(Sórbus aucupária)*, представителями рода Ива *(Salix)*, можжевельником обыкновенным *(Juní perus commúnis)* и черемухой обыкновенной *(Pádus racemosa)*. В обрыве растут малина обыкновемнная *(Rúbus idáeus)*, шиповник иглистый *(Rósa aciculáris)*, волчье лыко обыкновенное *(Dáphne mezéreum)*. На территории ГПП «Ижемский» произрастают земляника лесная *(Fragária vésca)*, костяника обыкновенная *(Lithobius forficatus)*, многолетних кустарничков семейства Вересковых *(Ericaceae)* весьма мало. Лесистая часть памятника покрыта сообществами мхов и лишайников. Мхов насчитывается 8 видов, лишайников — 10 видов. Встречено 3 вида папоротников: голокучник Линнея *(Gymnocarpium dryopteris)*, щитовник картузианский *(Dryópteris carthusiána)* и гроздовник многораздельный *(Botrychium multifidum)*. В пределах водоохранной лесной полосы, на лугу береговой части памятника насчитано 137 видов травянистых растений, в том числе, занесенные в Красную Книгу Республики Коми: пион уклоняющийся или марьин корень *(Paeonia anomala)*, хохлатка плотная или хохлатка Галлера *(Corydalis bulbosa)* [1].

На террирории ГПП «Сосновский» в период наблюдения с 2004 по настоящее время обнаружено 149 видов грибов, среди которых аскомицетов 4 вида, базидиомицетов 145 видов.

В лесном массиве и береговых кустах удалось пронаблюдать 12 видов птиц. Мир насекомых украшен бабочками, жуками, стрекозами. Бабочек удалось пронаблюдать 21 вид. Жуков и других насекомых — 42. В траве обитают пауки 18 видов.

В лесной зоне водятся белки, бурундуки, зайцы-беляки, лисы. На лугу обитают кроты, землеройки, мелкие грызуны. Мир пресмыкающихся украшен ящерицей живородящей *(Zootoca vivipara)*. Из земноводных встречена лягушка травяная *(Rana temporaria)*.

В реке встречены плавунцы окаймленные *(Dytiscus marginalis)*, а также бычок-подкаменщик *(Cottus gobio)* — рыба, являющаяся индикатором чистоты воды, занесена в Красную Книгу Республики Коми [1]. В реке Ижма в районе геологического памятника обитают окуни, хариус, гольян, ерши. На песчаной отмели найдена пескоройка, личинка миноги. В реке и водоемах обитают брюхоногие моллюски прудовики и двустворчатые — беззубки. В реке обнаружены колонии шаровидных водорослей рода Носток *(Nostoc)*, состоящие из цианобактерий, а также другие виды водорослей.

Весьма интересны широкие песчано-галечные пляжи, состоящие из кварцевых песков и гальки разного происхождения, на большинстве площади покрытые илис-тыми отложениями. На пляжах отмечено большое количество горючих сланцев необычной формы — формы старых обувных подметок. Горючие сланцы (возраст волжский ярус верхней юры) принесены рекой с обнажений правобережного притока Ижмы — Айювы. В горючих сланцах присутствуют остатки юрских двустворчатых моллюсков рода *Buchia*. Также с Айювы принесены юрские белемниты. С верховьев Ижмы либо ее левобережных притоков принесены тетракораллы *Rugosa* каменноугольного или нижнепермского возраста. Еще на пляжах обнаружены известняки сирачойской свиты франского яруса верхнего девона, принесенные рекой Ухтой с остатками древних гастроподов, брахиоподов и кораллов.


Штольня

Хочется отметить, что в связи с отдаленностью от города территория ГПП «Ижемский» гораздо менее посещаема, чем территория ГПП «Сосновский». Но все равно, там, где ступает нога человека, остаются неизменные атрибуты его пребывания в виде пластиковых бутылок и пакетов

Помимо антропогенного фактора на территории ГПП существуют естественные — физическое и химическое выветривания и разрушающая работа реки. Во время половодья происходит разрушение и смыв коренных пород памятника, вода растворяет гипсовый пласт, ежегодно изменяя его форму. Во время ледохода, река тащит по гипсовым выходам льдины и паводковый мусор, истирая гипсы.

Таким образом, геологический памятник природы «Ижемский» не только является уникальным обнажением коренного выхода гипсов, но представляет также интерес как комплексный природный объект. Здесь на небольшом по площади участке собраны редкие и охраняемые в Республики Коми представители животного и расти-тьного мира: пион уклоняющийся, хохлатка плотная, бычок подкаменщик. А также является местом размещения культурно-исторических объектов.

Памятник находится в доступном и красивом месте, подходящем для туристического или экскурсионного похода. И только бережное отношение к природе гарантирует сохранность как самому памятнику с его уникальными палеонтологическими сокровищами, так и всем современным его обитателям.

Литература

1. Красная Книга Республики Коми / Под ред. А. И. Таскаева. 2009 г.

2. Особо охраняемые территории Республики Коми. Сосногорский район. Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН.

3. *Юхтанов П. П., Антошкина А. И., Салдин В. А.* и др. Геологическое наследие Республики Коми (Россия). Сыктывкар, 2008. 360 с.

«Комплексное исследование ГПП «Сосновский»

Е. А. Зяблицева
МБОУ ДОД «Дом детского творчества»,
СП «Экологическая школа «Родник», Сосногорск

В Сосногорском районе 6 особо охраняемых природных территорий республиканского значения. Среди них — геологический памятник природы «Сосновский», учрежденный постановлением Совета Министров Коми АССР от 29 марта 1984 году № 90 [5, 6].

Границы территории памятника природы проходят по урезу воды и внешней кромке водоохранной лесной полосы шириной 200 метров вдоль правого берега реки Ижма от точки, расположенной в 800 метрах ниже железнодорожного моста, вниз по течению реки Ижма на участке протяженностью 600 метров в пределах выхода отложений [5, 6].

В районе памятника природы высокий и обрывистый берег реки Ижма (высота берега до 35 м). В пределах памятника есть оползень, осыпи. На геологический памятник ежегодно приезжают студенты геологического факультета УГТУ.

Площадь территории памятника природы составляет 6 гектаров. Создан памятник природы с целью сохранения и изучения стратотипических разрезов сосногорской и ижемской свит фаменского яруса верхнего девона, а также местонахождения палеонтологических остатков уникального сообщества позднедевонских позвоночных.

Уникальность памятнику «Сосновский» придают остатки древних кистеперых панцирных рыб, а также недавно обнаруженный П. А. Безносовым примитивный тетрапод (лат. *Tetrapoda)*, еще не амфибия, но уже не рыба, а это своего рода «рыба с лапками». Характерный признак четвероногих — наличие четырёх конечностей, обычно служащих для передвижения по суше. На территории России, кроме Сосновского, известны только два местонахождения остатков девонских тетраподов (Тульская область и Орловская область).



Информационный аншлаг



Вид на ГПП Сосновский

В геологическом отношении памятник природы «Сосновский» характеризуют отложения верхних горизонтов верхнего девона восточного крыла Ухтинской антиклинали, представленные слоями горных пород фаменского яруса верхнего девона (370—367 млн лет), получившие название сосногорская и ижемская свиты. Разрез нижнего фамена, который вскрывается в ГПП «Сосновский» (обнажение № 20), является типовым для этих свит [4].

Отложения сосногорской свиты представлены толщей переслаивания известняков глинистых и доломитистых, доломитов известковистых и глин видимой мощностью 11 м (общей мощностью около 30 м). Их формирование происходило в мелководных лагунно-озерных условиях, о чем свидетельствует обедненность осадочных пород органическими остатками. Исключение составляет слой, представленный доломитистым известняком, так называемый «рыбный доломит», содержащий большое количество хорошо сохранившихся остатков древних позвоночных. В основании «рыбного доломита» — темпестит, состоящий из глинистых галек, характерная текстура для штормовых отложений [1].

Среди найденных здесь нами остатков позвоночных были идентифицированы: пластины панциря антиарха *Bothriolepis jeremejevi,* отпечатки чешуи поролепиформа *Holoptychius* sp. Несмотря на обилие остатков рыб, около 90 % палеонтологических находок представлены пластинами панциря антиарха *Bothriolepis jeremejevi.* Кроме встреченных нами таксонов отсюда известны остатки другого представителя отряда поролепиформов, принадлежащего к роду *Duffichthys*, а также остатки двоякодышащих рыб, принадлежащих двум разным видам — *Jarvikia* и *Andreyevichthys.* Над «рыбным доломитом» залегает немой слой доломитов, не содержащий остатков фауны [2].

Видимая мощность отложений ижемской свиты составляет около 20 м. Свита разбита на две пачки — нижнюю и верхнюю.Остатки ископаемых беспозвоночных и позвоночных распространены в разрезе неравномерно, часто раковины образуют довольно плотные скопления, а также встречаются пустые известняки.

Терригенно-карбонатные отложения нижней пачки ижемской свиты, мощностью 4.7 м, были подвержены, богаты ихнофоссилиями, среди которых идентифицированы следующие: следы *Chondritesi* sp., следы *Planolitesi* sp., следы *Thalassinoidesi* sp., следы плавников рыбы *Undichnai* sp., следы питания червеобразных организмов *Rhizocorallium.*

В отложениях ижемской свиты обнаружено большое количество раковин беспозвоночных, среди которых удалось идентифицировать следующие: брахиоподы из отряда *Spiriferida ,* раковины двухстворчатых моллюсков *(Bivalvia)*, раковины червей рода *Spirorbis*, наутилоидею из отряда *Discosorida* и наутилоидею, видовая принадлежность которой не определена, раковину брюхоногого моллюска *Porcelliasp.*

Отложения сосногорской свиты в пределах изучаемой территории формировались в прибрежных условиях мелководного опресненного водоема озерного типа, изолированного от моря с проникновением в водоем соленых морских вод на фоне штормовой активности. Штормовая активность приводила к взмучиванию осадка, перемешиванию вод водоема, что могло послужить главной причиной возникновения заморов обитателей. Взмучивание способствовало быстрому погребению погибших особей, а также способствовало хорошей сохранности костных остатков [4].

Лесистая часть памятника природы «Сосновский» представлена смешанным лесом (сосны, ели, березы, осины, рябины, лиственница, черемуха). В обрыве растут ива, дикорастущая


Отпечатки чешуи поролепиформа *Holoptychius* sp.


Пластины панциря антиарха *Bothriolepis jeremejevi*

жимолость, шиповник. На территории ГПП «Сосновский» произрастают земляника лесная, костяника обыкновенная, много видов низкорослых многолетних кустарничков семейства вересковых.

Мхов насчитывается 8 видов. В сырых местах встречается растение-хищник росянка обыкновенная. Произрастает 10 видов лишайников. В пределах водоохранной лесной полосы, на лугу береговой части памятника и на Пионерской поляне насчитывается 150 видов травянистых растений, в том числе занесены в Красную Книгу Республики Коми: пион уклоняющийся или марьин корень (*Paeonia anomala*), венерин башмачок настоящий (*Cypripedium calceolus*) [3].

На территорииГПП «Сосновский» в периоднаблюдения с 2004 по настоящее время обнаружено не менее 386 видов грибов, среди которых аскомицетов — 20 видов, базидиомицетов — не менее 366 видов, в том числе занесены в Красную Книгу Республики Коми: паутинники фиолетовые (*Cortinarius violaceus*), гериций курчавый (*Hericium cirrhatum*) или ежовик усиковый, строчок осенний (*Gyromitra infula)* [3].

В лесном массиве и береговых кустах обитает не менее 10 видов птиц. Бабочек насчитывается 17 видов, в траве обитают пауки 18 видов. В лесной зоне встречаются белки, бурундуки, зайцы-беляки. На лугу — землеройки, мелкие грызуны. В реке Ижма в районе геологического памятника обитают окуни, хариус, гольян, ерши, бычок-подкаменщик *(Cottus gobio)* — рыба, являющаяся индикатором чистоты воды. Мир земноводных представлен лягушкой травяной (*Rana temporaria*), мир пресмыкающихся — ящерицей живородящей (*Zootoca vivipara*). На противоположном берегу на территории старой лесопилки обитают очень красивые, крупные жуки-носороги *(Dynastes hercules)*.

Территория ГПП «Сосносвский» сильно подвержена антропогенному загрязнению.Памятник находится в доступном и красивом месте, подходящем для туристического или экскурсионного похода. И только бережное отношение к природе гарантирует сохранность как самому памятнику с его уникальными палеонтологическими сокровищами, так ивсем современным его обитателям.

При выполнении работы по комплексному исследованию ГПП «Сосновский» были использованы собранные наблюдения за период с 2004 по 2012 гг., а также собственные научно-исследовательские работы: «Семейное увлечение» по изучению грибов, «Некоторые орнитологические наблюдения в окрестностях города Сосногорска» по изучению некоторых птиц Сосногорского района, «Изучение особенностей поведения и биологии пауков на примере местной фауны» по изучению пауков.

Литература

1. *Безносов П. А.* Сосногорская свита — новое местное стратиграфическое подразделение верхнего девона на ЮжномТимане // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России: Материалы XV Геологического Съезда Республики Коми. Т. II. Сыктывкар, 2004. С. 9—12.

2. *Гамолюк О. В., Безносов П. А.* Ихнофоссилии из типового разреза ижемской свиты (верхний девон) Южного Тимана // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы XX научной конференции. Сыктывкар, 2011. С. 28—30.

3. Красная Книга Республики Коми / Под ред. А. И. Таскаева. 2009 г.

4. *Майдль Т. В., Безносов П. А.* Изотопный состав карбонатного углерода и кислорода и распределение стронция в разрезе нижнего фамена по р. Ижма (Южный Тиман) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 4. С. 4—8.

5. Особо охраняемые территории Республики Коми. Сосногорский район. Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН.

6. *Юхтанов П. П., Антошкина А. И., Салдин В. А.* и др. Геологическое наследие Республики Коми (Россия). Сыктывкар, 2008. 360 с.

Сообщение о путешествии английских купцов в 1611–1612 гг. на р. Печору как источник геологической и краеведческой информации

А. А. Иевлев[1], А. Н. Лобовиков[2]
[1]ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
[2]ООО «Комитекс Лин», Сыктывкар

Свидетельства иностранцев, посещавших Русское государство в различные времена, являются важными источниками различной, в т. ч. и геологической информации о нашей стране в целом и отдельных регионах в частности. Одним из таких значимых свидетельств для истории Республики Коми стало путешествие английских купцов на р. Печору в 1611—1612 гг. [3]. Первый выпуск тома крупного академического исследования «Геологическая изученность СССР», посвященного геологическим исследованиям на территории Коми края, открывается ссылкой на опубликованные в XVII в. сведения об этом путешествии в книге «Purchas his Pilgrims» (Перчас и его пилигримы), где в отношении вклада в изучение нашей территории сказано: «Изложен результат поездки из Пустозерска в Мезень и описан характер рельефа северной части Тиманского кряжа» [2, с. 10]. Впоследствии этот вклад английских торговых людей уже без ссылки на источник сведений отмечался и в других научных геологических изданиях [5].

Самуэл Перчас (1577—1626) был английским ученым и крупным церковным деятелем, имел степень бакалавра богословия. Сам он никогда не выезжал далее 200 миль от своего родного городка Сакстэд (Thaxted) в английском графстве Эссекс. Но он тщательно записывал рассказы английских моряков, купцов и путешественников, посещавших неведомые и таинственные уголки мира. С. Перчас добавил свои записи к обширной подборке рукописей, которая досталась ему от Ричарда Хаклюта (Hakluyt), и в 1613 г. издал свою первую книгу о путешествиях, получившую огромную популярность. В 1613—1626 гг. книга выдержала четыре издания. В 1625 г. вышли четыре тома новой книги «Hakluytus Posthumus or Purchas his Pilgrims», название которой указывало на вклад в это издание обоих собирателей. Третий том был посвящен путешествиям в Татарию, Россию и Китай. Эта книга была вновь переиздана лишь в 1905 г. в Глазго.

В книге «Геологическая изученность СССР» [2] дана ссылка на третий том книги «Purchas his Pilgrims», якобы изданный в 1611 г. Вероятно, речь идет об издании 1905 г.

В исторической литературе, посвященной взаимоотношениям России и Запада, рассматриваемое нами путешествие англичан является рядовым событием в череде многих других аналогичных визитов [7].

Интерес иностранцев к Русскому Северу возник в незапамятные времена. В сагах викингов IX—XIII вв. часто упоминается страна Биармия на Северо-Востоке европейской части России. Например, в сочинении конца IX в. под названием «Орозий Короля Альфреда» рассказывается о путешествии морехода Отера (871 г.), направленного королем в Биармию и достигшего устья большой реки Vinu. Мнения ученых о том, какой реки он достиг, расходятся: от устья р. Варзуги на Кольском полуострове до устья р. Северной Двины и даже р. Печоры. По сообщениям саг, в начале XI в. на берегу Vinu было большое торговое поселение, куда летом съезжались купцы из Скандинавии для торговли с биармийцами. В «Саге о Боси» и «Саге о Торире Собаке» рассказывается об ограблении и сожжении викингами капища главного божества Биармии Йомалы, откуда они унесли много золота, серебра и меха. По мнению ученых, сообщения саг о Йомале соответствует финно-угорскому верховному божеству Юмалы (Йомалы, Юммал), которому поклонялись предки финно-угорских народов Севера в ту далекую эпоху. Кроме того, в скандинавских сагах есть сведения о «Дальней Биармии», путь в нее затруднен высокими горами и вечными снегами [4, 8, 10]. Последние походы викингов в Биармию относятся к первой четверти XIII в., когда произошло похолодание и появились льды, сделавшие невозможным плавание легких судов скандинавов по Баренцеву морю. Среди причин прекращения сношений скандинавов с Биармией могли быть также: 1) распространение власти и влияния Новгорода на Русский Север; 2) приход на территорию Биармии новых переселенцев — угро-финских народов [9].

Известно, что в XV в. московский Великий князь Иван III настойчиво приглашал в свое государство иностранных специалистов, в частности, «немцы» участвовали в рудопоисковой экспедиции в 1491 г. на р. Цильму [4]. Начиная с 50-х гг. XVI в., произошел массовый наплыв западноевропейцев в Московское государство (англичане, немцы, ливонцы, голландцы), чему способствовало благосклонное отношение Ивана Грозного к иностранцам. Это вызывало сильное недовольство приближенных царя, и когда тот

скончался, дьяк А. Щелкалов известил английского посла Боуса словами «ваш английский царь умер» [6, с. 27]. Несомненно, оживлению торговли России и Запада послужило плавание англичанина Ричарда Ченслера, корабль которого достиг берегов Северной Двины в 1553 г. [3, 6].

Смутное время внесло коррективы в отношения Москвы и Запада, однако на северные и восточные окраины России ни поляки, ни шведы не попали. Архангельская торговля фактически замерла: иностранные купцы уехали на родину, либо в бездействии пережидали исхода событий в Москве, Вологде и Архангельске. В это время у англичанина Джона Мерика, долгое время проживавшего в Москве, созрел проект привести под английский протекторат Русский Север и волжский путь на Каспий. Он нашел поддержку своей идеи у части русских влиятельных людей, а также у английского короля Иакова I, который направил в 1613 г. своих представителей в Москву. Но смысла вести переговоры уже не было, т. к. на русский престол был призван Михаил Романов [6].

В 1609 г., благодаря победам правительственных войск над отрядами «тушинского вора», открылась дорога на Ярославль и далее на Белое море. Иноземные купцы устремились в Архангельск, где нашли свои корабли в целости и сохранности, и возобновили свою деятельность. Отсутствие государственного контроля над Севером в эти годы позволяло иностранцам успешно пользоваться плодами русской смуты. Например, в 1611 и 1612 гг. 90 % дохода английской компании «Muscovy Company» дали торговые операции на Беломорском побережье и на р. Печоре [6]. Академик С. Ф. Платонов, подводя итог этой деятельности иностранных купцов, написал: «Так, пользуясь смутою и ослаблением надзора, иноземцы, можно сказать, обшарили весь Север и добрались до всех его «заповедных» товаров» [7, с. 71].

Одним из таких торговых визитов на Север Русского государства было рассматриваемое нами путешествие 1611—1612 гг. 11 апреля 1611 г. корабль «Дружба», принадлежавший английской торговой компании «Right Worshipfull Company» появился у Пустозерска (вблизи современного Нарьян-Мара). Здесь английские купцы совершили закупку пера, пуха, шкурок песцов и чернобурок. Далее весь достаточно объемный и информативный текст сообщения повествует о торговых операциях, поездках в Мезень, Холмогоры и Усть-Цильму, быте и нравах местного населения и, безусловно, очень интересен с точки зрения исторического краеведения. Однако в отношении геологии нашего края он содержит всего одно предложение в кратком повествовании о поездке Вильяма Пурсглова в ноябре 1611 г. с оленьим обозом из Пустозерска в Слободку (ныне г. Мезень): «...один день двигались через горы, которые они называют Камни (Cameni), которые, в отличие от скалистых гор, как в Норвегии, представляют собой возвышенности, в большинстве случаев пологие, с болотистыми почвами, усеянные маленькими холмами, которые, будучи покрытыми снегом и промерзшими, не слишком нам досаждали» [11, с. 547].

Трудно сказать, насколько это свидетельство вносило новое значимое географическое или геологическое знание о Севере России. Авторы карт XVI и более ранних веков изображали горы на Северо-Востоке Европы, в том числе и между Пустозерском и Слободкой [1].

Однако В. Пурсглов лично видел эти горы (ныне Северный Тиман) и кратко описал свое впечатление от увиденного. Именно этим было важно его свидетельство.

Литература

1. Атлас Республики Коми / Отв. ред. Ю. В. Лисин. М.: Феория, 2011. 448 с.

2. Геологическая изученность СССР. Т. 5. Вып. I / Отв. ред. А. А. Чернов. Сыктывкар, 1962. 92 с.

3. История Коми с древнейших времен до современности. Т. 1 / Под ред. И. Л. Жеребцова, А. А. Попова, А. Ф. Сметанина. Сыктывкар: ООО «Анбур», 2011. 544 с.

4. Карамзин Н. М. История государства Российского. Репринтное воспроизведение издания 1842—1844 гг. в трех книгах. Книга I. М.: Книга, 1988.

5. Нефтегазоносность и геолого-геофизическая изученность Тимано-Печорской провинции: история, современность, перспективы. Ухта, 1999. 1062 с.

6. *Платонов С. Ф.* Москва и Запад. Берлин: Изд-во «Обелиск», 1926. 158 с.

7. *Платонов С. Ф.* Прошлое Русского Севера (очерки по истории колонизации Поморья). Петербург: Изд-во «Время», 1923. 79 с.

8. *Савельева Э. А., Королев К. С.* Письменные известия о народе коми. Сыктывкар: Изд-во «Эском», 2007. 176 с.

9. *Силин В. И.* Зарисовки по истории географических и краеведческих исследований Коми края. Сыктывкар: Изд-во Коми пед. ин-та, 2007. 247 с.

10. *Силин В. И.* История географических и краеведческих исследований Европейского Северо-Востока России. Сыктывкар: Изд-во Коми пед. ин-та, 2006. 218 с.

11. A brief relation of a voyage to Pechora, and wintering there, began in the year 1611. Written by William Pursglove. In: Hakluytus Posthumus or Purchas His Pilgrimes. V. III. Glasgow: J. MacLehose and Sons, 1905. P. 547—552.

Ухтинская экспедиция ОГПУ 1929 г.: история организации и результаты деятельности

А. А. Иевлев
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

21 августа 1929 г., день прибытия на р. Ухту экспедиции ОГПУ, по праву считается отправной вехой в деле широкомасштабного освоения полезных ископаемых Печорского края [2, 5, 7, 9, 10, 13, 14]. Организацию экспедиции связывают со следующими причинами:

— Печорский край был богат многими видами полезных ископаемых, которые необходимо было вовлечь в промышленную разработку;

— начало индустриализации в СССР дало старт освоению недр Коми АССР;

— с образованием Коми автономной области в 1921 г. встал вопрос об экономической основе автономии и ее индустриализации;

— согласно постановлению ВЦИК от 14 января 1929 г. был образован Северный край, куда вошли Архангельская, Вологодская и Коми автономная области — огромная территория, требовавшая освоения ее природных ресурсов;

— создание системы ГУЛАГа способствовало освоению Печорского края.

Однако эти причины не столь очевидны, если проанализировать положение дел с точки зрения лет, непосредственно предшествовавших посылке экспедиции.

Угольная проблема. Начиная с 1921 г. отряды Северной научно-промысловой экспедиции вели поиск высококачественных углей в Печорском крае. Результаты работ позволили А. А. Чернову в 1924 г. сформулировать вывод о наличии Печорского угольного бассейна. Но лишь открытие Г. А. Черновым в 1930 г. углей на р. Воркуте коренным образом изменило отношение к Печорскому угольному бассейну. В 1931 г. был организован ряд совещаний в ВСНХ по проблеме освоения этих углей в ударном порядке.

К августу 1929 г. проблема нахождения высококачественных углей в Печорском крае не была решена и не могла служить причиной для начала промышленных работ.

Нефтяная проблема. В 1920—1930-е гг. интерес властей СССР к Печорскому краю был связан с поисками угля, а не нефти. Оценивая сведения об ухтинской нефти, А. А. Чернов писал в 1926 г.: «Промышленное значение района пока очень мало, тем более, что весь район находится в тяжелых экономических условиях (безлюдность и отрезанность края, отсутствие хороших путей сообщения и пр.)» [16, с. 8].

Проблема радия. Существует мнение, что главной целью посылки экспедиции на р. Ухту было создание радиевого производства [2]. Его сторонники подразумевают вклад будущего Водного промысла в Атомный проект СССР. Однако в конце 1920-х — начале 1930-х гг. возможность создания атомного оружия была только гипотетической. До 1943 г. в СССР не велось практических работ в этой области.

Задачи индустриализации СССР. В планах индустриализации СССР в годы первой пятилетки ничего не говорилось об освоении Печорского края, в отличие, например, от Донбасса, Кузбасса и других районов. Ставилась задача организовать добычу радия без уточнения региона этой добычи.

Усилия властей Коми по развитию экономического потенциала области в 1920-е гг. В 1920-х гг. власти Коми автономной области неоднократно возбуждали перед центральными органами СССР ходатайства о направлении на территорию Печорского края геологоразведочных экспедиций для глубокого и комплексного изучения его недр. Это способствовало проведению геологического изучения территории края и поддержанию внимания центральных властей к проблемам поиска нефти и угля.

В апреле 1921 г. Д. А. Батиевым была высказана идея о разработке ухтинских недр силами заключенных. Он предложил организовать на р. Ухте концентрационный лагерь. Политбюро ЦК РКП(б) 20 апреля 1921 г. приняло постановление об организации такого лагеря на 10—20 тыс. человек, но оно не было реализовано.

Начало ГУЛАГа. Одной из побудительных причин освоения Печорского края послужило реформирование системы советских исправительно-трудовых учреждений в конце 1920-х гг. 13 мая 1929 г. Политбюро ЦК ВКП(б) санкционировало переход на систему массового использования за плату труда заключенных, осужденных на срок не менее трех лет. 27 июня 1929 г. вышло постановление Политбюро ЦК ВКП(б), в котором ОГПУ поручалось организовать на территории Ухты новый концентрационный лагерь в целях колонизации района и эксплуатации природных богатств путем применения труда заключенных [6].

Таким образом, в конце 1920-х гг. отсутствовали объективные причины для немедленного вовлечения в промышленный оборот по-

лезных ископаемых Печорского края (угля, нефти, радия): они были слабо разведаны, нуждались в дополнительных исследованиях, находились в отдаленных и не обеспеченных транспортными путями районах, ученые и специалисты не ставили задачу их первоочередного освоения.

Главной причиной посылки экспедиции ОГПУ в 1929 г. на р. Ухту было осуществление поручения центральных органов власти СССР о создании нового большого концентрационного лагеря в этом районе. Решение о создании лагеря было принято в результате обсуждения вариантов модернизации системы уголовно-исправительных учреждений страны и принятия решения об использовании труда заключенных для колонизации северных районов СССР и освоения природных богатств этих районов. Колонизация была приоритетной задачей по сравнению с вопросами создания предприятий, предназначенных для освоения ресурсов региона.

Выбор Ухты как первоочередного пункта для организации лагеря и посылки туда экспедиции ОГПУ был сделан под влиянием выводов Н. Н. Тихоновича о возможности пересмотра нефтяных перспектив Ухтинского района [8].

В выборе Ухты сыграли свою роль авторитарность и специфика структуры государственной власти СССР, позволявшие принимать важнейшие решения по вопросам политики и экономики узким кругом лиц [11].

Обращает на себя внимание не широкомасштабное, охватывающее значительные площади, а «очаговое» решение вопросов колонизации отдаленных районов СССР [12]. Ухта в этом смысле — типичный пример такого решения.

Аналогично Ухте в 1929 г. возник на Кольском полуострове горно-химический трест «Апатит» [15]. В июле 1929 г. к Земле Франца-Иосифа была отправлена экспедиция под руководством О. Ю. Шмидта. На о. Гукера прошла торжественная церемония поднятия флага СССР, что означало исполнение декрета ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г. о присоединении архипелага к СССР [3]. 17 июля 1930 г. в бухту Варнека (о. Вайгач) прибыл ледокол «А. Сибиряков» с первой группой чекистов и заключенных Вайгачской экспедиции ОГПУ. Так начались работы по добыче свинцовой руды на о. Вайгач [4]. 11 ноября 1931 г. было принято постановление ЦК ВКП(б) о форсировании золотодобычи в верховьях р. Колымы. 13 ноября 1931 г. было принято постановление Совета Труда и Обороны об организации Государственного треста по дорожному и промышленному строительству в районе Верхней Колымы — «Дальстроя». 23 июня 1935 г. появилось постановление СНК СССР «О строительстве Норильского комбината», которым добыча никеля и строительство комбината возлагались на Главное управление лагерями [1].

Поручение задачи освоения Севера органам ОГПУ обусловливалось способностью этой организации решать сложные проблемы, в т. ч. проблему трудовых ресурсов. С методами работы ОГПУ было согласно руководство Северного края, о чем свидетельствует письмо первого секретаря Северного крайкома ВКП(б) С. А. Бергавинова, направленное в 1929 г. секретарям сельрайкомов, горкомов, Ненецкого окружкома и Коми обкома: «Сейчас из высланных кулацких семей в крае находится не одна сотня тысяч душ. Это огромное количество наших врагов, и врагов вконец озлобленных, т. е. это такая масса, которая может стать огромным трудовым и хозяйственным фактором в развитии производительных сил края... Партийные организации должны твердо усвоить, что это мероприятие, помимо политического значения для партии, является прямой хозяйственной выгодой и для страны, и для края, ибо этим самым мы разрешаем колонизационный вопрос, изживаем острый дефицит в рабочей силе и осваиваем новые районы на Севере» [13, с. 41].

Литература

1. «Враги народа» за Полярным кругом / Под ред. А. Н. Земцова. М.: Изд-во «Paulsen», 2010. 432 с.

2. *Гуменюк А. С.* Тимано-Уральский треугольник. Сыктывкар, 2005. 518 с.

3. Земля Франца-Иосифа / Под. ред. П. В. Боярского. М.: Изд-во «Paulsen», 2013. 680 с.

4. *Канев Ю. В.* Вайгачский транзит. Нарьян-Мар, 2008. 320 с.

5. *Канева А. Н.* Ухтпечлаг: страницы истории // Покаяние. Мартиролог. Т. 8. Ч. 1. Сыктывкар, 2005.С. 77—146.

6. *Красильников С. А.* Рождение ГУЛАГа: дискуссии в верхних эшелонах власти // Исторический архив. 1997. № 4. С. 142—156.

7. *Малкова Т. А.* Научные исследования территории Республики Коми в первой половине XX века (1901—1945 гг.). Сыктывкар, 2008. 180 с.

8. *Тихонович Н. Н.* Как это было / Сост. А. Козулин // Ухта. 14 февраля 1992.

9. Нефтегазоносность и геолого-геофизическая изученность Тимано-Печорской провинции: история, современность, перспективы. Ухта, 1999. 1062 с.

10. Нефть и газ Коми АССР / Отв. ред. Ю. А. Спиридонов. Сыктывкар, 1989. 288 с.

11. *Тимошенко А. И.* Проекты территориально-производственных комплексов в Арктике: со-

ветский опыт и современность // Арктика и Север. 2012. № 9. С. 140—152.

12. *Тимошенко А. И.* Российская региональная политика в Арктике в XX—XXI вв.: проблемы стратегической преемственности // Арктика и Север. 2011. № 4. С. 15—27.

13. *Толкачев В. Ф.* Дороги к нефти. Архангельск, 2000. 608 с.

14. Угольная сокровищница Севера. Сыктывкар, 1984. 312 с.

15. Хибиногорск. Память сердца / Ред. В. К. Ковалевский. Апатиты, 2012. 360 с.

16. *Чернов А. А.* Полезные ископаемые Печорского края. М., 1926. 50 с. (Тр. Ин-та по изучению Севера. Вып. 35).

Изучение истории исследования и освоения недр Европейского Северо-Востока России в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН

А. А. Иевлев
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

История геологии в рамках специальности «история науки и техники» определяется как область знаний об истории становления и развития мировой и отечественной геологической мысли, истории изучения литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы в целом и ее отдельных регионов, социальных аспектах истории геологических наук, теоретических проблемах истории геологии, взаимодействии отечественной и мировой науки в изучении Земли. Проводится обобщение историко-научного материала с целью воссоздания целостной картины становления геологии и использования полученных результатов в интересах развития народного хозяйства.

Академик В. И. Вернадский писал в 1921 г.: «...история человеческой мысли и творчества, в частности история науки, философии и техники, являются не только областью знания, имеющей огромное значение для выявления истины, ее изучение необходимо и для правильной оценки современного знания и техники, и для создания столь необходимой, особенно у нас, преемственности научного творчества, осознанности значения и непрерывности научной работы» [1, с. 290]. В 1926 г., продолжая эту тему, он высказал мысль, которая актуальна и сегодня: «В связи с создающимся новым пониманием прошлого и с тем беспокойством, которое сейчас охватывает мировую ученую среду, видящую несоответствие между реальным положением науки и ученых в государственной жизни и их фактическим значением в ее созидании, сейчас начинают расти новые искания, будящие мысль — идут попытки выяснения будущего науки в человеческом обществе» [1, с. 293].

В. И. Вернадский указывал на важность изучения именно истории геологического знания: «История науки и техники, вместе взятые, может быть рассматриваема в геологии и биологии как история создания на нашей планете в биосфере новой геологической силы — человеческого труда и мысли» [1, с. 296].

В. И. Вернадский указывал на важные особенности этой научной дисциплины, порождающие непонимание со стороны ученых других специальностей: «Методы историко-технических и историко-научных исследований существенно отличаются от методов научной работы в технических и естественных институтах АН. Эти методы определяются существом этой дисциплины и изучением источников, не играющих заметной роли в других научных учреждениях АН... Источники, на основе которых строятся исследования по истории техники и естествознания (архивные материалы, патенты, чертежи и эскизы старых конструкций машин и т. д.), резко отличны от источников, лежащих в основе научной работы специальных технических и естественных институтов» [1, с. 296—297]. Перед историками науки стоят следующие задачи: 1) проведение исторических исследований по проблемам техники и естествознания; 2) обобщение научно-технического прогресса в рамках отдельных исторических этапов и разработка истории производства как основы истории человеческого общества; 3) изучение и освещение деятельности ученых в области техники и естествознания; 4) популяризация и пропаганда истории науки [1].

Непонимание истории геологии как особой дисциплины связано с тем, что любая крупная работа в области наук о Земле начинается с обзора работ предшественников, подводя итогсделанному другими учеными. Т. е. геологи сами занимаются историей своей науки, каждый в своей области. Кроме того, получая новые знания и публикуя результаты, они сами творят современную историю геологии.

Однако история геологии рассматривает развитие науки геологии во всей ее совокупнос-

ти как составную и неотъемлемую часть общечеловеческого общественно-исторического процесса. Надо не только отмечать, что ученый или организация внесли большой вклад в понимание природных геологических процессов, а выяснить, какую важную для человеческого сообщества или его части задачу решали научные исследования, каковы практические результаты научных работ и как эти результаты доведены до сведения государственной власти и широких слоев населения, что напрямую связано с популяризацией итогов геологических работ.

Первую, закончившуюся ничем попытку организовать академическое исследование истории поиска и освоения полезных ископаемых Печорского края предпринял в 1933 г. видный российский историк В. Н. Бенешевич, осужденный по «Академическому делу» на работы в Ухто-Печорском ИТЛ [2].

А. А. Чернов уделял большое внимание разъяснению и популяризации результатов своей деятельности уже в первые годы поисков угля в Печорском крае. В 1926 г. в № 6 журнала «Коми му — Зырянский край» он опубликовал развернутую статью «Каменный уголь», где рассказал об истории поисков печорского угля с середины XIXв., о результатах работ его отряда в составе Северной научно-промысловой экспедиции в 1921, 1923, 1924 и 1925 гг. Значительная часть статьи посвящена перспективам дальнейшего исследования недр края с целью его промышленного развития. Очень интересны очерки А. А. Чернова «Остров Куйсуна Куку-норе. От Куку-нора в Дынюань-ин», посвященные его участию в Монголо-Сычуаньской экспедиции 1907—1909 гг., частично публиковавшиеся в начале XX в. и целиком подготовленные к публикации А. И. Елисеевым в 2005 г.

Первой крупной работой по обобщению и анализу истории геологического изучения и освоения Европейского Северо-Востока России явились тома «Геологической изученности СССР», посвященные Коми АССР. Первый том, охватывавший период 1611—1917 гг., был выпущен под редакцией А. А. Чернова, остальные четыре, делавшие обзор периода 1918—1960 гг., — под редакцией М. В. Фишмана. Они выходили из печати в интервале 1962—1977 гг. Основную работу по реферированию научных работ и составлению обзоров выполнил П. Д. Калинин при участии в подготовке двух выпусков В. И. Есевой. Основа этого труда была заложена П. Д. Калининым значительно раньше, о чем свидетельствует его рукописная работа «История геологических исследований Коми АССР в дореволюционный период», выполненная в 1951 г. и хранящаяся в архиве Коми НЦУрО РАН.

В 1968 г. в институте приступили к работе по созданию Геологического музея им. А. А. Чернова. Появились первые экспозиции, регулярно стали проводиться экскурсии для широких слоев населения. В 1980 г. был опубликован первый каталог коллекций музея,в1997 г. — выпущен «Каталог монографических коллекций», содержавший сведения о 424 коллекциях.В 1988—1991 гг. М. В. Фишманом была подготовлена серия путеводителей по залам музея. Создание музея — очевидный, непреходящий и наглядный итог, свидетельствующий о богатой истории изучения Коми края, о вкладе ученых института в изучение и формирование минерально-сырьевой базы, о перспективах развития горной и нефтегазовой промышленностей. Музей — это инструмент популяризации научных знаний среди самых широких слоев населения.

В 1990 г. была выпущена в свет книга, посвященная В. А. Варсанофьевой,внесшей огромный вклад в геологическое изучение Печорского края.В 1995 г. А. И. Елисеевым была подготовлена историческая монография «Александр Александрович Чернов», наиболее полно характеризующая биографию ученого, его научные изыскания, вклад в развитие отечественной геологии и решающую роль ученого в начале промышленного развития Коми АССР благодаря открытию Печорского угольного бассейна.В 2002 г. Н. В. Калашников издал книгу о Т. А. Добролюбовой.

Большую роль в популяризации профессии геолога и результатов работ института сыграли книги Н. П. Юшкина «На островах Ледовитого» (1979), «Уральскими маршрутами» (1985), «Начало пути» (1996), «Наука: труд, поиск, жизнь» (2006), «Очерки об ученых» (2013) и др.

Крупным вкладом в историю института и историю изучения Европейского Северо-Востока России явились книги М. В. Фишмана «Люди науки» (1997) и «Экспедиционные исследования Института геологии Коми НЦ УрО РАН» (2000). В 1998 г. была издана книга В. В. Беляева и Н. П. Юшкина «Летопись Института геологии». Продолжением исследования этой темы стала книга А.А. Иевлева и А. М. Асхабова «Предыстория образования Института геологии Коми НЦ УрО РАН» (2013).

В 1991 г. вышли труды семинара «История геологических исследований и поисков минерального сырья на Европейском Северо-Востоке». Впоследствии секция истории геологии стала традиционной на многих совещаниях и конференциях, проводимых институтом.

С 1992 г. Коми филиал АН ССР начал публикацию брошюр серии «Люди науки», первый выпуск которой, подготовленный В. А. Молиным, был посвящен М. А. Плотникову. Впослед-

ствии в этой серии, а также отдельными брошюрами выходили материалы о многих выдающихся ученых нашего института, а также о геологах — уроженцах Коми края. Десятки статьей по данной тематике были опубликованы в «Вестнике Института геологии Коми НЦ УрО РАН» (1995—2013).

Крупным вкладом в историю геологии нашего края стал большой коллективный труд «Геологическое наследие Республики Коми», опубликованный в 2008 г. Кроме того, вопросам истории освоения недр Печорского края была посвящена серия книг А. А. Иевлева: «Трудом и лишениями... Очерки истории изучения и освоения природных богатств Республики Коми» (2010), «Разработка точильного камня в Коми АССР» (2010), «Асфальтитовый рудник в Коми АССР» (2011), «Закрытие Кажимского и Нючпасского железоделательных заводов» (2011), «Угольный рудник Кожим» (2012), «Харбейский молибденитовый рудник: попытка создания первого горнорудного предприятия на Полярном Урале» (2012, совместно с И. С. Астаховой).

Литература

1. *Вернадский В. И.* Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 360 с.

2. *Иевлев А. А.* Попытка организовать изучение истории поиска и освоения полезных ископаемых Печорского края силами АН СССР в 1933 году // Социально-экономические, демографические и исторические исследования на Европейском Севере: Тр. Всерос. научно-практической конф. Ч. I. Сыктывкар, 2013. С. 75—79.

Прошлое, настоящее и будущее Печорского угольного бассейна (к 90–летию открытия)

Е. П. Калинин

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Академик Н. П. Юшкин неоднократно отмечал памятные слова, сказанные профессором А. А. Черновым в далеком 1924 г.: «... В настоящее время начинают выступать на северо-востоке Европейской части СССР контуры большого каменноугольного бассейна, который естественно назвать Печорским...».

Пионерскими исследованиями А. А. Чернова и его последователей была выявлена не известная ранее эпоха угленакопления, проявившаяся в Северном Приуралье в пермское время и не имеющая аналогов в системе Урала. Запасы углей Печорского бассейна по оценке А. А. Чернова должны были исчисляться миллиардами тонн. Будущие исследования показали, что научный прогноз ученого полностью подтвердился. Печорский бассейн стал новым угледобывающим регионом страны, который в суровых природных условиях Заполярья и Приполярья развил мощную сырьевую базу для энергетической, металлургической и коксохимической промышленности.

Самые первые сведения о печорском угле были известны еще в 1828 г. от вологодского гражданина А. Деньгина. Позднее геолог Э. Гофман (1856 г.), горный инженер А. Антипов (1857 г.), горный инженер В. Н. Мамонтов (1911 г.), член Русского географического общества П. П. Матафтин (1912 г.) и др. дали разрозненные, а иногда противоречивые сведения о потенциальной угленосности Печорского края.

Планомерное геологическое изучение бассейна р. Печоры и проведение специальных поисковых работ на уголь началось в 1920 г. Президиум ВСНХ организовал Северную научно-промысловую экспедицию, которой поручалось геологическое изучение бассейна р. Печоры и ее притоков. Вначале был сформирован Верхне-Печорский геологический отряд, который под руководством известного геолога А. А. Чернова уже в 1921 г. прибывает в район работ. Первый этап исследований (1921—1924 гг.) показал, что обнаружены три угленосные свиты, из которых каждая представляет промышленный интерес. На карте будущего угольного бассейна появились три месторождения: Неченское (1923 г.), Интинское (1924 г.), Кожимское (1924 г.). В 1924 г. определились северные контуры и четкая южная граница нового для страны Печорского угольного бассейна с углями пермского возраста, неизвестными еще в системе Урала. Дальнейшие работы геологических партий А. А. Чернова, В. А. Варсанофьевой, Е. Д. Сошкиной, Т. А. Добролюбовой, Н. Н. Иорданского, инженеров М. С. Волкова, Т. Н. Пономарева, А. К. Матвеева в период с 1925 по 1930 г. в пределах Печорского Приуралья дали новые открытия и новые площади распространения угленосных отложений. При этом 1930 г. явился определяющим. При обследовании р. Воркуты, проведенном молодым геологом Г. А. Черновым, сыном А. А. Чернова, было обнаружено

Воркутское месторождение — жемчужина Печорского угольного бассейна. Высококалорийные коксующиеся угли Воркуты оказались пригодными для металлургического производства, не уступал лучшим маркам знаменитых донецких углей. Последующие работы А. А. Чернова 1933 г. на Пай-Хое окончательно оконтурили северную границу Печорского угольного бассейна. Западная граница проходит западнее гряды Чернышева, а на востоке угленосные отложения вплотную подходят к Приполярному и Полярному Уралу. Общая площадь бассейна в указанных границах составляет более 90 тыс. кв. км.

В дальнейшем (после 30-х гг.) широкое развитие геолого-съемочных и поисковых работ способствовало открытию крупных месторождений коксующихся углей: Воргашорского (1938 г.), Усинского (1944 г.), Юньягинского (1947 г.) и энергетических: Сейдинского (1955 г.) и Верхнероговского (1959 г.) с мощным (до 33 м) угольным пластом вблизи дневной поверхности.

В 1934 г. на Воркутском месторождении была введена в эксплуатацию шахта № 8 с производительностью 100 тыс. т в год. Началась промышленная добыча угля в Печорском угольном бассейне. Печорский бассейн по общим ресурсам углей находится на втором месте в России, уступая лишь Кузбассу. Бассейн является единственным в европейской части России угольным регионом, в котором сохраняется возможность неограниченной добычи коксующихся и энергетических углей, чем определяется его геополитическое значение. Ресурсный потенциал бассейна позволяет нарастить мощность по добыче коксующихся углей до 34—40 млн т в год, энергетических — до 100 млн т и поддерживать этот уровень десятки лет.

Историю создания и развития промышленного потенциала бассейна условно можно разделить на четыре этапа. Закладку первой штольни в 1931 г. в Воркутинском районе можно считать ***началом первого этапа***. В 1934 г. вступила в строй первая шахта. В годы Великой Отечественной войны был создан основной шахтный фонд из 12 шахт, построены горняцкие поселки, объединенные в 1943 г. в г. Воркуту, построена железная дорога. Первый этап — создание базы угольной отрасли бассейна.

Второй этап (1951—1988 гг.) — период механизации основных процессов и вспомогательных работ (1951—1965 гг.) и период интенсификации на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов (1965—1988 гг.). В 1988 г. был достигнут наибольший объем добычи угля в Печорском бассейне — 31.5 млн т. при высокой численности работающих — 75 750 человек (в Воркуте — 58 666 чел., в Инте — 17 084 чел.).

Третий этап — проведение рыночных реформ и начало реструктуризации угольной отрасли (1993 г.). Объем добычи угля в Печорском бассейне составил 22.5 млн т. Объем господдержки угольной отрасли региона с 1988 по 2000 г. сократился в 5.5 раз, а к 2004 г. — в 47 раз. Угледобывающая отрасль впала в глубокий экономический кризис как следствие общего системного кризиса в стране. В результате реструктуризации закрыто 65 % шахт.

Четвертый этап *(современный)* — работа угольной отрасли в условиях стабилизации ее развития на уровне 13 млн т, из них 10 млн т коксующихся углей и 3 млн т энергетических.

Фактически за годы реформ объем добычи угля по РК уменьшился в 2,5 раза по сравнению с максимально достигнутым в бассейне уровнем в 1988 г. — 31,5 млн т. Это снижение подтверждается ограниченными ресурсными возможностями оставшихся после реконструкции шахт на Воркутинском, Воргашорском и Интинском месторождениях.

В целом **Программа реструктуризации** Печорского угольного бассейна способствовала сохранению «здорового ядра» угольного производства и подготовила его к ***этапу приватизации***.

Значительный объем инвестиций со стороны ОАО «Северсталь-Ресурс» позволил приступить на воркутинских шахтах к решению целого ряда задач: групповой реконструкции подземных горизонтов, кратному увеличению нагрузок на забои, совершенствованию технологии добычи и модернизации систем жизнеобеспечения шахт (вентиляция, дегазация, водоотлив), масштабной реконструкции углеобогатительного цикла и ряду других новшеств.

Воркутинский уголь по качеству является самым лучшим в РФ и соответствует лучшим мировым углям — австралийским и американским. Коксующиеся воркутинские угли представлены марками Ж, К, энергетические — марками Г, ГЖО, Д.

Переход шахт Воркуты в 2003 г. под управление ОАО «Северсталь-Ресурс» с объединением производственных потенциалов металлургов Череповца и угольщиков Воркуты стал важным событием, стратегически определяющим социально-экономическое развитие Центрального и Северо-Западного индустриальных регионов РФ. Итогом приватизации явилось восстановление первоначальной базисной схемы, объединяющей в череповецких домнах руду Кольского полуострова и уголь Воркуты, то есть той схемы, которую еще в 30-х гг. прошлого столетия разработали крупные авторитетные ученые (академик И. П. Бардин, А. Е. Пробст, В. В. Рикман и др.) и специалисты Госплана СССР.

Воркутинский уголь является важной сырьевой базой коксового производства страны: 7 предприятий из 13, производящих кокс в России, включают воркутинские угли в состав своей шихты. Основным потребителем более половины всего угля, добываемого в ОАО «Воркутауголь», является ОАО «Северсталь», одно из крупнейших и самых рентабельных металлургических предприятий РФ. Постоянные связи сохраняются также с Новолипецким, Уральскими металлургическими комбинатами, Московским коксогазовым заводом, Ленинрадским промузлом, часть угля (1 млн т) экспортируется за границу.

В ходе групповой реконструкции подземные грузопотоки части шахт будут объединены в единую технологическую транспортную систему со строительством общешахтного конвейерного наклонного ствола и выдачей горной массы для обогащения непосредственно на технологические линии промплощадки ЦОФ «Печорская».

Перспективы развития Печорского бассейна заключаются в решении следующих тактических и стратегических задач:

По коксующимся углям:

— создание новых центров добычи на Усинском и Нижнесырьягинском месторождениях. Готовится к разработке до 2020 г. на Усинском месторождении шахта № 3 мощностью 4.5 млн т — собственник Новолипецкий МК и шахта № 1 мощностью 4 млн т — собственник ОАО «Северсталь-Ресурс». Этой же компанией получена лицензия на разработку открытым способом карьера на Нижнесырьягинском месторождении мощностью 500—1000 тыс. т. Суммарная мощность только новых центров добычи коксующихся углей составит к 2020 г. — 9—9.5 млн т.

По энергетическим углям:

— добыча энергетических углей в бассейне определяется крупнейшим Сейдинским месторождением, на котором выделено 13 шахтных полей с годовой мощностью 9 млн т каждое. Первоочередной шахтой для строительства определена № 5 «Южносейдинская» — 8 млн т. Выявлена целесообразность отработки 25 % запасов этой шахты открытым способом до глубины 200 м. Опыт разработки действующего Юньягинского карьера показал возможность использования этого способа в условиях Заполярья. Несмотря на значительный ресурсный потенциал энергетических углей в Печорском бассейне их добыча определяется тем, будет ли реализована на практике идея повышенного использования энергетического угля в энергетике России и развития углехимии как основы повышения ценности этих углей.

В энергетической стратегии России до 2030 г. сырьевая функция угольной промышленности сформулирована как энерготехнологическая. Наряду с энергетическим использованием угля предполагается получать продукцию с максимальной рыночной стоимостью, как это делается в мировой практике.

В мировой практике освоены технологии, в которых из углей получают более 500 продуктов: синтез-газ, котельное топливо, нафту для производства бензина, ксенон и крептон, аммиак, различные углеродистые волокна, горный воск, гуминовые удобрения, выделяют редкие металлы.

Нетрадиционное использование печорских углей позволит повысить их ценность за счет расширения объема товарной продукции и более высоких цен на продукты углехимии (1.5—4.0 раза) по сравнению с их энергетическим использованием.

По продуктам, сопутствующим добыче углей:

— развитие собственной электроэнергетики на шахтном метане — инновационный проект, разработанный компанией «Северсталь» с целью повышения безопасности работ на шахте «Северная» и полезного использования метана; проект уже реализуется, в дальнейшем добычу шахтного метана можно осуществлять и на других действующих, а также, возможно, и на закрытых шахтах;

— производство топливных брикетов из отходов обогащения (угольных шламов и отсевов) с получением угольного продукта высокого качества.

Кроме ресурсов углей недра Печорского бассейна содержат богатый комплекс рудных и нерудных полезных ископаемых, подземных пресных и минеральных вод, известны месторождения, и пока неразведанные проявления: нефти и газа, золота, меди, баритов, фосфоритов, кварца, сырья для производства извести и цемента, мраморов, поделочных камней. Освоение этих месторождений минерального сырья целесообразно проводить, опираясь на промышленный и социальный потенциал Воркутинского и Интинского геолого-промышленных районов.

Таким образом, научный прогноз, высказанный профессором А. А. Черновым в далеком 1924 г., полностью реализовался в виде нового для страны Печорского угольного бассейна, который занимал в прошлом и должен занять в будущем достойное место в экономике современной России.

История исследований метаморфических комплексов на восточном склоне Приполярного Урала

Е. В. Кушманова
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Неркаюский комплекс выделен в процессе проведения геологосъемочных работ масштаба 1:50 000 [6]. Он сложен глубокометаморфизованными породами (гранат-слюдяными кристаллическими сланцами, амфиболитами, эклогитами и др.), ранее включавшимися в разрез нижнего палеозоя. Комплекс слагает одноименный тектонический блок, имеющий в плане серповидную форму и прослеживающийся в северо-восточном направлении на 80 км по правобережью р. Хулги от ее крупных притоков — р. Хальмерью на юге до р. Бол. Тыкотлова на севере. Максимальная ширина выхода глубокометаморфизованных пород составляет 15 км. Комплекс граничит на востоке с габбро и гипербазитами Олыся-Мусюрского массива, а на западе — со слабометаморфизованными средне-верхнерифейскими вулканогенно-осадочными отложениями. В настоящее время Неркаюский комплекс рассматривается как выступ нижнедокембрийского фундамента в структуре уралид [6, 9].

Изучением неркаюского комплекса после его выделения как самостоятельного структурного подразделения занимались А. М. и Ю. И. Пыстины, Ю. А. Чернышев, А. В. Жданов, А. П. Казак, В. Н. Пучков, Л. А. Карстен, К. С. Иванов, С. И. Григорьев, Д. Н. Ремизов и другие исследователи.

Неркаюский комплекс имеет очень сложное строение и многоэтапную структурно-метаморфическую историю преобразования пород. Ни породы самого неркаюского комплекса, ни окружающие его толщи не содержат фаунистических остатков. Сведения об абсолютном возрасте пород остаются крайне скудными. Поэтому представления о геологическом строении комплекса, возрасте слагающих его толщ, первичном составе метаморфитов, количестве, последовательности этапов и эволюции метаморфизма пород весьма противоречивы.

В силу тектонического характера контактов нижняя и верхняя границы неркаюского комплекса не были установлены. В результате геологической съемки комплекс был подразделен на два подкомплекса: нижний парусшорский существенно метабазитовый (эклогиты, амфиболиты, прослои гранат-слюдистых кристаллических сланцев и апокремнистых кварцитов) и верхний хальмеръинский эклогит-амфиболит-кристаллосланцевый с преобладанием в разрезе пород кислого состава. Взаимоотношения между подкомплексами тектонические.

Эта точка зрения была поддержана авторами Государственной геологической карты масштаба 1:200000, подготовленной под руководством О. А. Кондиайна [2]. По мнению авторов этой работы, Неркаюский блок, названный ими Хулгинским выступом, сложен неркаюской серией раннепротерозойского возраста, которая подразделяется на две свиты: нижнюю — парусшорскую и верхнюю — хальмеръинскую. Объем и границы названных свит соответствуют одноименным подкомплексам в понимании А. М. Пыстина и его соавторов.

Л. А. Карстен [5] и В. Н. Пучков [7], принимая точку зрения о двухчленном строении неркаюского комплекса, высказали предположение, что это самостоятельные структурно-вещественные подразделения и их следует выделять в ранге комплексов. При этом предполагался более молодой возраст отложений парусшорского комплекса — рифейский.

По-разному оцениваются геодинамические условия образования протолитов и особенности структурно-метаморфической эволюции пород неркаюского комплекса. По ранним представлениям геологов-съемщиков, отраженным в монографиии А. М. Пыстина [8], неркаюский комплекс сформировался на субстрате дорифейских эвгеосинклинальных вулканогенно-осадочных отложений. Позднее, рассматривая геодинамическую эволюцию нижнедокембрийских образований палеоконтинетальной области Урала с плейт-тектонических позиций, А. М. Пыстин интерпретировал неркаюский комплекс как палеоокеанические образования, вовлеченные в субдукционно-колизионные процессы.

Эволюция метаморфизма пород А. М. Пыстиным [6] в цитируемой работе и других публикациях, относящихся к 80—90-м годам, интерпретировалась следующим образом. В раннем протерозое вулканогенно-осадочные толщи испытали однородный региональный метаморфизм, соответствующий фации дистеновых гнейсов и амфиболитов повышенных давлений. В конце позднего докембрия породы претерпели зональный региональный метаморфизм, достигающий P-T условий низких ступеней фации дистеновых гнейсов и амфиболитов, а на регрессивной стадии переходный к глаукофан-альмандиновой фации. В палеозое в ранее метаморфизованных породах проявился дислокационный метамор-

физм, переходный по температуре к глаукофан-альмандиновой фации, а по давлению — от зеленосланцевой фации умеренных давлений к лавсонит-глаукофановой фации высоких давлений.

По О. А. Кондиайну и др. [2] во второй половине раннего протерозоя осадочно-вулканогенные образования подверглись интенсивной складчатости западно-северо-западного простирания и метаморфизму амфиболитовой фации. Предполагалось, что данная территория принадлежала карельской протогеосинклинальной системе (Харбейской — по О. А. Кондиайну), замкнувшейся во второй половине раннего протерозоя.

В интерпретации П. М. Вализера и В. И. Ленных [1] в допалеозойское время существовали нижняя (южная), существенно базит-терригенная (неркаюский комплекс) формация и базит-черносланцевая офиолитоподобная (северная) формация, залегающая в аллохтоне. По мнению этих авторов породы неркаюского и парусшорского комплексов вполне вероятно претерпели два этапа высокобарического метаморфизма — в связи с допалеозойским надвигом офиолитоподобной пластины с севера и палеозойским надвигом гипербазитов Олыся-Мусюрского массива с востока. Авторами не исключалась также возможность образования эклогитов до надвигания парусшорской пластины в связи с поддвигом неркаюского комплекса на юго-запад под континентальный фундамент, представленный николайшорским (хебизским) комплексом.

По Л. А. Карстен [5] неркаюский комплекс образован по континентальному субстрату (песчанисто-грауваковые толщи, содержащие маломощные дайки базальтового состава). Парусшорский подкомплекс рифейского возраста является фрагментом крупной некогда единой рифейской структурно-формационной зоны. В своих работах она указывала на высокобарические и высокотемпературные условия метаморфизма пород неркаюского комплекса на начальных этапах его становления (не ниже уровня гранат-амфиболитовой фации). Ранний этап метаморфизма по Л. А. Карстен, возможно, связан с рифтогенезом данного сегмента земной коры в рифее. В палеозое неркаюский комплекс являлся жестоким континентальным краем Русской платформы. В это время породы парусшорского и неркаюского комплексов претерпели высокобарический метаморфизм (эклогитизацию и глаукофанизацию) в связи с тектоническими процессами сжатия и скучивания в зоне ГУР. На последнем этапе происходило образование зеленосланцевых диафторитов, приуроченных к зонам рассланцевания.

Оригинальное объяснение многообразия минеральных метаморфогенных ассоциаций в породах неркаюского комплекса дано С. И. Григорьевым с соавторами [3]. Они считают, что геологические и петрографические данные свидетельствуют, скорее всего, в пользу длительного непрерывного одноэтапного метаморфизма с проявлением монодиафтореза на конечном этапе преобразования пород, что, по их мнению, хорошо соотносится с современными представлениями о геодинамической эволюции Урала на этапах от субдукции до коллизии.

Абсолютный возраст пород хальмеръинского подкомплекса по данным термоионной эмиссии свинца, приведенным в монографии [8] 1600 млн лет.

Возраст белых слюд из эклогитов, определённый Г. Малюски Ar-Ar методом, составляет 351.3±3.6 и 352±3.6 млн лет [4]. Эти датировки могут указывать на время эксгумации эклогитсодержащих толщ, хотя не исключается, что указанные цифры фиксируют возрастной рубеж завершения процессов высокобарического метаморфизма.

Дальнейшие исследования неркаюского комплекса должны быть направлены на уточнение его структуры, петрографического состава пород и установление термодинамических параметров метаморфизма (особенно его ранних этапов), изучение петрогеохимических особенностей пород с целью выявления геодинамических обстановок их формирования, на получение модельных датировок и возрастов основных этапов метаморфизма.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН №12-У-5-1011.

Литература

1. *Вализер П. М., Ленных В. И.* Амфиболы голубых сланцев Урала. М.: Наука, 1988. 203 с.

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист Q—40, 41. Воркута. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картофабрики ВСЕГЕИ, 2001. 342 с.+ 8 вкл.

3. *Григорьев С. И., Ремизов Д. Н., Григорьева Н. Г.* и др. Термодинамические условия формирования метаморфических пород Неркаюского и Лемвинского аллохтонов на Приполярном Урале // Петрология и минералогия севера Урала и Тимана. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН. С. 53—64.

4. *Иванов К. С.* Оценка палеоскоростей субдукции и коллизии при формировании Урала // ДАН, 2001, том 377, № 2. С. 231—234.

5. *Карстен Л. А.* Геология метаморфических комплексов в зоне Главного Уральского глубинного разлома на Приполярном Урале: Автореф. к. г.-м. н. Свердловск, 1989. 23 с.

6. Отчёт о результатах групповой геологической съёмки масштаба 1:50000 на территории листов Q-41-99-Г/б, г/, 100-В, Г, III-Б/б, г/, В, Г,

112-А, Б, В, Г/а/ «Результаты геологосъёмочных работ в бассейнах рек Хальмеръю и Балабанъю на Приполярном Урале» / Тыкотловская ГСП, 1976—79 гг./ Том I, текст г. Воркута, 1981 г.

7. *Пучков В. Н., Карстен Л. А.* К истории метаморфизма неркаюского комплекса (Приполярный Урал) // Тез. докл. к V Урал. петрогр. совещ. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 70—71.

8. *Пыстин А. М.* Полиметаморфические комплексы Западного Урала. СПб.: Наука, 1994. 208 с.

9. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1994.

Информационные системы в истории геологических наук: первый российский опыт

И. Г. Малахова

Государственный геологический музей им. В. И. Вернадского РАН

История Отдела истории геологии Государственного геологического музея им. В. И. Вернадского (ГГМ) РАН началась 65 лет назад. В 1949 г. в Институте геологических наук (1930—1937 гг. и с 1956 г. — Геологический институт АН СССР) была создана группа историков геологии под руководством В. В. Тихомирова (1915—1994). С 1991 г. Отдел истории геологии является структурным подразделением ГГМ РАН.

Главной задачей сотрудников Отдела во все времена было проведение исследований в области геологических знаний, во многом следуя программам, разработанным основателями исторического направления в естествознании и геологии академиками АН СССР В. И. Вернадским (1863—1945) и В. А. Обручевым (1863—1956). Наиболее значимыми достижениями Отдела стали:

1. Серийное издание «Очерки по истории геологических знаний» (32 выпуска с 1956 г.).

2. Создание Комиссии «Геологическая изученность СССР» (1955) и одноименное 50-томное справочное издание, подготовленное Академией наук СССР и Министерства геологии СССР (председатель Комиссии — В. В. Тихомиров).

3. Учреждение в 1967 г. Международной Комиссии по истории геологических наук (ИНИГЕО) под эгидой Международного союза геологических наук и Международного союза истории и философии науки (первый президент — В. В. Тихомиров).

4. Публикация трехтомного издания о членах Российской академии наук (действительных, почетных, членах-корреспондентах, иностранных), избранных в ее состав за всю историю по геологическим и горным наукам [1—3].

Отдел истории геологии ГГМ РАН — единственная структурная единица Академии наук, обладающая уникальным информационным ресурсом в области наук о Земле:

• классические труды, книги по истории геологических и горных наук (> 7 000)

• персональные файлы, содержащие документы, воспоминания, переписку, данные архивов (> 10 000)

• библиографические данные (> 500 000 карточек)

• фотографии (> 15 000)

Использование информационных технологий — единственный способ сохранить имеющийся банк данных и сделать его доступным для широкого круга заинтересованных лиц (специалистов различных отраслей геологических и горных наук, историков естествознания, преподавателей и студентов).

Первым шагом на пути информационного обеспечения геологических и горных наук стало участие ГГМ РАН в работе по *Программе Электронная библиотека «Научное наследие России»* (ЭБ), которая объединяет информационные ресурсы научных институтов, архивов и библиотек РАН. Программа построена по персональному принципу [4].

С 2008 г. Отдел истории геологии ГГМ РАН размещает электронные публикации, историко-научную и музейную информацию в ЭБ [5] в виде следующих блоков:

1. Персона (ученый) — краткая биографическая информация; научная биография (написанная специально для ЭБ) со списком основных публикаций; фотопортрет.

2. Публикация — библиографическое описание; тезисы (для статей); электронная книга; содержание.

3. Музейная коллекция (с привязкой к публикации) — описание коллекции (подтовленное специально для ЭБ); описание предметов (по установленным параметрам); фотографии.

Опыт работы в ЭБ и установившиеся прочные связи с партнерами по Программе позволили сотрудникам Отдела истории геологии ГГМ РАН приступить к созданию собственного ифнормационного продукта — *Информационной системы «История геологии и горного дела»* (ИС).

В качестве программной оболочки для ИС был выбран объектно-ориентированный программный комплекс Scirus, который был разработан специалистами Библиотеки по естественным наукам РАН и используется в процессах распределенного формирования ЭБ.

Главные задачи ИС: сохранение информации, отражающей различные аспекты развития геологических наук; информационное сопровождение научных исследований; обеспечение многоаспектного поиска информации по различным критериям.

ИС построена по персональному принципу. Она поддерживает метаданные, характеризующие ученых, организации, с которыми связана их научная деятельность; относящиеся к ним документы (полные тексты); оцифрованные фотографии; возможно включение медиафайлов.

Для ученых вводятся следующие данные: краткие биографические сведения; связи с организациями; области научных исследований; регионы работ; звания, награды; научные биографии; полные списки трудов; документы; фотографии (фотопортреты и групповые снимки) с описаниями изображенных лиц, датами и источниками.

Метаданные по организации включают: тип организации, полное и краткое названия на языке оригинала и на русском языке, дополнительную текстовую информацию.

Документы (корреспонденция, мемуары, некрологи и др.) в виде прикрепленных файлов с полными текстами в формате pdf. сопровождаются полными библиографическими описаниями.

Фотографии (фотопортреты и групповые снимки) даны с датами снимков, описаниями изображенных лиц и источниками получения фотографий.

ИС позволяет выполнять сложный поиск по всем параметрам введенной информации и выдавать в качестве результата заданные сущности с возможностью навигации между ними.

Общий принцип построения двух описанных информационных систем (персональный) и единое программное обеспечение позволяют интегрировать ЭБ и ИС, что позволит получить максимально возможную информацию об ученых, и работа в этом направлении уже начата.

Электронная библиотека «Научное наследие России» открыта для пользователей на сайте http://nasledie.enip.ras.ru/index.html

Информационная система «История геологии и горного дела» поддерживается на сервере БЕН РАН и доступна пользователям Интернет по адресу URL: http://scirus.benran.ru/higeo/ (для незарегистрированных пользователей login — guest, password — пустая строка).

Литература

1. *Соловьев Ю. Я., Бессуднова З. А., Прждецкая Л. Т.* Отечественнные действительные и почетные XVIII—XX вв.: Геология и горные науки / Отв. ред. Ю. Я. Соловьев. М.: Научный Мир, 2000. 548 с.

2. *Соловьев Ю. Я. Хомизури Г. П., Бессуднова З. А.* Отечественные члены-корреспонденты Российской академии наук XVIII — начала XXI века: геология и горные науки / Отв. ред. Ю. Я. Соловьев. Москва: Наука, 2007. 607 с.

3. *Малахова И. Г., Бессуднова З. А., Хомизури Г. П., Минина Е. Л.* Иностранные члены Российской академии наук. XVIII—XXI вв.: Геология и горные науки.

4. *Малахова*. М.: ГЦ РАН, 2012. 504 с. URL: http://elpub.wdcb.ru/ebooks/formemb.pdf

4. *Калёнов Н. Е., Савин Г. И., Сотников А. Н.* Электронная библиотека «Научное наследие России»: технология наполнения // Новые технологии в информационном обеспечении науки. М: Научный Мир, 2007. С. 40—48.

5. *Малахова И. Г.* История геологии глазами читателей Электронной Библиотеки «Научное наследие России» // Информационное обеспечение науки: новые технологии : Сб. науч. тр. М.: Научный Мир. 2009. С. 88—93.

Исследования флюорита Уральско–Новоземельской провинции в 1970–80 годы (проблема оптического сырья и ее решение)

Г. А. Маркова
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Одним из наиболее крупных результатов научно-исследовательских и геолого-поисковых работ, проводившихся в Институте геологии под руководством Н. П. Юшкина в 1970-80 гг., явилось установление на европейском Северо-Востоке страны новой перспективной Уральско-Новоземельской флюоритоносной провинции (северная часть Урала, Пай-Хой, о-в Вайгач и Южный остров Новой Земли), включающей различные генетические типы флюоритовой минерализации. Благодаря этим исследованиям была решена важная научная и народно-хозяйственная проблема — создание широкого класса новых типов оптических приборов, технических устройств, в том числе специального назначения. Основой её решения стало открытие месторождений флюорита с уникальными свойстами.

Исключительность флюорита как оптического материала объясняется целым рядом его свойств — оптической изотропностью, высокой равномерной прозрачностью в широком диапазоне длин волн от УФ- до ИК-области, высокой стабильностью характеристик. Это определяет незаменимость оптического флюорита при создании высококорректированных оптических систем (апохроматов, планапохроматов), обеспечивающих высокое качество изображения. В то же время прозрачность и достаточно большая дисперсия флюорита в УФ-области способствуют его использованию в объективах современных ультрафиолетовых микроскопов и при изготовлении призменной оптики для вакуумных спектрографов, монохроматоров. Вместе с тем флюорит отличается достаточной твёрдостью по сошлифовыванию и высокой химической устойчивостью.

Главным исходным сырьем для получения искусственных монокристаллов фтористого кальция является природный флюорит. Однако разработанные технологические процессы не обеспечивали получения кристаллов, отвечающих всему комплексу требований к оптическому материалу, в частности, прозрачных в УФ-области спектра, нелюминесцирующих и радиационноустойчивых, а также крупногабаритных образцов оптической техники, потребность в которых стала особенно острой к середине 70-х годов.

Специальными исследованиями было установлено, что качество получаемых монокристаллов определяется не только условиями роста, но в значительной степени зависит от состава и свойств исходного природного флюорита, используемого в качестве шихты. Например, загрязнённость сырья редкоземельными элементами, которые практически полностью наследуются конечным продуктом синтеза, резко ухудшает технические характеристики изделий.

Нашими исследованиями всего комплекса оптических свойств и химического состава природного флюорита в рамках темы «Минералогия и генезис флюоритовых месторождений европейского Северо-Востока» (1975-79 гг.) были установлены уникальные характеристики основных разностей этого сырья Уральско-Новоземельской провинции, прежде всего его высокая химическая чистота, что обеспечивало промышленное производство монокристаллов особо высокого качества (марок ФК-У, ФК-В, ФК-И, нелюминесцирующей оптики).

Первые же полупромышленные и промышленные испытания технологических проб амдерминского флюорита, проведённые в 1974—75 гг. на ЛОМО и в филиале № 1 ГОИ дали положительный результат.

При лабораторных исследованиях флюорита нами использовались такие методы как оптическая и инфракрасная спектроскопия, фотолюминесценция (в том числе при температуре жидкого азота), рентгенолюминесценция, радиационное облучение. Оценка качества монокристаллов проводилась в соответствии с требованиями ГОСТ 17570-72 по целому ряду показателей: по пропусканию в УФ-, видимой, ИК-областях спектра, по светорассеянию, оптической однородности, пузырности, наличию свилеподобных дефектов и др. Полученные параметры для монокристаллов, выращенных из флюорита Амдерминского месторождения, полностью соответствовали необходимым требованиям, а для ряда участков даже превосходили их. На основе применения амдерминского флюорита была решена сложная техническая проблема производства нелюминесцирующих оптических деталей (так называемые «неофлюоры», т. е. новые флюоритовые системы). Важные данные были получены при изучении рентгенолюминесценции флюорита, установлены объекты добычи флюоритового сырья, пригодные для получения радиационноустойчивых оптических деталей. В связи с выявленными новыми характеристиками Амдерминского флюорита были разработаны и утверждены Технические требования к сырью ТУ-

41-01-351-78, создан новый ГОСТ 17570-80 на оптические кристаллы CaF_2.

Исследования Н.Юшкина и др. показали, что флюоритовая минерализация Уральско-Новоземельской провинции подчиняется общим закономерностям строения и размещения, что в свою очередь свидетельствует о единой глобальной природе флюоритонакопления. Однако существует и вполне естественная геологическая, вещественная и генетическая гетерогенность, которая существенным образом отражается на качественных характеристиках выращенных из такого сырья кристаллов CaF_2. Искусственные монокристаллы с самыми высокими оптическими свойствами были получены из флюорита северных участков Амдерминского месторождения, тогда как флюорит южных участков (гряда Беляева), а также южнопайхойский (Буреданское месторождение) и южно-новоземельский позволяли получать монокристаллы ограниченного применения. На основе детального сравнительного изучения природного флюорита и полученных из него искусственных кристаллов фтористого кальция были разработаны надёжные методы прогнозирования качества оптики по исходному сырью, основанные на принципе наследования свойств.

Анализ общего состояния проблемы, проведённый в 1975 г. заинтересованными организациями, привёл к выводу, что промышленное освоение уникального флюорита Амдерминского месторождения обеспечит потребности оптико-механической промышленности СССР на далёкую перспективу. Была поставлена задача на основе межотраслевой кооперации научно-исследовательских и производственных коллективов в кратчайший срок полностью перевести оптическую промышленность на амдерминский флюорит, обеспечить экспортные поставки изделий из него в страны СЭВ, максимально (технологически и технически) реализовать уникальные свойства флюорита путём создания новых технологических процессов и конструкторских разработок.

Для решения этой крупной комплексной проблемы научного, народно-хозяйственного и оборонного значения в 1975—76 гг. была составлена целевая программа исследований, разработок и их освоения, построенная на системе договоров о творческом сотрудничестве и хозяйственных договоров. Эта программа объединяла усилия Коми филиала АН СССР, СПО «Северкварцсамоцветы», ЛОМО им. В. И. Ленина, ГОИ им. С. И. Вавилова, завода «Красный Гигант», Ленинградского горного института. Координация работ по всей программе в целом осуществлялась Коми филиалом АН ССС и руководителями организаций-партнёров.

Намеченная программа была полностью выполнена. В качестве объектов для первоочередного освоения были выдвинуты месторождения Амдерминского, Южно-Новоземельского и Южнопайхойского районов. В частности, СПО «Северкварцсамоцветы» на Амдерминском месторождении» были проведены дополнительные поисково-разведочные работы, подсчитаны промышленные и прогнозные запасы кондиционного сырья, организована добыча флюорита и его поставки на промышленные предприятия. Пятилетний план (1976—80 гг.) по приросту запасов флюорита был выполнен на 218 %. Возрос объём добычи кондиционного сырья (его общая стоимость превысила 2 млн. руб.). Все исследования и разработки доведены до практического воплощения с высоким техническим и экономическим эффектом (60 млн руб. в год). Целый ряд разработок (более 20) был выполнен на уровне изобретений. Производство монокристаллов на предприятиях оптической промышленности к 1980 г. по сравнению с 1975 г. возросло в три раза, а наиболее дефицитных монокристаллов марки ФК-У — почти в 50 раз. Расширился ассортимент и объёмы выпуска оптических деталей: только на ЛОМО изготовлялось более 250 наименований продукции (линзы, призмы, фильтры). Налажено серийное производство принципиально новых моделей микроскопов на основе «неофлюоров», в том числе для биологических и медицинских целей. Сконструированы и внедрены в производство высокотемпературные вакуумные ростовые установки, позволившие наладить выращивание монокристаллов с заданными свойствами, заданной формы, а также крупногабаритных (диаметром до 600 мм) кристаллических заготовок. Более 50 предприятий страны обеспечивались необходимой продукцией. Многим изделиям был присвоен Государственный знак качества, медали ВДНХ, дипломы, в том числе международных промышленных выставок. Существенное значение работы состояло также в том, что она обеспечила независимость Советского Союза от импорта природного флюорита особого качества, необходимого для производства изделий стратегического назначения, и более того — открылась возможность осуществления экспортных поставок флюоритовых изделий в страны социалистического содружества, а также в ряд капиталистических стран.

В 1982 году большая группа исследователей, геологов, технологов, конструкторов, руководителей промышленных предприятий за решение этой актуальной проблемы оптического приборостроения страны была удостоена Премии Совета Министров СССР.

Краткая история изучения флюоритовых месторождений Европейского Северо–Востока

Г. А. Маркова, Л. С. Кочева
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

История поисково-оценочных и научно-исследовательских работ по флюоритовой проблеме на европейском Северо-Востоке имеет своё начало с 1932 года, когда поисковой партией Вайгачской экспедиции под руководством П. А. Штрубко на Югорском полуострове было открыто флюоритовое месторождение, названное позднее Амдерминским. Уже в 1933 г. там были поставлены серьёзные разведочные работы. П. В. Виттенбургом [1], В. С. Сверчковым [2] была дана весьма детальная характеристика Амдерминского месторождения, П. П. Сущинским в 1935 г. обобщены материалы по минералогии месторождения.

Специальная комиссия Академии наук СССР подтвердила предварительные оценки высокой перспективности Амдермы и вынесла заключение о необходимости освоения месторождения. За короткий срок была изучена геология месторождения и района, проведена первая детальная геологическая съёмка, осуществлена прогнозная оценка флюоритового оруденения, подсчитаны запасы флюорита.

По результатам этих работ Амдерминское месторождение оценивалось как весьма крупное. Большую роль в изучении, разведке и подготовке к освоению Амдермы сыграли также работы Н. А. Преображенского, Б. Г. Хименкова, А. А. Музылева, А. А. Лапы и др. [3].

С 1934 г. параллельно с разведкой на Амдерминском флюоритовом месторождении начали проводиться сначала опытные, а затем плановые эксплуатационные работы с нарастающим объёмом добычи флюорита. Однако с 1940 г. в связи с несовершенством системы откачки воды из подмерзлотного слоя добыча флюорита стала сокращаться, а в 1951 г. Амдерминский рудник был законсервирован.

Кроме тяжёлых горнотехнических условий причиной консервации рудника явилась высокая стоимость продукции, связанная с тяжёлыми экономическими, особенно транспортными, условиями. Так, например, в 1936 г. стоимость одной тонны добытой здесь руды составляла 405 руб., то есть почти в 3.5 раза выше по сравнению с Калангуйским месторождением в Забайкалье.

В последующие годы в районе Амдермы проводились различные специализированные работы. В 1946 г. П. В. Виттенбургом с Н. С. Быкадыровой проводилась ревизия месторождения на редкие элементы; Л. М. Дмитриев по материалам разведок 1937—1946 гг. произвёл пересчёт запасов, изучал закономерности локализации флюоритовых тел; в 1951—1953 гг. под руководством Н. М. Зеленцова была проведена доразведка месторождения; в 1965—1968 гг. ВКГРЭ (Воркутинская комплексная геологоразведочная экспедиция) проводила геологическую съёмку с целью уточнения геологической позиции Амдерминского месторождения.

Запасы флюоритовых руд в мире (без СССР) в 70—80 годы оценивались на уровне 430 млн т, а ежегодная добыча флюорита составляла более 4.6 млн т [4]. Наиболее богатые месторождения были известны в Мексике, США, Испании, ЮАР, в странах юго-западной Африки, Канаде, Франции, ФРГ, Южной Корее.

Потребность во флюорите, этом важном виде минерального сырья, широко используемого в различных областях техники и производства, весьма высокая во всём мире. Он является главным источником фтора, входящего в состав широкого ассортимента продуктов химической промышленности и многих технических изделий — это производство плавиковой кислоты, чёрная и цветная металлургия (в качестве флюса), атомная и электронная промышленность, космическая техника, нефтепереработка и другие области применения.

Известные в СССР месторождения флюорита в Забайкалье, а также казахстанские, среднеазиатские (Кент, Куликолон и др.) не обеспечивали оптическую промышленность, одну из важнейших в нашей стране, сырьём необходимого качества. Такое сырье приходилось поставлять из Китая, причём через третьи страны. Под угрозой оказался выпуск целого ряда приборов особого назначения.

Производство оптических деталей из флюорита ещё с 20-х годов основывалось исключительно на обработке крупных прозрачных природных кристаллов. Однако использование природного флюоритового кристаллосырья имеет существенные ограничения. Прежде всего, из-за крайней недостаточности объёмов добычи такого рода кристаллов (скорее всего их можно назвать редкими находками), а также их несовершенством — неоднородностью, нестабильностью оптических характеристик, трещиноватостью, наличием посторонних включений. Размеры природных монокристаллов обычно не превышают 1—5 см, редко достигают 10—20 см.

Уникальные находки кристаллов исполинских размеров до 50—60 см по ребру отмечались во Франции, Китае. Такие находки известны также в Приморском крае, Казахстане, на Памире и других месторождениях мира, но это, как правило, коллекционный материал для музеев. Цветные, полосчатые разновидности природных кристаллов флюорита используются в ювелирных целях [5].

Запасы природных оптических монокристаллов флюорита практически исчерпали себя. Уже в 30-е годы стал ощущаться «флюоритовый голод». На территории Европейского Северо-Востока до середины 70-х годов Амдерминское месторождение оставалось единственным флюоритовым объектом, представляющим практический интерес, хотя время от времени появлялись отдельные упоминания о флюоритопроявлениях и в других районах Пай-Хоя, на Новой Земле, на севере Урала.

Начиная с 1968 года сотрудниками Института геологии Коми филиала АН СССР (группа минералогов под руководством Н. П. Юшкина — А. Ф. Кунц, Ю. Н. Ромашкин, В. Д. Тихомирова, Г. Н. Боболович, а также геологи Б. А. Голдин, Н. И. Тимонин, М. В. Фишман и другие исследователи) стали проводиться комплексные топоминералогические исследования рудных формаций Пайхойского и Вайгач-Новоземельского антиклинориев. Были открыты многочисленные флюоритовые месторождения и флюоритопроявления, оконтурены важнейшие участки, определены общие перспективы флюоритоносности региона. В 1975—1979 гг. выполнялись специальные исследования по установлению закономерностей и механизмов концентрации флюорита, была проведена переоценка перспектив региона, детальное минералогическое и физико-химическое изучение флюорита [3].

В результате многолетних исследований Института геологии к 1979 году была обоснована высокая перспективность Уральско-Новоземельской флюоритоносной провинции и сделан вывод о целесообразности её освоения.

Характерной особенностью проводившихся исследований была их тесная координация с геолого-съёмочными, поисковыми и оценочными работами производственных геологических организаций «Полярноуралгеология», «Севморгео», «Северкварцсамоцветы» на территории провинции.

Литература

1. *Виттенбург П. В.* Рудные месторождения острова Вайгач и Амдермы. Л.—М.: Изд-во «Главсевморпуть», 1940. 128 с.

2. *Сверчков В. С.* Амдерминское месторождение плавикового шпата: Тр. Арктич. ин-та. Т. 134. Л., 1939. 96 с.

3. *Юшкин Н. П., Ромашкин Ю. Н., Маркова Г. А.* Уральско-Новоземельская флюоритоносная провинция. Л.: Наука, 1982. 220 с.

4. Минеральные ресурсы промышленно-развитых и развивающихся капиталистических стран. Справочник. М.: Недра, 1977.

5. *Буканов В. В.* Цветные камни. Энциклопедия. СПб.: Otava Book Printing Ltd, 2008. 416 с.

Экспедиция на р. Цильма 1491 г.

Н. М. Николаева

ГБУК «Ненецкий краеведческий музей», Нарьян-Мар

История правления великого Московского князя Ивана Васильевича изобилует важнейшими политическими событиями, которые привели к централизации русских земель и укреплению великокняжеской власти. Преобразования коснулись практически всех областей хозяйствования и требовали крупных денежных вложений. Собственных цветных металлов Древняя Русь не имела, поэтому золото, серебро и медь для чеканки монет закупались в странах Западной Европы и Азии. Их основными поставщиками были Готланд, Любек и другие города Ганзейского союза [1].

26 марта 1491 г. Иван III отправил в Печорский край экспедицию «серебра делати и меди, и железа» [2, 3,12]. В ее составе были дети боярские Василий Иванович Болтин, Андрей Петров, Иван Кузьмич Коробкин [2, 3]. Сынами боярскими в Древней Руси были дворяне более низкого происхождения, чем бояре. Они несли военную службу, в особых случаях привлекались к выполнению гражданских поручений. В их распоряжении находилось «деловцов, кому руду копати» 60 человек с Великого Устюга, 100 — с Северной Двины, 80 — с Пинеги. Для сопровождения экспедиции на судах было призвано 100 человек с Выми, Вычегды, Сысолы и Чердыни. Тот факт, что пермякам «на ужена» [2, 3, 12], т. е. в качестве платы за участие в этой экспедиции были пожалованы в пользование самые богатые семужьи тони «на устье Печоры от Болванские до Пустозерские» [2, 3], говорит о том,

что московский князь придавал огромное значение этому походу. Среди участников экспедиции упоминается грек Мануил Ларев. Исследователи отождествляют его с братом Софьи Палеолог, что вызывает сомнение. Как известно, Мануил Палеолог задолго до описываемых событий вернулся из изгнания в Константинополь и уступил свои права на престол в обмен на содержание и солидную пенсию. Русские земли наследник византийской короны никогда не посещал [10].

В составе отряда находились два иноземных рудознатца — Иван и Виктор. Во многих летописях они указываются как «немцы» [5], поэтому часто о них пишут, как о мастерах из Германии [4, 6]. Однако, немцами на Руси называли всех западноевропейцев вплоть до XVIII в.

В Вологодско-Пермской и Вычегодско-Вымской летописях рудознатцы обозначены как «мастера с Фразы». Фрязями или фрагами, от искаженного «франки», именовались жители Южной Европы, в первую очередь выходцы из Генуи и Венеции.

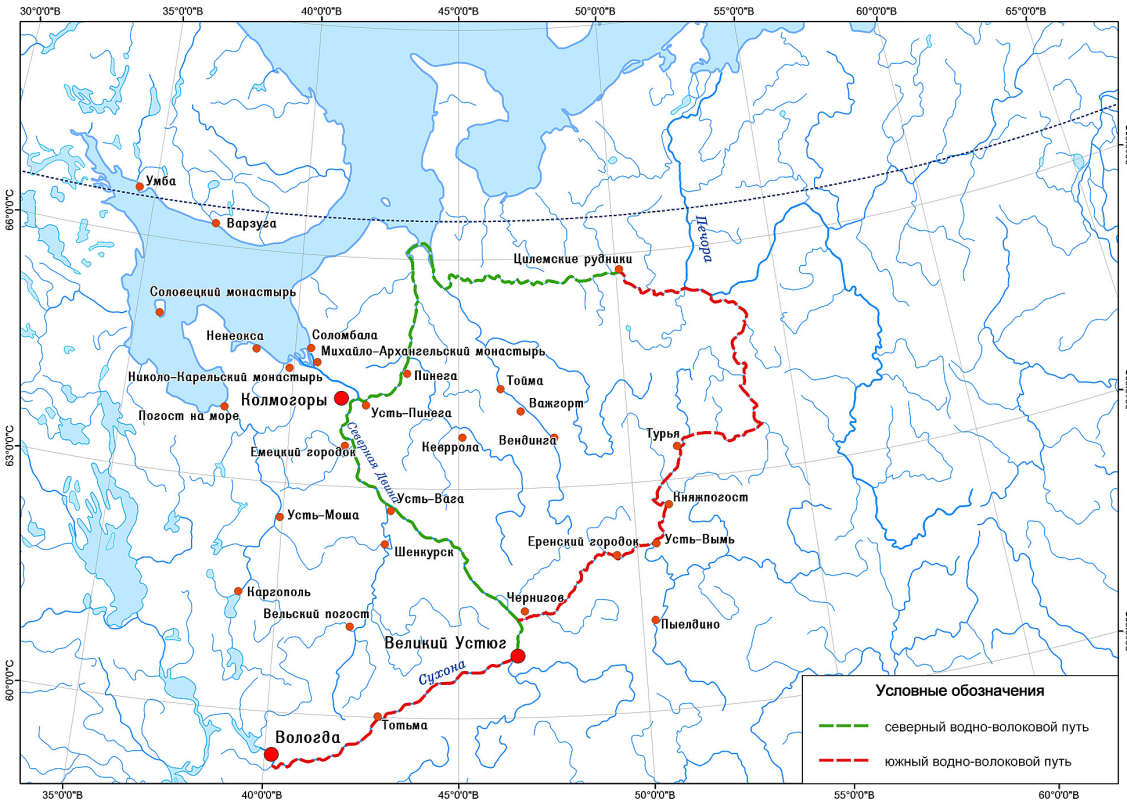
В летописях не указывается маршрут экспедиции. Исследователями рассматривается два варианта продвижения на Печору: северный — по Двине на Пинегу, Кулой, Мезень и через Пезский волок на Цильму — левый приток р. Печоры; южный — по Сухоно-Вычегодскому водному пути на Вымь, Ухту в Ижму, которая впадает в Печору южнее р. Цильмы [8]. Одни ученые считают, что наиболее вероятным маршрутом следования экспедиции был южный водно-волоковой путь, т. к. за транспортную составляющую отвечали пермяки. Другие уверены, что отряд продвигался к Печоре по северному пути. В те времена он считался более обжитым и безопасным [8, 11].

Через 7 месяцев в Москву вернулись Андрей Петров и Василий Болтин с известием о том, что 8 августа на р. Цильме в 20 верстах от устья р. Космы на протяжении 10 верст была найдена серебряная и медная руда [4].

В летописных источниках нами не обнаружено сведений о дальнейшей судьбе этого месторождения. Я. Н. Носов утверждает, что второй экспедицией в 1492 г. на Цильме в устье ручья, который впоследствии назван Заводским, были заложены медные рудники и плавильные печи, а в 1496 г. медеплавильный завод.

В средневековой Европе горное и металлургическое дело достигло высокого развития. Подробное описание всех технологических процессов (поиск, разработка месторождений, выплавка металлов) донес до нас трактат видного ученого того времени Георга Агриколы «О горном деле и металлургии в двенадцати книгах» (1556). Согласно ему завод по производству металла состоял из нескольких цехов: цех по обогащению руды; по измельчению и сортировке породы (толчея и грохот); по промывке руды; медеплавильный цех с 4—5 сыродутными печами и молотом для разбивания флюса и расковки меди.

Вокруг завода вырастал рабочий поселок с жилыми и хозяйственными постройками. Для



Водно-волоковые пути на Печору (населенные пункты на 1491 г.)


Заводской ручей


Медная зелень


Медесодержащая порода

выплавки меди необходим был древесный уголь, поэтому в непосредственной близости от завода располагалась площадка для распиловки леса и обжига древесины в уголь. В нашем случае, поселение было бы обнесено частоколом, т. к. находилось на неосвоенной территории, лишь номинально относящейся к Московскому княжеству.

Возникает справедливый вопрос: почему сведения о таком крупном, по тем временам, производстве в далеком Печорском крае не отражены ни в летописях, ни в «Истории государства Российского» Н. М. Карамзина?

Возможны два варианта ответа на этот вопрос:

1. Производство меди было сезонным, без капитальных построек. Для выплавки металла использовались глинобитные сыродутные печи, которые быстро возводятся и просты в обслуживании. Импровизированный «завод» функционировал короткое время, год или два.

2. В XV веке медеплавильного завода на р. Цильме не было.

Некоторые исследователи ссылаются на сведения Александра Ивановича Шренка, полученные от местных жителей о том, что на Цильме, в районе рек Космы и Руднянки находятся остатки строений с кузнечными и плавильными печами из кирпича [13]. Они отождествляют эти известия с цилемским заводом конца XV в., но мы предполагаем, что здесь речь идет о разработках XVIII в.

В 1702 г. на р. Цильме работала экспедиция под руководством Федора Огарева, за три года на монетный двор было доставлено три пуда выплавленной меди и четыре пуда медной руды [7, 9]. В 30-е гг. XVIII в. в Пустозерском уезде строился, и недолгое время работал завод Петра Миллера, возможно, он находился в районе Заводского ручья [9].

В истории цилемских рудников много вопросов, наличие которых объясняется недостаточностью введенных в научный оборот архивных материалов, отсутствием археологических данных по этому вопросу. Но, несмотря на белые пятна нельзя отрицать огромного значения цилемского месторождения для истории России. С ним связана организация первой государственной геологической экспедиции. Открытие месторождения медной руды на Цильме стало первым шагом к освоению природных богатств Печорского края. Факт разработки месторождения цветных металлов на территории Московского княжества укрепил великокняжескую власть и поднял политический авторитет Русского государства.

Литература

1. Археология СССР: Древняя Русь. Город, замок, село / Под ред. Б. А. Рыбакова и др. М.: Наука, 1985. 430 с.

2. Вологодско-Пермская летопись // Полное собрание русских летописей (ПСРЛ). Т. 26. М.-Л.: АН СССР, 1959. 416 с.

3. Вычегодско-Вымская (Мисаило-Евтихиевская) летопись // Родники пармы. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1989. 176 с.

4. *Карамзин Н. М.* История государства Российского. В 4 книгах. Книга вторая (т. IV—VI). Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 1995. 608 с.

5. Лаврентьевская летопись // ПСРЛ. Т. 1. М: ЯРК, 1997. 496 с.

6. *Магидович В. И., Голубчиков С. Н.* Рудознатцы и первооткрыватели недр Российского Севера // Энергия. 2001. № 2. С. 49—54.

7. *Носов Н. Я.* 500 лет Цилемским рудникам. Усть-Цильма: Усть-Цилемская районная типография, 1991. 8 с.

8. *Окладников Н. А.* Острог на Печоре: О государевой крепости, протопопе Аввакуме и его соузниках. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1999. 368 с.

9. *Окладников Н. А.* Тайна древних Цилемских рудников // Арт: Республиканский литературно-публицистический, историко-культурологический, художественный журнал. Сыктывкар: Изд-во «Кола» 2007. № 2. С. 95.

10. *Рансимен С.* Падение Константинополя в 1453 году. Пер. с англ. Предисл. И. Е. Петросян и К. Н. Юзбашяна. М.: Главная редакция восточной литературы изд-ва «Наука», 1983. 200 с.

11. *Сухогузов П. Г.* Путь Московского войска на Печору и за Урал в походе 1499—1500 годов // Родники Пармы. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1989. С 160—163.

12. Холмогорская летопись. Двинской летописец // ПСРЛ. Т.33. Л.: Наука, 1977. 256 с.

13. *Шренк А. И.* Путешествие к северо-востоку европейской России через тундры самоедов к северным Уральским горам, предпринятое по высочайшему повелению в 1937 г. Александром Шренком. СПб: типография Трусова, 1855 г. 650 с.

14. *Шумилов И. Х., Остащенко Б. А.* Ранняя история открытия и освоения медных руд в бассейне р. Цильмы // Археоминералогия и ранняя история минералогии: мат-лы Международного семинара (Сыктывкар, 30 мая — 4 июня 2005 г.) / Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 146—147.

Главный геолог Тимана

А. М. Плякин

Ухтинский государственный технический университет, Ухта

С 1950—1970-ми гг. связан расцвет геологоразведочных работ на Тимане. В 1958 г. в Республике Коми был создан полный комплекс геологических организаций: Коми-Ненецкое геологическое управление (КНГУ) в Воркуте, Ухтинская геологоразведочная экспедиция (УГРЭ), а также Учебно-консультационный пункт (УКП) МИНХ и ГП им. И. М. Губкина (МИНХиГП) в Ухте; Институт геологии Коми филиала АН СССР в Сыктывкаре. С самых первых лет между ними установились тесные деловые связи, позволившие успешно решать производственные, научные и учебные проблемы.

На территории Тиманского кряжа ухтинские геологи приступили к полномасштабным поисково-разведочным работам на твёрдые полезные ископаемые и геолого-съёмочным работам. Тогда же решением научных проблем, связанных с изучением месторождений редких металлов и редких земель, а также россыпей и позднедокембрийских отложений Тимана занялись учёные Института геологии Коми филиала. Началась подготовка высококвалифицированных местных геологических кадров для производственных организаций республики в УКП, последовательно преобразованном в вечерне-заочный факультет, а в 1967 г. — в Ухтинский индустриальный институт (УИИ).

С первых дней образования УГРЭ начальником самой крупной поисковой партии стал Вадим Григорьевич Чёрный, выпускник Днепропетровского горного института по специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Около 5 лет он трудился на Кольском п-ове, приобретая профессиональные навыки. В течение последующих более 30 лет, начиная с 1958 г., организация и проведение планомерных геологоразведочных и научных работ на твёрдые полезные ископаемые в пределах Тиманского кряжа были тесно связаны с его именем.



В. Г. Чёрный

В 1959 г. он был назначен главным инженером УГРЭ, а затем главным геологом. В тот же год им были организованы две новые ревизионно-опробовательские партии, возглавляемые молодыми специалистами, и начаты поисковые работы на медь в бассейне р. Цильма и россыпи титана и редкометально-редкоземельных минералов на побережье Баренцева моря, на Среднем Тимане и Урале.

Под его непосредственным руководством проведены поиски редкометально-редкоземельных месторождений на Среднем Тимане, завер-

шившиеся отбором технологических проб по рудам трёх месторождений, показавших удовлетворительную извлекаемость ниобия и редких земель иттриевой и цериевой групп. Однако удалённость месторождений и отсутствие надёжных путей сообщения привели к решению Мингео СССР о прекращении поисков.

В 1959 г. его заинтересовали результаты работы геолога А. В. Иванова, открывшего в одной из опорных скважин на Южном Тимане бокситы. По его заданию И. С. Сидоровой был проведен анализ фондовых материалов, и в 1960 г. начались широкие поисковые работы на бокситы. Результатом работ стало открытие нескольких бокситовых месторождений на Южном Тимане. Позже при поддержке В. Г. Чёрного было открыто несколько бокситовых залежей, составивших Кедвинское месторождение, в северной части Южного Тимана. Таким образом, по его инициативе и под его руководством был открыт Южно-Тиманский бокситорудный район.

Задумав организацию тематической работы по металлогении Тимана, он впервые установил связь с Институтом геологии Коми филиала АН СССР, где им были получены консультации М. В. Фишмана по организации такой работы. Эта работа проводилась с 1961 г. под его непосредственным руководством в сотрудничестве с Пятым геологическим управлением [6]. В результате были детально охарактеризованы металлогенические особенности структурно-металлогенических зон Тимана, дана оценка их перспектив на алмазы и металлические полезные ископаемые.

В. Г. Чёрным на базе УГРЭ было организовано научно-техническое общество (НТО-горное). Молодые геологи знакомились с новыми материалами в периодических геологических изданиях («Известия АН СССР», «Доклады АН СССР», «Разведка и охрана недр» и др.), обменивались информацией. Это способствовало заметному профессиональному производственному и научному росту молодых специалистов.

В 1960 г. по инициативе В. Г. Чёрного в УГРЭ был создан первый геологический музей с коллекциями образцов горных пород и минералов, собранных в 1958—1959гг. на Тимане. В 1967 г. при его активной поддержке был создан новый геологический музей во вновь построенном здании УГРЭ [3].

В 1961 г. В. Г. Чёрный стал старшим геологом УТГУ. Несмотря на расширение области деятельности, главным объектом его исследований оставался Тиман. 3 июля 1963 г. он был назначен главным геологом УГТУ по твёрдым полезным ископаемым [2], но никогда не замыкался в кабинете, продолжал принимать активное участие в полевых работах. Летом 1963 г. под его непосредственным руководством были выполнены полевые исследования на побережье Баренцева моря с изучением стратиграфии докембрия, магматизма, тектоники и металлогении Северного Тимана и п-ова Канин. В последующие годы его маршруты пролегали по Среднему и Южному Тиману. Результаты этих исследований легли в основу его крупной статьи по п-ову Канин [5].

Он успешно сотрудничал с учёными Института геологии Коми ФАН СССР и московских геологических институтов, результатом чего стали его научные работы в соавторстве с ними [1].

Под руководством В. Г. Чёрного в разные годы выполнено несколько крупных работ: 1. Металлогеническая и прогнозные карты Тимана (1968 г.) с выделением перспективных направлений поисков твёрдых полезных ископаемых. 2. Прогнозная металлогеническая карта Тимана для байкальского тектономагматического цикла (1976 г.) с уточнением главных направлений поисковых работ. 3. Рудоносность докембрийских образований Среднего и Южного Тимана (1980 г.). 4. Разбраковка магматических пород ультраосновной щелочной формации Тимана с оценкой их перспектив (1983 г.) на россыпные и коренные месторождения алмазов [3]. Результаты научных исследований В. Г. Чёрного по Тиману легли в основу его кандидатской диссертации.

Активное участие он принимал в работе секции «Недра и полезные ископаемые» Межведомственного координационного совета при Коми филиале АН СССР, в конференциях геологов Коми АССР, Ухтинского отделения Всесоюзного Минералогического Общества АН СССР, годичных сессиях Учёного совета Института геологии Коми филиала АН СССР.

В 1965 г. В. Г. Чёрный организовал впервые на Тимане крупномасштабные геолого-съёмочные работы с бурением глубоких картировочных скважин и лично отстоял в Мингео РСФСР необходимость изучения разреза докембрия до глубины 630 м.

В 1968 г. им было поддержано создание партии по изучению кор выветривания, а в 1969 г. по его указанию были проведены ревизионные работы, результатом которых стало открытие на Среднем Тимане 4 октября 1970 г. девонских латеритных бокситов. Впоследствии они стали частью Средне-Тиманского бокситорудного района, составившими вместе с Южно-Тиманским районом Тиманскую бокситорудную провинцию [4].

Ему принадлежала идея проведения широкого комплекса геофизических исследований на территории Среднего Тимана. В результате в УТГУ была сосредоточена вся геофизическая служба республики. Это позволило детально изучить глубин-

ное строение Тиманского кряжа и более обоснованно оценить перспективы его рудоносности.

Под его руководством в 1977 г. было завершено изучение структуры осадочного чехла Тимано-Печорской НГП и её зависимости от строения фундамента. В 1970—1972 гг. В. Г. Чёрный читал лекции в УИИ и привлекал к учебной работе многих сотрудников УТГУ и УТЭ. В 1981 г. он руководил поисковыми работами на алмазы на Четласском Камне и очень высоко оценивал его перспективы. В. Г. Чёрный принимал активное участие в разработке стратиграфической схемы докембрия Северо-Востока европейской части СССР [4]. В январе 1990 г. он вышел на пенсию и вернулся в Ленинград, где трудился до своей кончины в 1999 г. в Западном геофизическом тресте и на заводе геофизической аппаратуры, продолжая вносить вклад в совершенствование геофизических приборов. Он продолжал принимать участие в работе республиканских геологических конференций. В 2013 г. Вадиму Григорьевичу исполнилось бы 85 лет...

Литература

1. *Журавлёв В. С., Забродин В. Е., Раабен М. Е., Чёрный В. Г.* К стратиграфии фундамента Тиманского кряжа // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел геологический. 1966. Т. XLI (2). С. 49—75.

2. Личная карточка №3585, архив Ухтинской геологоразведочной экспедиции.

3. *Плякин А. М., Трофимов В. Г. Лушков В. В., Назаров В. Я.* Подбитая на взлёте (История Ухтинской геологоразведочной экспедиции). Ухта: Кировская областная типография, 2001. 240 с.

4. *Плякин А. М., Лысов Ю. М., Лушков В. В.* К бокситам Тимана (страницы истории изучения и освоения Тиманской бокситорудной провинции). Ухта: Кировская областная типография, 2003. 327 с.

5. *Чёрный В. Г.* Стратиграфия и тектоника рифейского складчатого фундамента северо-западной части полуострова Канин // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел геологический. 1965. Т. XL (2). С. 59—72.

6. *Чёрный В. Г., Чёрная И. П., Смирнов В. Г.* Основные черты металлогении Тимана // Геология и полезные ископаемые северо-востока европейской части СССР: Труды VI Геологической конференции Коми АССР. Сыктывкар, 1965. С. 491—497.

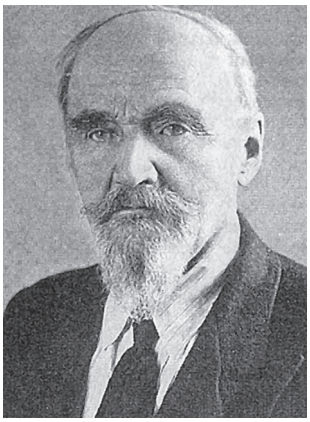
О руководителях научного геологического музея им. А. А. Чернова

А. М. Плякин

Ухтинский государственный технический университет, Ухта

21 мая 2013 г. научному геологическому музею им. А. А. Чернова исполнилось 45 лет. В этот день 1968 г. было подписано постановление о его создании. С самого начала музею присвоили имя инициатора его создания — Александра Александровича Чернова. Фактически геологический музей существовал ещё во времена Базы АН СССР в Коми АССР (с 1944 г.), в составе которой под руководством А. А. Чернова действовал сектор геологии. Сотрудниками сектора собирались коллекции минералов, горных пород и руд, однако как официальная структура Института геологический музей до своего создания прошёл длительный путь.

Впервые созданием структуры научного музея занялся директор Института геологии Коми ФАН СССР, доктор геол.-минерал. наук Марк Вениаминович Фишман. Прежде всего он познакомился с ведущими геологическими музеями страны, с тематикой экспозиций, документаци-



А. А. Чернов



М. В. Фишман

ей, структурой именно научных музеев, организацией хранилищ.

Некоторые экспозиции музея, с которыми я познакомился, были официально выставлены в 1970 г., в дни работы республиканской геологической конференции, которая проходила в старом здании Института.



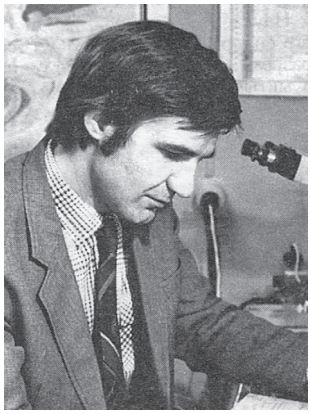
Здесь демонстрировались первые экспозиции музея

Появление музейных экспозиций для приезжих геологов, в том числе для меня, оказалось приятным сюрпризом. Ведь для геологов прекрасно оформленные экспозиции представляют особый интерес как важный источник профессиональной информации.

Вспоминая Марка Вениаминовича, хочется отметить, что это был учёный-петрограф, досконально изучивший магматизм и металлогению Приполярного и Полярного Урала, Пай-Хоя, Северного Тимана, Новой Земли. Он одним из первых опробовал россыпи золота на Полярном Урале и перспективно их оценил. Каменный материал, собранный им во время многочисленных экспедиций занял достойное место в экспозициях созданного им геологического музея, которым он фактически руководил с 1968 по 1994 гг. В создание музея им внесён огромный вклад. Руководство музеем было неразрывно связано с его руководящей работой в лабораториях петрографии и рудных полезных ископаемых, изотопной геохронологии.

После М. В. Фишмана исполняющим обязанности заведующего геологическим музеем стал в 1994 г. Александр Анатольевич Беляев. Мне довелось присутствовать на одной из проводимых им экскурсий ещё до знакомства с ним, и меня поразил его рассказ об уральских коллекциях минералов и горных пород, о полезных ископаемых. Как я однажды писал в одной из заметок в «Вестнике», любовь к Уралу, к профессии геолога буквально светились в его глазах.

Александр Анатольевич очень серьёзно относился к музейному делу, стремился пополнять музейные экспозиции, собранными в его экспе-



А. А. Беляев

дициях. Поэтому неудивительно, что в 1996 г. он стал полноправным заведующим музеем. Под его руководством проведена огромная организационная работа, созданы многие новые экспозиции, в том числе временные тематические, активизировалась экскурсионная работа в музее. Увлечённость Александра снискала ему всеобщее уважение и признательность экскурсантов самого разного возраста и ранга. Он уделял большое внимание полезным ископаемым нашей республики и не ограничивался только своим любимым Уралом. Его интересовали горючие сланцы и самоцветные камни Тимана, золото и алмазы, другие полезные ископаемые.

А. А. Беляев не замыкался на геологии. Его интересы распространялись на многие стороны жизни и деятельности. Он любил природу во всех её проявлениях, был заядлым грибником, любил литературу. Александр стал инициатором и организатором выпуска литературного альманаха в Институте геологии. Его замысел привлечь к сотрудничеству с альманахом всех геологов республики им же и был осуществлён. Он убеждённо пропагандировал своё детище, и, благодаря ему, активными авторами альманаха стали многие геологи из других городов Республики Коми. Александр Беляев и материалы собирал в альманах, и редактировал их. Я благодарен ему за то, что он привлёк и меня к альманаху, за его добрые слова и дела, за наше с ним общение. К сожалению, весной 2004 года, вскоре после очередного съезда геологов, Александр слишком рано ушёл из жизни. В день закрытия съезда произошла наша последняя с ним встреча. Но он навсегда остался в моей благодарной памяти.

С 2004 по 2011 г. директором геологического музея была Светлана Игоревна Плоскова. Она обладала большим организаторским талантом, и многое сделала для дальнейшего развития научного геологического музея, включая создание многих новых экспозиций, в том числе на основе своих сборов в многочисленных уральских, пайхойских и тиманских экспедициях, во время по-



С. И. Плоскова на горе Земляничной, 2011 г.



С. И. Плоскова на XV съезде геологов

ездок в районы бассейнов разных рек российского Севера.

Свой последний маршрут Светлана Игоревна прошла по Южному Тиману и привезла в свой музей коллекции секреций из известняков ветласянской свиты и девонские гипсы с Весёлого Кута.

Она была очень инициативным сотрудником Института геологии, принимала активное участие в организации республиканского геологического съезда, многих научных конференций. Ею внесён огромный вклад в подготовку к изданию литературных альманахов, «Вестников Института геологии», созданы замечательные тематические календари Института геологии. В круг её интересов входила фотография, она увлекалась коллекционированием фотоальбомов, много времени уделяла работе в республиканском архиве.

Хочется отметить обязательность Светланы Игоревны, она находила время, чтобы оказать помощь в поиске архивных, фондовых геологических и других материалов. Я искренне благодарен ей за материалы, которые она помогла мне найти в архиве и фондах Института геологии. Её скоропостижная кончина в марте 2011 г. стала огромной утратой не только для её семьи, но и для её друзей и коллег, к которым она всегда относилась с большим вниманием и теплотой.

К сожалению, увлечённые музейной и прочей активной деятельностью, инициативные и добрые люди, заведующие научным геологическим музеем, Александр Беляев и Светлана Плоскова оставили нас, будучи совсем молодыми людьми. Они могли сделать ещё очень много полезных и важных дел, проявить новые инициативы, оказать свою помощь многим людям.

В 2011 г. геологический музей возглавил Алексей Анатольевич Иевлев. И опять увлечённый, заинтересованный человек с широким кругом интересов. Он тесно сотрудничал со всеми своими предшественниками. И музейное дело ему не в диковинку, он близко знаком с ним изнутри и сразу принялся за активную деятельность: начались его экспедиции по районам республики, сбор коллекций, организация экспозиций, продолжение научной работы, интересные и оригинальные публикации по истории геологических исследований на территории Республики Коми. И продолжение ставшей традиционной для заведующего музеем работы по сбору материалов и редактированию литературных альманахов. С этой работой Алексей Анатольевич тоже знаком практически с самого начала существования альманаха. И, наверное, даже раньше, ведь он — активно действующий член Союза писателей России!



А. А. Иевлев

Я был хорошо знаком и много лет общался со всеми заведующими музеем им. А. А. Чернова. У меня с ними сложились хорошие отношения взаимопонимания, взаимопомощи и взаимоуважения. Сегодня, оглядываясь назад, хочется отметить, что все они оказались весьма достойными, очень увлечёнными, высокопрофессиональными, добрыми и отзывчивыми людьми. И каждый внёс огромный вклад в дело создания и развития музея, в дело организации геологического просвещения и геологической науки. Такое положение сложилось благодаря дальновидности и

правильной оценке своих сотрудников со стороны руководства Института геологии и лично М. В. Фишмана и Н. П. Юшкина.



Н. П. Юшкин

Николай Павлович постоянно уделял большое внимание работе музея, пополнению коллекций, научным публикациям по тематике музейного дела, истории геологических исследований. На XIV геологическом съезде он председательствовал на секции истории геологических исследований.

В научном музее им. А. А. Чернова в течение многих лет успешно трудятся сотрудники: хранитель коллекции Лилия Раиковна Жданова, младший научный сотрудник Ирина Сергеевна Астахова, лаборанты Анна Васильевна Яремина, Олеся Витальевна Филиппова и Надежда Сергеевна Стрекалова — надёжный и дружный коллектив единомышленников, который показал свой высокий профессионализм и способность решать возникающие проблемы.

Сегодня научный геологический музей им. А. А. Чернова — один из самых крупных и интересных профессиональных геологических музеев Северо-запада России.

Я часто с благодарностью вспоминаю уже, к сожалению, ушедших М. В. Фишмана, А. А. Беляева, С. И. Плоскову, Н. П. Юшкина, других учёных института, с которыми у меня связано многое в жизни и работе. Мне их очень не хватает...

История развития геологической науки в Печорском бассейне

С. К. Пухонто

Государственный геологический музей РАН, Москва

Печорский бассейн расположен на крайнем северо-востоке европейской части России и занимает площадь около 95 тыс. км^2. Научное изучение этой территории началось в 20-х годах прошлого века, после того как профессор Александр Александрович Чернов (1877—1963) с группой своих учениц по Высшим женским курсам в 1921 г. посетил геологические разрезы Среднего и Приполярного Урала. Большой геологический материал и обширная коллекция органических остатков, собранная в обнажениях по рекам Косью, Адзьве и Средней Печоре, изучалась группой учёных, в том числе А. А. Черновым, Г. Н. Фредериксом и М. Д. Залесским. По результатам проведённых исследований уже в 1924 г. А. А. Чернов писал: «...в настоящее время в Печорском крае рисуется громадный каменноугольный бассейн, которого мы до сих пор не подозревали. В этом бассейне обнаружено уже три угленосные свиты (формации), из которых каждая представляет промышленный интерес» [1]. В дальнейшем этот прогноз учёного подтвердился. Бассейн был назван Печорским и его южная граница проходит в бассейне р. Косью.

Геологические исследования 1930 г. на р. Воркута, проведённые Г. А. Черновым, привели к открытию одного из крупнейших месторождений коксующихся углей в Европе. Изучение территории юго-западной части Пай-Хоя в 1933 г., где ранее были обнаружены признаки угленосных отложений, позволило открыть несколько угольных месторождений и определить северную границу бассейна. В составе этой экспедиции кроме А. А. Чернова, возглавлявшего эти работы, участвовали геологи В. В. Коперина, Е. А. Шебарова, Г. А. Чернов, Е. Л. Муравьёв. В результате проведённых работ была составлена Геологическая карта юго-западного склона Пай-Хоя, выделены стратотипы нескольких новых свит, составлено их геологическое описание. Собранная фауна позволила определить возраст описанных отложений. Итоги проведённых работ были опубликованы в издательстве АН СССР в 1936 г. Книга — «Труды Полярной комиссии» — стала первой научной публикацией, наиболее полно освещающей геологию севера Печорского угольного бассейна [2].

С 1936 г. начинается широкомасштабное научное изучение северных территорий. Исследования этого периода связаны с именем Константина Генриховича Войновского-Кригера (1894—1971), выдающегося геолога, палеонтолога, талантливого организатора. Он — создатель первой научно обоснованной концепции геологического строения и истории развития Печорс-

кого угольного бассейна и Полярного Урала. С его именем связаны: организация геологической службы и геологоразведочные работы в Воркутинском угленосном районе, открытие месторождений полезных ископаемых на Полярном Урале и создание Школы воркутинских геологов. К. Г. Войновский-Кригер сумел создать при ГРУ комбината «Воркутуголь» ряд специальных лабораторий и научно-исследовательских групп, которые явились основной базой для развития геологической науки не только Воркуты, но и всего Печорского бассейна. С их появлением возникшие за колючей проволокой «кригеровские» коллективы сделали много ценных открытий в Тимано-Печорской провинции, в Печорском бассейне, на Полярном Урале. Учитывая, что большая часть территории занята отложениями пермской угленосной формации, основные развивающиеся научные направления были связаны с палеонтологией, литологией, стратиграфией, тектоникой, угольной геологией, углехимией, углепетрографией.

Первой была создана литолого-палеонтологическая лаборатория, куда вошли специалисты разных геологических специальностей. Исследования проводились комплексно по всем направлениям, необходимым для получения максимума геологической информации по строению и литолого-стратиграфической характеристике этой территории. Дипломированных специалистов не хватало. Поэтому К. Г. Войновский-Кригер начал обучать геологии молодых людей (репрессированных), находившихся в заключении, организовав коллекторские курсы. В дальнейшем многие из них стали известными учёными [3].

Результаты такой организации работ не замедлили сказаться. Уже на Первой геологической конференции Коми АССР, проходившей 21—24 декабря 1942 г. в г. Сыктывкаре, К. Г. Войновский-Кригер выступил с большим итоговым докладом [4]. Практически, это был отчёт о работе образованной им службы за 6 лет. В докладе отмечалось, что Воркутское месторождение детально изучено, что кроме пермских отложений в бассейне р. Воркуты и на прилегающих территориях Полярного Урала вскрываются отложения карбона, девона, силура. Разработанная Стратиграфическая схема этих отложений и выделенные маркирующие фаунистические и флористические зоны и горизонты, позволили установить возраст вскрытых отложений. По результатам изучения тектоники Воркутского месторождения были выявлены участки для строительства шахт. Проведенные углепетрографические исследования подтвердили наличие углей разного марочного состава. Положено начало изучению тектонического строения Полярного Урала, хребта Пай-Хой, гряды Чернышева. Во всём чувствовался научный подход. В эти годы активно работали О. Л. Эйнор, Г. А. Иванов, В. В. Погоревич, Г. М. Ярославцев, Л. И. Сарбеева, Л. К. Смирнова, А. П. Ротай и др. Вдохновителем и организатором научно-производственных работ был К. Г. Войновский-Кригер, который, как и его сотрудники, в то время ещё был в числе репрессированных. Именно на этой конференции впервые заговорили о перспективах нефтеносности восточной части Большеземельской тундры и Средней Печоры и о других полезных ископаемых [4].

В связи с временной утратой Донецкого и Подмосковного угольных бассейнов в 1941—1945 гг. роль Печорского бассейна резко возросла. Начато строительство 10 новых шахт, завершено строительство железной дороги Воркута-Ухта. 28 декабря 1941 г. в осаждённый Ленинград был отправлен первый эшелон воркутинского угля. Развитие геологических работ на этой территории шло такими высокими темпами, что уже через два года была созвана Вторая геологическая конференция Коми АССР — 15—20 декабря 1944 г., проходившая также в г. Сыктывкаре. В своих сообщениях докладчики отмечали, что задачи, поставленные перед геологами на Первой конференции, выполнены. Установлено геологическое строение Северного и Полярного Урала и прилегающей части Русской платформы, получена характеристика месторождений пьезокварца, железных и марганцевых руд, выявлены признаки редкометального оруденения и россыпного золота. Отмечалась необходимость составления геологических карт разного масштаба, что должно сопровождаться научно-исследовательскими работами. В ближайшее время такими задачами являются работы по углю, нефти и железным рудам [5].

Третья геологическая конференция Коми АССР (15—20 января 1948 г.) стала уже традиционной. В ней приняли участие 84 геолога, среди которых было 7 докторов и 16 кандидатов геолого-минералогических наук. Было заслушано 28 докладов. Геологи в наиболее приемлемой и эффективной форме обменивались опытом и достижениями всех работ последних лет, что помогло в дальнейшем изучении ископаемых богатств Печорского бассейна, Полярного Урала и Тимана, которые только раскрывали свои недра. Отмечалось, что разведочное бурение активно ведётся на пяти угольных месторождениях — Воркутском (с 1932 г.), Усинском, Юньягинском, Верхне-Сыръягинском и Хальмеръюском, открытых в 1941—1947 годах. Полученные данные изучались Научно-исследовательским отделом ГРУ Комбината «Воркутуголь». Частично эти материалы были доложены на конференции [6]. Они касались геотектонического развития и закономерно-

сти углеобразования Печорского бассейна, характеристики углей и угольных пластов отдельных месторождений, вопросов стратиграфии и палеонтологии.

В последующие годы такие геологические конференции проводились каждые четыре года. Расширялся круг обсуждаемых вопросов, появлялись новые имена, возникали новые темы для исследований. Научно- исследовательские работы тесно увязывались с решением практических задач и проводились в направлениях: изучение литологии и генезиса угленосных отложений, закономерностей углеобразования и качества углей Печорского бассейна, обобщения исследований по стратиграфии и тектонике не только бассейна, но и западного склона Полярного Урала. В 1945—1959 гг. сформировались кадры, создавшие научно обоснованные теории геологического строения бассейна и прилегающих районов Полярного Урала. В их числе следует отметить К. Г. Войновского-Кригера, Б. Г. Коновалова, С. А. Голубева, Б. Л. Афанасьева, С. А. Вишератина, Г. М. Ярославцева, А. В. Македонова, Г. П. Сафронова, В. В. Гречухина и других. Благодаря усилиям большого коллектива специалистов в 1956 г. была составлена единая Стратиграфическая схема пермских отложений Печорского бассейна, установлена синонимика основных угольных пластов и определён их марочный состав.

Накопленные за эти годы геологические материалы по бассейну позволили получить научные результаты по региональным закономерностям углеобразования. Большой вклад в этом направлении был внесён Г. А. Ивановым, разработавшим на примере осадков воркутской серии фациально-тектонический метод изучения угленосных отложений и создавший позднее генетическую классификацию угольных бассейнов. Его исследования получили дальнейшее развитие в работах А. В. Македонова и С. А. Голубева. Многолетний труд большого коллектива геологов Печорского бассейна был обобщён в монографии, изданной в 1965 г.[7]. В этой работе впервые была дана наиболее полная и всесторонняя геологическая характеристика Печорского угольного бассейна и прилегающих территорий, составлена первая геологическая карта, определены перспективы дальнейшего развития бассейна. Определённый вклад в научное изучении стратиграфии и палеонтологии Печорского бассейна внесли учёные ведущих научно-исследовательских институтов нашей страны: ГИН РАН, ВСЕГЕИ, ВНИГРИ, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН и др. Однако наибольших результатов добились воркутинские геологи: В. В. Погоревич, В. В. Ифанова, Г. И. Дембская, В. А. Гуськов, Х. Р. Домбровская, Е. А. Драгунова, С. К. Пухонто, Л. А. Подмаркова, Г. Г. Манаева и многие другие. В своих работах авторы давали монографическое описание органических остатков, подчёркивая их стратиграфическое и корреляционное значение. Полученные материалы использовались для составления Стратиграфических схем, установления синонимики угольных пластов, сопоставления разрезов Печорского бассейна с другими регионами. Пересмотрены прежние представления о Печорском бассейне как субрегионе. На III и IV Уральских стратиграфических совещаниях (1980 и 1994) были приняты Унифицированные и корреляционные схемы Урала, куда Печорский бассейн был включён на общих основаниях. Результаты этих работ нашли отражение в целом ряде публикаций [8—10].

Литература

1. *Чернов А. А.* Угленосные районы бассейна Косью в Печорском крае по исследованиям 1924 г. Л.: Изд-во Геолкома, 1925. 55 с. (Мат-лы по общей и прикл. геологии Геолкома, вып.119).

2. Труды Полярной комиссии. Вып.26. Пайхойская геологическая экспедиция 1933 г. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1936. 196 с.

3. *Пухонто С. К.* Роль геологической школы К. Г. Войновского-Кригера в освоении европейского севера России // История наук о Земле. Сборник статей. Вып. 2. М.: ИИЕТ РАН, 2008. С. 298—309.

4. Материалы Первой геологической конференции Коми АССР (21—26 декабря 1942 г.) / ред. проф. А. А.Чернов и др. Сыктывкар: Коми Гос. изд., 1944. С. 99—107; 149—185.

5. Материалы Второй геологической конференции Коми АССР (15—20 декабря 1944 г.) / ред. проф. А. А. Чернов и др. Сыктывкар: Коми Гос. изд., 1947. С. 5—17.

6. Материалы Третьей геологической конференции Коми АССР (15—20 января 1948 г.) / ред. проф. А. А. Чернов и др. Сыктывкар: Коми Гос. изд., 1948. С. 12—125.

7. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 3. Печорский угольный бассейн и другие месторождения угля Коми АССР и Ненецкого национального округа. М.: Недра, 1965. 495 с.

8. *Пухонто С. К.* Стратиграфия и флористическая характеристика пермских отложений угольных месторождений Печорского угольного бассейна. М.: Научный мир, 1998. 252 с.

9. Атлас пермских углей Печорского бассейна. М.: Научный мир, 2000. 232 с

10. Угольная база России. Том I. Угольные бассейны и месторождения европейской части России. Печорский бассейн. М.: ЗАО «Геоинформмарк» 2000. С. 170—313.

Организация образовательного процесса на кафедре геологии нефти и газа УГТУ

В. Б. Ростовщиков, Т. А. Овчарова, В. В. Заборовская
УГТУ, Ухта

В декабре 2013 года кафедра геологии нефти и газа Ухтинского государственного технического университета успешно прошла государственную аккредитацию по всем лицензионным показателям и аккредитационным нормативам. Основная профессиональная образовательная программа соответствует содержанию и качеству подготовки обучающихся и выпускников требованиям ФГОС ВПО.

Кафедра геологии нефти и газа УГТУ ведет подготовку инженеров-геологов по дневной и заочной формам обучения. Первый выпуск был осуществлен в 1972 г. За время существования кафедры было сделано 43 выпуска и выпущено более 1400 дипломированных специалистов. Начиная с 1989 г., кафедрой ведется подготовка специалистов по двум специализациям, соответствующим государственному образовательному стандарту: поиски нефтяных и газовых месторождений и нефтегазопромысловая геология. С 2011 года подготовка специалистов осуществляется по специальности 130101.65 «Прикладная геология» в соответствии с требованиями, установленными ГОС ВПО 3 поколения. В рабочих учебных планах для каждой дисциплины разработана система зачетных единиц.

Для улучшения успеваемости и посещаемости студентов на кафедре осуществляется балльно-рейтинговая система. Рейтинговая оценка студентов по дисциплине складываетсяиз оценки работы в семестре. Она включает распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи результатов учебной работы, возможность получения зачетов-автоматов. Контроль знаний студентов по циклам дисциплин рабочего учебного плана, проводимых в период сессии, показал достаточно высокий уровень освоения учебного программного материала. По итогам 2012—2013 учебного года средние баллы по комплексам дисциплин следующие: ГСЭ-4.0; ЕН-3.68; ОПД-3.91; СД-4.0.

В течение первых трех лет студенты получают знания по фундаментальным общеобразовательным дисциплинам. С 4-го курса начинается специализация, затем следует работа над дипломом. Будущие геологи активно используют в учебном процессе компьютерное моделирование. Анализ выпусков специалистов за последние три года показал, что до выпуска доходит 70 % поступивших абитуриентов.

Сегодня на кафедре 12 преподавателей, из них 9 имеют ученые степени. Для повышения квалификации преподавателей кафедры организованы их стажировки. Приглашаются специалисты из ведущих организаций для чтения спецкурсов.

На геологоразведочном факультете и кафедре геологии нефти и газа предъявляются высокие требования к преподавательскому корпусу (см. табл. 1).

При обучении студентов применяются такие принципы образования, как гуманность, индивидуализация (дифференцированный подход), целостность (обеспечение воспитания, обучение, развитие) и действенность (активность, тренинговость, развивающая способности). Изучаются инновационные методы в учебном процессе, разрабатываются методы исследования эффективности учебного процесса, уточняются педагогические требования к использованию технических средств обучения и контроля.

Преподаватели кафедры всегда имеют в виду, что преподавание — это особый вид деятельности. Он подразумевает обязательный учет характера, темперамента и психики индивида, владения техникой общения. Это культурный, духовно богатый и нравственный человек, обладающий развитым чувством ответственности за судьбу страны. Ему присущи современное мышление и

Таблица 1

Остепененность преподавателей по циклам дисциплин

№	Специальность 130304.65 — ГНГ	Количество преподавателей с учеными степенями и званиями, %
1	Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины (ГСЭ)	54.6
2	Общие математические и естественно-научные дисциплины (ЕН)	88.2
3	Общепрофессиональные дисциплины (ОПД)	76.5
4	Специальные дисциплины (СД)	90.2
5	Дисциплины специализации (ДСП)	83.0

Таблица 2

Результаты итоговой аттестации выпускников по ООП 130304.65 Геология нефти и газа

Показатели	2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	Форма обучения		Форма обучения		Форма обучения		Форма обучения		Форма обучения	
	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная
Всего защищалось, чел.	41	13	46	18	27	15	29	12	31	14
в т. ч. на производстве	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Не допущено к защите	—	—	—	—	2	—	3	2	—	—
Результаты защит										
— отлично	17	4	27	4	12	2	17	3	21	6
— хорошо	19	5	15	11	11	8	11	4	9	4
— удовл.	5	4	4	3	5	9	1	4	1	4
— неудовл.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Средний балл	4.3	4.0	4.5	4.1	4.3	3.8	4.55	3.6	4.65	4.14
Получено дипломов с отличием, чел.	2/4.9	—	4/8.7	—	—	—	1/0.3	—	—	—
Рекомендовано в аспирантуру, чел./%	6/14.6	—	6/13.1	—	5/18.5	—	7/24.1	—	6/19.3	1/7.1
Количество дипломных проектов, выполненных:										
— по заявкам предприятий	40/97.5	10/76.9	35/76.1	11/61.1	25/92.5	12/80	27/93.1	11/91.6	28/90.3	8/57.1
— в области фундамент. и поиск. научных исследований, чел./%	25/60.9	5/38.5	27/58.7	7/38.9	14/51.8	1/6.7	11	8	9	2
— к опубликованию	—	—	8/17.4	—	—	—	—	—	6/19.3	
— к внедрению	40/97.5	10/76.9	46/100	18/100	—	—	—	—	28/90.3	6/42.8

Таблица 3

Востребованность выпускников специальности 130304.65

Год выпуска	Выпуск (б/к)	Число выпускников, трудоустроенных на работу
2009	41(35/6)	29(83%)
2010	39/7	30 (77%)
2011	23/4	19 (82.6%)
2012	26/2	85%
2013	27/1	95%

правовое самосознание, трудолюбие и здоровый образ жизни. Он способен к сотрудничеству, уважает права и свободы человека, бережно относится к природе, любит Родину, семью. Как специалиста его также характеризуют: свободное владение своей профессией и ориентированность в смежных областях деятельности, компетентность, ответственность, способность к эффективной работе на уровне мировых стандартов, готовность к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности. Он предприимчив, инициативен, легко адаптируется в новой среде, умеет быстро переориентироваться с учетом изменяющихся условий на рынке труда.

Профессорско-преподавательский состав кафедры геологии нефти и газа ведет активную педагогическую и организационную работу на факультете безотрывного обучения по следующим специальностям: разработка и эксплуатация нефтяных и газовых скважин, проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ, геология нефти и газа, экономика и управление на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Студенты специальности ГНГ участвуют в научно-исследовательской работе кафедры. Многие начинают заниматься научной работой на младших курсах. Результатом работы является подготовка доклада и выступление на конференции. Студентка 5 курса гр. ГНГ-1-09 И. А. Маракова за время учебы участвовала в семи международных конференциях, включая международную конференцию студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2013», проходившую в МГУ им. М. В. Ломоносова и международную научно-практическую конференцию «Европейская наука и технологии» в г. Мюнхен, Германия.

На студенческой научной конференции на кафедре ГНГ в 2013 г. было заслушано 11 докладов в секции Геология.

Материалы научных исследований используются при написании дипломных работ.

В 2012 году ассистентом кафедры ГНГ А. С. Могутовым защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ассистент кафедры М. С. Юза является аспирантом 2-го года обучения.

Тематика выпускных квалификационных работ ориентирована на список региональных проблем. Качество дипломных проектов достаточно высокое. По выпускному квалификационному экзамену в 2013 году абсолютная успеваемость составила 100 %, качественная — 66.7.Результаты итоговой аттестации выпускных квалификационных работ показаны в таблице 2.

Они свидетельствуют о достаточно хорошем уровне подготовки студентов. В заключение необходимо отметить, что большинство дипломированных специалистов кафедры геологии нефти и газа востребованы промышленностью и научными организациями. Мы считаем это объективной оценкой деятельности кафедры.

Информация о востребованности выпускников приведены в таблице 3.

Литература

1. *Филиппов В. П.* Подготовка специалистов в области геологии и геофизики нефти и газа.

2. *Филиппов В. П.* Нефть, газ и бизнес. 2005. №2—3. С. 23—27.

Памяти А. И. Елисеева (к 85–летию со дня рождения)

В. А. Салдин, Я. Э Юдович, А. И. Антошкина

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Известному геологу-литологу, доктору геолого-минералогических наук, профессору, заслуженному деятелю науки Коми АССР и Российской федерации Александру Ивановичу Елисееву 17 марта 2014 г исполнилось бы 85 лет. Он родился в крестьянской семье в д. Пелгостров Пудожского района Карело-Финской ССР (ныне Республика Карелия). В детстве его сильно впечатлила палаточная жизнь геологов, и у него появилась мечта стать геологом. После школы он поступил учиться в Карело-Финский университет на геологический факультет в г. Петрозаводске. Во время учебы, при подготовке реферата по литологии на тему спора между сторонниками идеи осадочной дифференциации Л. В Пустовалова и сторонниками теории литогенеза Н. М. Страхова, Александр Иванович полностью встал на сторону последних. Доклад А. И. Елисеева по этому реферату был признан лучшим на геологическом факультете. Страстное увлечение осадочными породами, возникшее во время учебы, продолжалось до последних дней ученого. Во время производственных практик Александр Иванович принимал участие в геолого-съемочных работах на площади развития метаморфических и магматических пород родной Карелии. Тяжелые и интересные маршруты под руководством выдающегося геолога О. К. Кратца и его заманчивое предложение заниматься и дальше метаморфитами, не смогли поколебать увлечения студента.

После окончания университета в 1952 г. он поступил на работу в Отдел (сектор) геологии Коми филиала АН СССР, преобразованный позднее в Институт геологии. В Коми край он попал не случайно: его жена также студентка филологического факультета — Нина Завьялова — была уроженкой нашей Республики.



Александр Иванович Елисеев — основоположник стадиально-парагенетического метода формационного анализа, на рубеже 1980—1990 гг.

Надо сказать, что в те далекие годы в Отделе геологии под руководством А. А. Чернова развивались всего два направления: «магматическое» и «осадочное», курируемые М. Ф. Фишманом и А. И. Першиной. Естественно, Александр Иванович выбрал второе, и первый полевой сезон провел в отряде Антониды Ивановны Першиной. Объектом его исследований стали каменноугольные отложения гряды Чернышева.

В конце 1950-х гг. Александр Иванович разработал детальную (вплоть до горизонтов) стратиграфию каменноугольных отложений гряды



Размышления у костра, р. Подчерем, 1968 г.

Чернышева, показал их фациальную изменчивость, доказал общность разрезов нижне- и среднекаменноугольных отложений Западного склона Урала и разрезов Русской платформы, сделал вывод о вхождении данных районов в единую для соответствующего геологического времени зоогеографическую провинцию. Вскоре полученные результаты были представлены в виде кандидатской диссертации, успешно защищенной в 1962 г. в Геологическом институте АН СССР. Выдвинутые к защите научные выводы опирались на огромный фактический материал — сотня изученных разрезов, три тысячи шлифов, богатейшие списки определений фораминифер. Не удивительно, что данные А. И. Елисеева активно востребовались в годы поискового бурения на нефть в прилегающих районах и использовались всеми без исключения научными работниками-геологами, работавшими не только на гряде Чернышева.

После защиты диссертации Александру Ивановичу предоставилась возможность поработать два года (1963—1964 гг.) на африканских пустынных просторах Республики Мали. Об Африке Александр Иванович с удовольствием вспоминал при случае всю свою жизнь. Возглавляемая им группа советских геологов совершила, казалось бы, невозможное — работала в разгар страшного африканского лета в самом сердце пустыни Сахары!

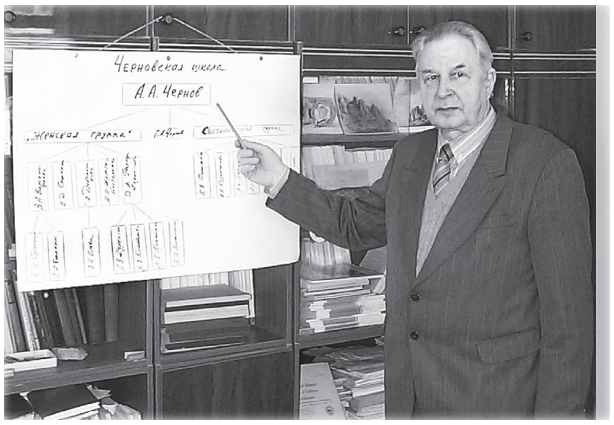
В течение многих лет Александр Иванович возглавлял Лабораторию региональной геологии и тектоники, созданную в 1967 г. для решения проблем нефтегазоносности Тимано-Печорской провинции и западного склона севера Урала. Работы велись по четырем направлениям: тектоническому, литологическому, геохимическому и органогеохимическому. В результате этих исследований сотрудниками лаборатории под руководством и при непосредственном активном участии Александра Ивановича было сделано заключение о том, что в палеозойских толщах западного склона Урала генерация нефти и газа происходила в огромных масштабах. Оставалось лишь выявить в этом тектонически сложно построенном районе структуры с сохранившимися скоплениями нефти и газа. Перспективные участки для первоочередных геофизических и буровых работ были рекомендованы в работе «Перспективы нефтегазоносности западного склона Северного, Приполярного и Полярного Урала и севера Предуральского краевого прогиба» (авторы А. И. Елисеев, В. Н. Пучков, Н. И. Тимонин, Я. Э. Юдович, В. В. Юдин).

Одновременно с нефтяной тематикой в конце 1960-х и вначале 1970-х гг. Александр Иванович изучал отложения каменноугольного возраста Лемвинской зоны Урала. На основании послойного изучения разрезов и находок фораминифер ему удалось выделить три типа разрезов, перейти от выделения литологических комплексов к выделению ярусов общей стратиграфической шкалы, дать схему общей фациальной зональности на территории западного склона Приполярного и Полярного Урала в каменноугольный период. В конце 1970-х годов Александром Ивановичем на основе данных стратиграфии, литологии и тектоники *был впервые проведен формационный анализ палеозойских осадочных толщ Тимано-Уральского региона*. Он выделил новые осадочные формации и формационные ряды для Елецкой и Лемвинской зон севера Урала и Пай-Хоя, установил, что первая из упомянутых зон имеет платформенную природу, а вторая является геосинклинальной. Отсюда последовал нетривиальный вывод о существовании четкой литолого-формационной границы между Европейской платформой и Уральской горно-складчатой областью. Именно А. И. Елисеевым была открыта закономерность чередования формаций в строении формационного ряда Елецкой зоны, формировавшихся в мелководно-морских условиях. Осадочные формации группировались в триады — каждая формация в этом ряду повторялась трижды.

В заключительный период своего научного творчества Александр Иванович начал реализацию глобального проекта — сравнительного формационного анализа палеозойских отложений пассивных окраин континентов, которым занимался с перерывами до последних дней жизни. Основываясь на опыте многолетних исследований, он пришел к собственному определению понятия формации и собственному методу их выделения.

Этот особый метод он назвал стадиально-парагенетическим, поскольку при выделении формаций этим методом учитываются разные аспекты учения о формациях — парагенетический, стадиально-тектонический и, в некоторой степени, генетический. В итоге А. И. Елисеев пришел к выводу о том, что формационные ряды зон перехода от платформ к подвижным складчатым областям на пассивных окраинах континентов

представлены всего тремя типами: западноуральским, западнотасманским и восточноандским. Докторская диссертационная работа, посвященная закономерностям строения формационных рядов пассивных окраин континентов, была им защищена в ГИНе в 1983 г..



Талантливый докладчик и лектор



Памятник на могиле А. И. Елисеева

Александр Иванович проводил большую работу по изучению научного наследия ученых, внесших крупный вклад в геологию европейского Северо-Востока. Он являлся одним из авторов и редактором-составителем капитальной монографии о А. А.Чернове (1995), а также соавтором ряда изданий, посвященных К. Г. Войновскому-Кригеру, Г. А. Чернову, В. И. Чалышеву, В. А. Дедееву.

А. И. Елисеев был талантливым докладчиком и лектором. Он мог ясно и увлекательно рассказать о самых сложных геологических явлениях. Это его дарование было востребовано при создании кафедры геологии на физическом факультете Сыктывкарского университета, где Александр Иванович с 1996 по 2002 гг. читал лекции по курсу «Литология» и «Историческая геология». К лекциям он готовился с присущей ему самоотдачей и страстностью. Не жалея своего времени, он помогал студентам и аспирантам, консультировал докторантов. Под его руководством были подготовлены три докторских и три кандидатских диссертации.

На протяжении многих лет Александр Иванович был членом ученого и диссертационного советов Института геологии. Отредактировал ряд монографий и множество сборников научных статей.

А. И. Елисеев опубликовал более ста собственных научных работ, в том числе монографии «Стратиграфия и литология каменноугольных отложений гряды Чернышева» (Л.: Наука, 1963. 173 с.), «Карбон Лемвинской зоны севера Урала» (Л.: Наука, 1973. 95 с.), «Формации зон ограничения северо-востока Европейской платформы» (Л.: Наука, 1978. 204 с.), «Геологические формации и методы формационного анализа» (Сыктывкар, Геопринт: 2008, 36 с.). Работы Александра Ивановича стали неоценимым вкладом в фундаментальную геологическую науку, нашли широкое применение в геологической практике. Его именем палеонтологами названы новые виды *Semiplanus eliseevi* Kalashnikov (брахиопода) и *Pseudofusulina eliseevi* Z.Mikhailova (фораминифера). А. И. Елисеев был награжден орденом «Знак почета» (1975), медалями «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина» и «Ветеран труда», памятным нагрудным знаком «За заслуги в изучении недр Республики Коми», многочисленными Почетными грамотами.

Александр Иванович проработал в Институте геологии 56 лет, не считая двухлетней командировки в Африку. Прошел все иерархические ступени научного работника: младший научный сотрудник, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией, главный научный сотрудник. Геологическими маршрутами в более тридцати экспедициях он исходил Северный, Приполярный и Полярный Урал, Пай-Хой и Тиман. Александр Иванович был предан своей семье, профессии и нашему северному краю. Он похоронен 11 января 2010 г. на Верхнечовском кладбище г. Сыктывкара и на его могиле возвышается глыба из черного карельского долерита с изображениями геологического молотка, полевого дневника и очертаниями Республики Коми.

Александр Иванович был доброжелательным, отзывчивым и глубоко порядочным человеком, мудрым и щедрым учителем, открытым, веселым и компанейским товарищем, любящим мужем, отцом и дедушкой. С ним было легко работать и приятно отдыхать. Его имя навсегда сохранится в нашей памяти.

История исследований. Борис Васильевич Бессонов

В. И. Силин, М. В. Седякина
Сыктывкарский государственный университет, Сыктывкар

В начале прошлого века в 1907—1908 гг. вологодский губернатор Алексей Николаевич Хвостов, впоследствии известный политический деятель России совершил два дальних и достаточно длительных путешествия — на Ухтинские выходы нефти и на Уральские горы для поисков путей соединения бассейнов р. Обь и р. Печора [1, 2]. По результатам поездок были опубликованы две книги [3, 4], исключительно интересные с исторической точки зрения с великолепными фотографиями и описаниями.

Автором этих книг был Борис Васильевич Бессонов. Книги написаны великолепным языком, комментарии ко многим историческим объектам (архитектурные особенности монастырей, искусствоведческие особенности иконостасов, описание природных объектов) приводятся очень профессионально. Естественно личность автора, не может не вызывать интереса у краеведа.

В работе А. и А. Веселовские «Вологжане-краеведы» отмечено, что Б. В. Бессонов служил в Губернском присутствии.

В 1909 г. на Северный Урал совершили поездку ряд чиновников во главе с И. М. Шемигоновым, в ней принял участие и Б. В. Бессонов [5]. По результатам поездки В. Б. Бессонов, тогда он был Гласным Вологодского губернского Собрания, опубликовал две работы [6], в которых доказывал возможность соединения бассейнов рр. Обь и Печора через долину р. Илыч.

М. Ю. Зубов, предпринявший и описавший путешествие по Вычегде пишет: «1-го июня 1910-го года вечером выехала из Вологды снаряженная Губернским Земством небольшая экспедиция к Уралу для исследования на местах возможности осуществить разработанный инженером Мочульским проект соединения великим водным путем Петербурга и Архангельска с Семипалатинском и другими Сибирскими городами. В состав экспедиции входили: единогласно избранный ее председателем Начальник Управления Земледелия и Государственных Имуществ Иван Михайлович Шемигонов, Инспектор Судоходства инженер Александр Абрамович Акимов, секретарь и фотограф экспедиции Борис Васильевич Бессонов, заведующий хозяйственной частью Константин Павлович Иванов, три или четыре председателя Уездных Съездов, несколько Земских Начальников и двое губернских гласных из восточных уездов...Вместе с членами экспедиции в тот же вечер на пароходе «Николай» уезжали из Вологды служащие по переселенческому делу генерал Чарушин, г. Диго и г. Яковлев. Последние двое ехали только до Котласа, а Чарушин до Устьсысольска. На проводы экспедиции собралось на пароходе довольно большое общество. Кроме Губернатора Алексея Николаевича Хвостова с его семейством, тут было много родных и знакомых отъезжавших лиц. Тут же на реке, на одном из ближайших пароходов гремел оркестр. На палубе «Николай», переполненной публикою, шли оживленные беседы, а ближайшая часть берега и Красный мост по всей его длине пестрели толпами народа. Словом, Вологда провожала экспедицию не только с большой торжественностью, но и с видимым сочувствием и пожеланиями возможных успехов».

Надо отметить, что Б. В. Бессонов путешествовал на Урал и на Ухту не только с губернатором, но во всех путешествиях рядом был Иван Михайлович Шемигонов, который был одним из организаторов Вологодского краеведческого музея, а их совместные геологические коллекции, добытые в результате поездок стали основой для формирования коллекционного и выставочного фонда.

Уже в августе 1910 г. А. Н. Хвостов назначается губернатором в Нижний Новгород. Известно, что в Нижний Новгород он за собой увлек ряд чиновников и других деятелей. Был ли среди них Б. В. Бессонов? Последующий период жизни Б. В. Бессонова автору очерка пока неизвестен.

Я решил обратиться к интернету за помощью в поисках информации о Б. В. Бессонове. Сразу же появилась информация о русском художнике-пейзажисте с такими же фамильными данными.

Сведения совсем не многочисленные: «Борис Владимирович Бессонов (Безсонов) (1862—26.11.1934 Люзарш, под Парижем, пох. на местном кладбище). Живописец, график. Окончил 2-ю Московскую классическую гимназию.

Учился в Московском университете и одновременно посещал занятия в Московском училище живописи, ваяния и зодчества у В. Г. Перова и А. К. Саврасова. С 1880 — чиновник министерства земледелия, служил в Нижегородской губернии, много ездил по стране. Позднее работал в Москве. Писал пейзажи, в основном зимние, в «передвижническом» ключе. В 1922 был эвакуирован в Константинополь, попал на остров Лемнос, оттуда во Францию, поселился в Париже. Во Франции много выставлялся, часто вместе с художником М. Гермашевым. Заключил кон-

тракт с галеристом Леоном Жераром. При посредничестве галереи выполнял заказы для Южной Америки и Англии. Экспонировал свои произведения в салоне Независимых (1931). Излюбленным мотивом позднего творчества Бессонова был русский зимний пейзаж и заброшенные дворянские парки и усадьбы. Работы хранятся в художественных музеях Франции и Англии».

Интересную информацию о художнике приводит в «Вестнике цветовода» И. Данилевич [8], комментируя одну из картин Б. В. Бессонова «Фонтан в Версале»:

«Занесённый золотыми листьями парк, холодный мрамор статуй, затихший фонтан, лишь суетливые сороки бродят по тропинкам. Где это? Может быть, подмосковная усадьба, может быть, Таврический сад, а может — имение где-нибудь в Шотландии. В пейзаже нет никакого «национального» окраса, никакого географического признака. Оказывается, это непарадный Версаль кисти художника Бориса Васильевича Бессонова (1862—1934). Здесь нет пышной дворцовой архитектуры, нет чётких линий барочного парка. «Фонтан в Версале» через состояние природы передаёт свободные от границ ощущения спокойствия и светлой грусти.

Французские красоты стали объектом для полотен Бессонова после эмиграции в 20-е годы. На чужбине дела у него пошли неплохо, он подписал контракт с одним известным французским галеристом, влился в художественную жизнь Парижа. Много выставлялся, часто с Михаилом Маркиановичем Гермашевым (1867—1930), чью картину «Снег выпал» приобрёл сам Третьяков. Пейзажи двух художников гармонично смотрелись рядом: похожие сюжеты, манера, техника.

О жизни Бессонова как в России, так и в эмиграции, известно очень мало. Он учился у Саврасова в Московском училище ваяния и зодчества. Но работал в министерстве землеустройства, много ездил по стране и обогащал свою фантазию малороссийскими пейзажами. В собрании Мстислава Ростроповича и Галины Вишневской есть одна работа Бессонова — «Зимний вид Москвы». Теперь она висит в Константиновском дворце, куда переехала вся коллекция, купленная бизнесменом Усмановым в последний момент перед открытыми торгами. Но даже уважаемый специалист Сергей Ессаян, помогавший знаменитой чете в поисках вещей по всему миру и составивший полный каталог их сокровищ, не даёт развёрнутой статьи о художнике.

Работы Бориса Бессонова в последнее время всё чаще выходят на антикварный рынок. И где бы они ни выставлялись — в Англии, Франции, Швеции, их сопровождает очень скупая информация: только имя художника и даты его жизни. Цены на полотна Бессонова до сих пор очень невелики. Например, в 2002 году на аукционе Sotheby's «Королевская башня» из версальской серии была продана за 14 тысяч фунтов стерлингов. Однако цена «Фонтана в Версале» на торгах в Швеции (Stockholms Auktionsverk) уже гораздо выше — до 30 тысяч евро. Может, новая «прописка» одной из картин Бессонова в Константиновском дворце укрепит позиции художника на рынке и увеличит цены на его творчество. Естественным следствием этого станет усиленное научное исследование его жизни и творчества. И тогда мы сможем больше узнать о его жизни».

В 1914 г. Переселенческим управлением были изданы три тома великолепного произведения «Азиатская Россия», в которых была опубликована работа Б. В. Бессонова [13] о создании Амурского казачьего войска, административном устройстве, землепользовании казаков.

В 1915 г. в библиотеке Главного управления землеустройства и земледелия вышла книга Бориса Васильевича Бессонова «Русские переселенцы в Северной Персии», а в 1917 г. «Северные провинции Персии».

В списке членов белого движения выехавших за границу написано: «Безсонов Б. В. Художник. В эмиграции во Франции. Ум. 26 нояб.1934 в Париже. Безсонов Борис Васильевич, р. ок. 1858. В Вооруженных силах Юга России по ведомству министерства внутренних дел. Эвакуирован 25 мар.1920 из Новороссийска на корабле «Бюргермейстер Шредер». Летом 1920 в Константинополе, на о.Лемнос и в Сербии. Женат. /4—19,68/».

Обратим внимание, Б. В. Бессонов учился живописи у В. Г. Перова, который с 1871 г. служит профессором в Московском училище живописи, ваяния и зодчества. Примерно в это же время он примыкает к Товариществу передвижных художественных выставок. На Первой передвижной выставке, наибольший успех имела его картина «Охотники на привале». Все три героя картины — известные московские врачи, страстные охотники и друзья Перова. В образе рассказчика Перов изобразил Дмитрия Павловича Кувшинникова [11].

Квартира Кувшинникова в Малом Трёхсвятительском переулке была местом, где собирались писатели, художники, артисты. Здесь впоследствии часто бывали Чехов, Левитан, Репин...

С Перовым Кувшинников близко сошелся через своего друга Василия Владимировича Бессонова. Потом они часто охотились вместе. Во время привалов Кувшинников рассказывал охотничьи байки. В. В. Бессонов со скептическим юмором чесал за ухом, а их коллега, двадцатишестилетний Николай Михайлович Нагорнов, принимая охотничьи преувеличения за чистую монету, слушал с восторженным удивлением.

С В. В. Бессонова Перов написал отдельный портрет, который потом экспонировался на Всемирной выставке в Париже вместе с полотном «Охотники на привале». А портрет Нагорнова, написанный Левитаном в 1893 году, находится в экспозиции Третьяковской галереи. А. И. Архангельская отмечает: «Наиболее ранним из портретных работ Перова можно считать портрет В. В. Бессонова — врача, друга Перова. Превосходный по живописи, он поражает яркостью характеристики и глубиной раскрытия сложного и противоречивого человеческого характера. Портрет был на выставке 1869 года в Академии художеств и художник получил за него первую премию от Московского общества любителей искусств».

Автор данного очерка, смеет предположить, что Василий Владимирович Бессонов является отцом Бориса Васильевича Бессонова.

Итак, что же нам дает возможность предположить, что чиновник Б. В. Бессонов и художник одно лицо?

На странице Петровского художественного училища (Тотьма) отмечается: «В 1908 году, совершая поездку по Вологодской губернии с целью обнаружения месторождения нефти, один из служащих Вологды Б. Безсонов не мог не отметить оригинальность поделок учеников Петровской школы: «Приходится удивляться работам учеников, попавших в рисовальный класс прямо из деревни и через год уже ловко владеющих кистью и очень удачно справляющихся с красками. Весьма интересны те экспозиции, которые делают на заданную тему ученики старших классов, в них проглядываются самобытность и индивидуальность каждого работающего, видно, что обучение не сводится здесь к точному рисованию с оригиналов да вырисовыванию в тетрадках кружков и линеечек, а напротив, тут сумели рисованием заинтересовать учащихся и каждому дать свободу идти своей дорогой, лишь наблюдая за направлением, намечая его и не давая сбиваться в сторону». Так же восторженно Б. Безсонов отзывался о музейной экспозиции, отметив особо жестяные изделия и очень изящные резные вещи, модные тогда, с раскраской и живописные, мебель и пр. Его внимание привлекло собрание старинных вещей и тканей, а также чрезвычайно интересно вышитый кокошник с двуглавым орлом наверху. «Вообще, — заключил он, — школа производит отрадное впечатление: видно, что лица, ею заведующие, вкладывают в свой труд много любви к делу, не ограничиваясь только отбыванием своих обязанностей, стараются заинтересовать учеников работою и этого достигают. Приятному впечатлению способствует немало и место, занимаемое школой, — на высоком берегу с широким видом на Сухону и бесконечную даль противоположного берега, а также и само здание, которое сделало бы честь и не такому городу, как Тотьма».

В начале очерка отмечается, что книги Б. В. Бессонова написаны языком человека очень хорошо знающего русское, искусство, как светское, так и церковное.

Б.В.Бессонов, как человек интересующийся живописью не мог, служа в Вологде не дружить с деятелями Северного кружка любителей изящных искусств (СКЛИИ), образованного в Вологде в 1906 году местными художниками и другими представителями интеллигенции. Этим кружком организовывались многочисленные выставки. Многие из активистов кружка после революции оказались в Париже и там выставляли свои картины. Поэтому в Париже Б. В.Бессонов не мог не найти единомышленников. Кстати, идея объединения Вологодских художников возникла у инженера А. Н. Белозерова и художницы А. Н. Каринской. А. Н. Белозеров в 1906 г. осматривал Ухтинские промыслы в составе экспедиции В. Я. Белобородова, а годом позже эти промыслы посетил и Б. В. Бессонов.

Широко известен пейзаж Б. В. Бессонова «Уральский ландшафт». Такую работу мог написать только человек, посетивший Уральские горы. При этом — это вид именно Северного Урала (автор очерка провел на Урале много полевых сезонов).

Литература

1. *Силин В. И.* Путешествие губернатора А. Н. Хвостова по Коми краю // Очерки по истории географических исследований на территории Коми края. Сыктывкар, 2011. Ч. 5. С. 87—98.

2. *Иевлев А. А.* Визит вологодского губернатора // Трудом и лишениями... Сыктывкар, 2010. С. 49—55.

3. *Безсонов.* Поездка по Вологодской губернии к нефтяным ее богатствам на реку Ухту. СПб., 1908. 142 с.

4. Безсонов. Поездка по Вологодской губернии в Печорский край к будущим водным путям на Сибирь. СПб., 1909. 232 с.

5. *Силин В. И.* Исследования чиновников на Урале в 1910 г. // Очерки по истории географических исследований на территории Коми края. Сыктывкар, 2003. Ч. 4. С. 86—89.

6. Водный путь в Сибирь по Вологодской губернии (Сессия вологодского губернского собрания, 1910) . Вологда, 1910. 51 с.

7. *Зубов М. Ю.* От Вологды до Усть-Кулома // Труды комиссии Вологодского Губернского Земства по обследованию в 1910 году экономического положения местностей, прилегающих к водным путям губернии. Вологда, 1914. С. 1—22.

8. *Данилевич И.* Фонтан в Версале // Вестник цветовода. 2008. Ноябрь. №21.

9. *Бессонов Б. В.* Русские переселенцы в Северные Персии. Пг., 1915.

10. *Бессонов Б. В.* Северные провинции Персии. Пг., 1917.

11. *Нина Бойко.* Свидетельство о публикации № 21111201112. 2011.

12. *Архангельская А. И.* Выдающийся русский живописец В. Г. Перов. М.: Знание, 1957.

13. *Безсонов Б. В.* Казаки и казачьи земли в Азиатской России // Азиатская Россия. СПб., 1914. С. 361—387.

14. *Попов В. Т., Токарев Н. И.* Петровская школа. Тотьма // http://www.booksite.ru/fulltext/1to/tma/alm/ana/6.htm; Изобр. — http://www.cultinfo.ru/pasport/region/totma.htm

К истории геологических исследований бассейна реки Юг

А. И. Труфанов

Вологодский государственный университет, Вологда

trufanov_ai@mail.ru

По территории Вологодской губернии пролегли маршруты одного из участников академических экспедиций XVIII века И. И. Лепехина (1795 г.). Однако Лепехин лишь пересек верховья р. Лузы, правого притока Юга, по пути из Хлынова (Вятка) к Усть-Сысольску (Сыктывкар) и никаких геологических сведений по этому району в своих «Дневных записках» не оставил. Тем не менее, по результатам академических экспедиций Н. И. Кокшаровым и Г. П. Гельмерсеном были составлены схематические геологические карты европейской части России, на которых отображен и бассейн р. Юг.

В начале девятнадцатого века В. М. Севергин, ученик И. И. Лепехина, в своей работе «Опыт минералогического землеописания Российского государства» (1809г.) отдельно по губерниям описал качество земель и основные полезные ископаемые. Для северной части бассейна р. Юг им отмечены лишь «соляные ключи близ д. Якурья в Устюжском уезде».

В начале 40-х годов 19-го века экспедиция Р. Мурчисона (1840—41 гг.) явилась логическим продолжением геологических исследований академических экспедиций восемнадцатого века. Главнейшим результатом этой экспедиции было выделение Мурчисоном в качестве самостоятельной пермской системы. Предположение Н. С. Шатского (1986 г.), что при обследовании обнажений Северной Двины и Сухоны Мурчисоном был сделан боковой маршрут по р. Юг маловероятно при столь ограниченном времени пребывания экспедиции в этом районе. Можно лишь предположить, что участники экспедиции пересекли территорию от г. В. Устюга до г. Никольска по почтовому тракту. Никаких геологических сведений по предполагаемому маршруту они не оставили.

Таким образом, к концу девятнадцатого века территория бассейна р. Юг в геологическом отношении оставалась terra incognito. К тому времени восточнее бассейна р. Юг, в Вятской губернии, были проведены основательные геологические исследования П. И. Кротовым (1876 г.). Южнее — проводились геологические наблюдения С. Н. Никитиным (1883 г.). А западнее и севернее бассейна имелись данные по геологии в работах Р. Мурчисона (1845 г.) и Н. Барбот де-Марни (1868 г.). Всё это послужило основанием для С.-Петербургского общества естествоиспытателей командировать в 1887 г. Б. К. Поленова в этот совершенно не исследованный в геологическом отношении район. И Б. К. Поленов (в последствии Борис Константинович — основоположник высшего геологического образования на Урале) первый из геологов прошел на лодке по р. Юг от д. Дунилово до устья. Во время этого водного маршрута им сделано описание обнажений пород в береговых обрывах и в оврагах, впадающих в реку Юг.

Некоторые участки маршрута Б. К. Поленова мне представлялись особенно интересными. И в 1986 году я прошел по реке Юг от с. Н. Енангск до устья р. Ёнталы. Ближе к устью Ёнталы, р. Юг прижимается к высокому, нагорному берегу и вскрывает коренные породы триаса, а близ уреза воды и отложения перми. Несколько ниже устья



Рис. 1. Обнажение «Контакт». Правый берег р. Юг

р. Ёнталы, в высоком обрыве на правом берегу р. Юг обнажаются коренные породы с песчаниковыми конкрециями, в которых встречаются окаменевшие костные остатки. Это обнажение и часть прилегающего к нему соснового бора, по моему мнению, заслуживают статуса памятника природы, тем более что Кичм. — Городецкий район крайне беден охраняемыми природными территориями (ООПТ).

Год спустя, т. е. через 100 лет после геологических исследований, проводившихся Б. К. Поленовым, я в составе одного из отрядов экспедиции, организованной ВГПИ и Областным краеведческим музеем, прошел по участку маршрута Б. К. Поленова от с. Усть-Алексеево до д. Гаврино. Здесь р. Юг, сливаясь с р. Лузой, резко меняет направление течения и, подмывая правый берег, формирует на протяжении более 1.5 км непрерывный, почти отвесный обрыв высотой до 25—30 м (рис. 1). Это одно из самых крупных обнажений на реке Юг — ныне геологический памятник природы, получивший название «Контакт». Здесь можно видеть контакт двух систем горных пород — перми и триаса. В верхней части обнажения под почвенно-растительным слоем залегает мощная, 11-ти метровая пачка красновато — бурых полимиктовых песков с крупными, до 1 м в диаметре, конкрециями тонкозернистого песчаника. При раскалывании в них видна нечеткая сферическая структура. Пески легко размываются и осыпаются, образуя отвесные стены. Под конкрециями этот процесс замедляется, и под ними образуются песчаные колонны. Б. К. Поленов об этом писал: « ...совокупность таких увенчанных шарами колонн производит грандиозное впечатление, они тянутся вдоль всего обнажения, т. е. на 1.5 версты». Спустя 100 лет из двухсот колонн, наблюдавшихся в своё время Б. К. Поленовым, осталось менее десяти на всём протяжении обнажения, а при повторном посещении обнажения в июле 2003 года хорошо выраженных песчаных колонн практически не осталось. Они были разрушены в основном в 1970—89-е годы во время весенних половодий при интенсивном движении по реке маломерного флота.

Несмотря на ошибочность включения Б. К. Поленовым пестроцветных пород триаса в пермскую систему, исследования его, как первопроходца этого района, имеют большое значение и поныне. Особенно ценны его описания немногочисленных обнажений юрских отложений, поскольку последующими исследователями (В. Г. Хименков,1921 г.; А. Л. Буслович, Н. Г. Андреева, И. В. Котлукова и др.,1975 г.) юрские отложения практически были игнорированы.

Вслед за Б. К.Поленовым маршрутные геологические исследования в бассейне р. Юг проводил Л. И. Лутугин (1890—1891гг.). Им проведено описание юрских отложений по реке Лузе и отмечено, что «среди юрских пород встречаются,... серный колчедан, в виде лепёшек и разных округлых конкреций». В коллекции Л. И. Лутугина имелись образцы горючего сланца из района дер. Ыб (на р. Сысоле), где юрские отложения имеют широкое распространение за пределами бассейна р. Юг. Эти сообщения Л. И. Лутугина привлекли моё внимание, т. к. наряду с многочисленными находками белемнитов в восточных районах области, не только бассейна р. Юг, мне не редко встречались желваки, лепёшки и конкреции пирита, а в урочище «Солоть» в теле оползня и в аллювии руч. Жилкино (левый приток р. Кильченги) встречены довольно крупные образцы в виде пластин горючих сланцев с отпечатками пелеципод (Jnoceramus) (рис. 2). Нет никаких сомнений, что в ряде районов бассейна р. Юг в геологическом разрезе присутствуют отложения юрского возраста. Здесь следует напомнить очень важное наблюдение Б. К. Поленова о склонности юрских отложений к оплыванию. Именно это и является причиной очень редкой встречи обнажений юры. По моим наблюдениям на некоторых участках долины ручья Жилкино оползневые тела и оплывины достигают русла, размываются потоками воды, после чего в аллювии ручья появляется обилие ростров белемнитов, там же встречаются конкреции пирита и куски горючих сланцев (рис. 2).



Рис. 2. Горючий сланец из аллювия руч. Жилкино

Залегая на слабопроницаемых пестроцветных породах триаса (рис. 3), юрские породы, как правило, обводнены и легко переходят в плывунное состояние. Этим и объясняется их склонность к образованию оползней и исключительно редкая встречаемость обнажений юрских отложений, в то время как юрская фауна встречается в изобилии в аллювии многочисленных притоков в верховьях и в среднем течении реки Юг.

Важность установления границ распространения юрских отложений в настоящем и гра-



Рис. 3.Обнажение пестроцветных пород триаса в правом борту руч. Жилкино

ниц юрского моря в прошлом, связана не с фосфоритоносностью юрских отложений, неперспективность которых в этом районе была доказана ещё В. Г. Хименковым (1921г.), а перспективами их *золотоносности*. Косвенное подтверждение этому находим в том, что при геоморфологических исследованиях в бассейне р. Юг, проводившиеся в 2002—2004 годах под руководством И. С.Воскресенского [1], наибольшее количество знаков золотин в шлихах отмечалось, когда в исходной пробе присутствовали ростры белемнитов.

Литература

Воскресенский И. С. Специализированные геоморфологические исследования с целью прогноза и оценки россыпей благородных металлов / И. С. Воскресенский, Э. Г. Ананьева, К. И. Воскресенский, Е. В. Левочкина, А. Н. Кичигин, А. И. Труфанов, А. В. Сурков, Б. С.Крюков, В. А. Соловьёв // Вуз. наука — региону, Вологда: ВоГТУ, 2003. С.230—232.

Село Ыб как комплексный (культурный, геологический, исторический) памятник республиканского значения

С. А. Тюрнина

Сыктывдинский Дом народных ремесел «Зарань», Сыктывкар

19 августа 2011 г., к 90-летию Республики Коми, в с. Ыб, расположенном в 57 км от Сыктывкара, недалеко от трассы «Вятка», состоялось открытие Финно-угорского этнокультурного парка (сейчас — этнокультурный парк «Финноугория»).

За два с лишним года работы парк занял прочное место в культурном пространстве республики и России. На его территории проводятся многие международные, российские, межрегиональные и республиканские мероприятия. Каждые выходные в парке отдыхают горожане, жители близлежащих сёл и деревень. Нередко бывают кировчане, архангелогородцы, москвичи, санкт-петербуржцы и гости из других областей. Частыми посетителями этнопарка являются представители родственных финно-угорских народов. Сложилась традиция приглашать гостей республики в этнопарк.

Программа, предлагаемая посетителям парка, довольна разнообразна. Кроме проведения мероприятий (симпозиумов, форумов, семинаров), действует несколько развлекательных программ. В любое время года можно пройти по Сказочной тропе, встретиться с мифологическими коми героями; можно познакомиться с историей создания народных инструментов и сыграть на каком-нибудь из них.

Задолго до строительства этнопарка с. Ыб привлекало людей. Многих гостей республики привозили в него и показывали достопримечательности.

В последние годы село преобразилось. Строятся новые дома. Летом население села увеличивается в 3—4 раза. Привлекают гостей не только красивейшие природные места, но и то, что многие ыбчане и дачники занимаются разведением ягодных и необычных для Севера кустарников и цветов. Село привлекает гостей в любое время года, но особенно становится привлекательным весной, когда цветёт черёмуха. Во всей красе село предстаёт в летне-осенний период, когда разноцветные краски природы привлекают взгляды.

В последнее время у домов хозяева создают разные композиции — домовых, сказочных героев, возле которых экскурсанты обычно фотографируются. Стали держать много мелкого скота, птиц, поэтому за забором можно увидеть и полюбоваться не только курами, гусями, но и индюками, овцами, козами. При желании можно покататься на лошадке.

История села неразрывно связана с именем проповедника Стефана Пермского, который, по легенде, приплыл на камне против течения и остановился, чтобы обратить селян в православие. Всё так переплелось в древней истории, что сегодня невозможно отделить истину и факты от легенд, преданий, множество которых родилось

за многолетнюю историю села. Письменные же свидетельства существуют с 1586 г.

Село чаще других посещают паломники. На территории села в середине XIX века было 14 храмов и часовен. В центре села, как и положено, стоит Свято-Вознесенская церковь. Церковь белокаменная, постройки 1825—1830 гг. За почти двухвековую историю храм пережил все события не только села, но и страны в целом. Самое важное — устоял, а в нынешнее время востребован, как никогда. Вознесенский храм — один из первых каменных на р. Сысоле.

Вот некоторые моменты истории храма, которую можно узнать на экскурсии: «В 1870 году в церкви началась постройка пола чугунными плитами, которые привозили с Кажымского чугунолитейного завода. Была так же начата постройка каменной ограды, которая закончена в 1874 году. Построена ограда по проекту крестьянина Ф. Колегова. В 1877 году усердием прихожан был привезён колокол из Слободки Вятской губернии 23 января, весивший 206 пудов 25 фунтов. За оный заплачено было наличными деньгами 3458 рубля 36 копеек. Колокол поднят на колокольню 13 марта после службы и по отправлению благодарственного молебствия. Мастером по поднятию колокола был Погоста крестьянин Фёдор Петрович Колегов. По преданию, колокол привезли на огромных санях, специально сделанных по такому поводу, в сани впряглись жители села и на себе привезли колокол. Подобный колокол был только в Ульяновском монастыре. Звон от него доносился на 15 километров. Он доносился до Пажги, Межадора и Яснога. 26 ноября 1936 года церковь была закрыта постановлением Президиума Сыктывдинского райисполкома. Вновь открыта в 1956 году».

В храме, кроме службы, беседы с батюшкой, можно услышать рассказ о немых свидетелях его славной — и трагичной, и светлой истории. Лиственница, посаженная в день начала строительства храма. Если бы она умела говорить... О куполах... В каникулы верующие дети со всей республики отдыхают, развиваются здесь. Для ребят созданы все условия — рядом построено здание воскресной школы при помощи Ивана Егоровича Кулакова, известного многим жителям республики. Есть свидетельства того, что здесь был погост. За оградой можно узнать о событиях гражданской войны на территории села. Здесь стоит памятник одному из её героев. При церкви есть небольшая библиотека. Современные учащиеся ходят в храм и ухаживают за могилой героя гражданской войны.

В легенде о Стефане Пермском говорится, что, якобы, ещё сам Стефан предрекал, что там, где он стоял и был изгнан язычниками, когда-нибудь будет стоять монастырь. Конечно, можно предположить, что первый храм появился в районе современного с. Ыб ещё во времена святого Стефана Пермского. Но доподлинно известно о строительстве храма во имя святого Стефана Пермского, он построен на вершине холма Кубримыльк.

В день памяти святого Стефана — 26 апреля 1896 г. — был устроен крестный ход на холм, где проповедовал святитель, отслужен молебен и чин на основание храма. В течение одного дня — 27 апреля — часовня была возведена под кровлю. Она является единственным «обыденным» храмом, известным на территории Коми.

Ровно сто лет храм, продуваемый всеми ветрами, простоял один-одинёшенек на холме, разрушался, использовался как клуб и склад. Но ровно через сто лет, в октябре 1996 г. был зарегистрирован Ибский Серафимовский женский монастырь, в пользование которого была передана Стефановская церковь. В ходе мероприятий по проведению празднования 600-летия со дня блаженной кончины св. Стефана Пермского памятник был отремонтирован. Работы осуществлялись православными мастерами, членами Стефано-Прокопьевского братства. В течение 1995 — зимы 1996 гг. был восстановлен облик храма и устроен новый иконостас. 5 мая 1996 г. отремонтированный храм был освящен Епископом Сыктывкарским и Воркутинским Питиримом как церковь во имя Стефана Пермского.

Восемнадцать раз в первые майские дни к храму Стефана Пермского приходил крестный ход. Сегодня храмов и часовен семь. У каждого строения своя история.

Не только паломники пьют воду из здешних, широко известных, святых источников. Когда-то на территории села било около 200 источников с холодной свежей водой. В разные времена некоторые из них получали имена святых. Это было связано с божественными явлениями либо с чудесами исцеления. Таких родников было 16. Возле каждого источника возводилась деревянная часовня. В советский период люди пили и брали воду, но рассказывать об их назначении было чревато, поэтому пришлось восстанавливать истинную историю уже в новые времена. Теперь найдено 12 источников. Естественно, за сто лет и более без надлежащего ухода здания часовен разрушились. Ныне стоит три часовни в разных концах села. Все три восстановлены. В деревне Березник — часовня Николая Чудотворца, там два источника. Часовня святых Петра и Павла, крестный ход к которой проходит ежегодно 12 июля. В Вадкеросе стоит часовня во имя Воскресения Христова. На «Прокопей лун» (21 июля) население крестным ходом ходило к часовне собирать травы, брать воду из родников (путь крестного хода указывали деревянные кресты). Затем слу-

жили водосвятный молебен на источнике Святого Архистратига Михаила и молебен с акафистом в часовне. Здесь можно искупаться и полечиться глиной, имеющей целебный состав.

В селе в 1986 г., 16 октября, к 400-летию села был создан этнографический музей. Размещается музей в каменном здании школы, построенном ещё в 1892 г. Основателем Ыбского музея была Александра Александровна Куратова (1925—2005), собиравшая по крупицам в течение многих лет вместе со школьниками материал для музея.

В музее представлен уголок крестьянской избы XIX в.: стол, лавка, люлька, подвешенная к потолку, светец, домашняя утварь. Выставлены обувные колодки и набойные доски, охотничьи снасти и инструменты, посуда, горшки, прялки.

В музее собраны художественные полотна местных мастеров.

В центре села есть парк Победы. У стелы гранитные плиты с именами тех, кто ушёл на Великую Отечественную войну и погиб за Отечество. В музее собраны сведения обо всех, кто принёс нам освобождение. До сих пор появляются новые сведения, узнаётся судьба тех, кто пропал без вести.

Действует литературный маршрут, рассказывающий о писателях и литераторах, чьи имена связаны с селом. Всю жизнь прожил в родном селе и писал свои произведения об односельчанах писатель Владимир Безносиков. Судьбу друга Виктора Савина — Егора Колегова — нашего односельчанина, незаслуженно забытого, проследили местные краеведы. Восстановлена могила поэта, выпущены сборники произведений, проводятся районные Колеговские чтения, цель которых — изучение всех литераторов Сыктывдина.

У входа в школу появилась мемориальная доска, посвящённая всемирно известному учёному, лингвисту и фольклористу Анатолию Микушеву.

В планах краеведов изучение польского следа в селе, судеб художников, музыкантов, многих известных людей. Интересна архитектура деревенских домов.

В историческом месте села — деревне Каргорт — в настоящее время ведётся планомерная работа по обустройству геологического памятника «Каргортский». Деревня расположена на левом берегу р. Сысолы, впервые упомянута в писцовой книге 1586 г.: починок подле Городища. С 1719 г. деревня носит название Каргорт. В переводе с коми языка Каргорт — «город-могила». Здесь представлен типичный ландшафт долины реки Сысолы с местонахождением уникальных костных остатков древних позвоночных организмов, а также раковин аммонитов, белемнитов — «чёртовых пальцев», проявлений железной руды, фосфоритов и горючих сланцев. Это уникальный по насыщенности интересными объектами и красоте памятник природы.

Местечко Кармыльк является археологическим памятником ананьинской эпохи. К сожалению, статус исторического памятника был снят в своё время, хотя, по мнению историка, уроженца села, Михаила Таскаева, этот памятник нужно включить в охраняемый объект при обустройстве геологического памятника.

Выдающийся палеонтолог–кораллист (к 125–летию со дня рождения Е. Д. Сошкиной)

В. С. Цыганко
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Среди женщин-геологов, внесших неоценимый вклад в познание палеозоя России и его ископаемой биоты, одно из почетных мест принадлежит Елизавете Дмитриевне Сошкиной (1889—1963 гг.). Родившись в г. Рязани в простой российской семье, она с огромным упорством пробивала путь к знаниям, вершину которых она постигала на естественном отделении физико-математическогофакультета Московских высших женских курсов. Преподавание на них вели такие известные ученые, как С. А. Чаплыгин, Н. Д. Зелинский, В. И. Вернадский, А. А. Чернов и другие. Слушательницы курсов уже в первый год обучения могли выбрать тот или иной цикл лекций,



Е. Д. Сошкина в послевоенные годы

определяющий их будущую специальность, и Елизавета Дмитриевна выбрала геологию.

К научной работе Е. Д. приступила еще будучи студенткой, занявшись по поручению А. А. Чернова определением верхнекаменноугольных кораллов из коллекции, собранной им на западном склоне Урала. Эту коллекцию Е. Д. дополнила личными сборами в результате поездок в 1912—13 гг. на рр. Яйву и Усьву (бассейн р. Чусовой). Результаты изучения Е. Д. этих коллекций кораллов ругоз послужили ей материалом для первой печатной работы [1].

В 1914 г. Е. Д. вместе с В. А. Варсанофьевой совершили поездку на юг Уфимского плато (бассейны рек Юрезань, Аю, Уфа). Проведенные наблюдения над выходами верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений Е. Д. использовала в дальнейшем при обобщениях, касающихся влияния фациальных условий на строение скелетов кораллов. В 1915 г. Е. Д. окончила Московские высшие женские курсы с дипломом 1-й степени и была оставлена в аспирантуре при кафедре геологии.

Летом 1917 и 1918 годов Е. Д. приняла участие в возглавляемой А. А. Черновым экспедиции на Средний Тиман. Здесь в бассейнах рек Цильмы и Печорской Пижмы она познакомилась с девонскими, каменноугольными и четвертичными отложениями. После этой поездки у нее пробудилось желание продолжить свои исследования в Печорском крае. В 1924 г. она была зачислена в качестве сотрудника в Институт по изучению Севера и с большим воодушевлением включилась в работу по изучению геологического строения и полезных ископаемых западного склона Северного Урала, проводившуюся под руководством А. А. Чернова. Уже в первые годы исследований в бассейне р. Усы было открыто месторождение нижнепермских углей на р. Б. Инта. Лично Е. Д. в 1925 г. были открыты залежи битумов на реках Большая и Малая Кожва.

Одновременно Е. Д. продолжает изучение коллекций кораллов ругоз из отложений пермской системы, переданных ей для изучения А. А. Черновым. Результаты этих исследований она публикует в 1925, 1928 и 1933 гг. в Бюллетене Московского общества испытателей природы [2—4].

В 1929 г. Е. Д. и Т. А. Добролюбовой Геологическим комитетом было поручено проведение маршрутной геологической съемки западной части 123-го листа 10-верстной геологической карты. Это территория, охватывающая бассейны рек Подчерема, Щугора и притоков последнего — Большого и Малого Патоков. Съемка велась лодочными и пешими маршрутами. Результаты проведенных двухгодичных работ были отражены в двух рукописных и в двух опубликованных работах. По завершению геологической съемки с 1934 г. Е. Д. полностью переключается на палеонтологические исследования. В связи с теми геологическими исследованиями, которые Е. Д. были проведены на Северном Урале в ходе геологической съемки, перед ней встала задача углубленного изучения для целей стратиграфии многочисленных остатков коралловой фауны силура и девона. Принятая систематика девонских кораллов ругоз очень устарела и была настолько запутана, что без ее ревизии использовать эти остатки для расчленения отложений системы.



А. А. Чернов с В. А. Варсанофьевой и Е. Д. Сошкиной (крайняя справа) на Среднем Тимане

Первыми детальному изучению Е. Д. подвергла имевшуюся в ее распоряжении большую коллекцию ругоз из отложений среднего девона на р. Мал. Паток (приток р. Щугор). Всего в работе были описаны 23 вида ругоз (в том числе 14 новых), относящихся к 14 родам (среди них 1 новый) [5]. По результатам изучения ругоз Е. Д. выделила в изученном разрезе ряд горизонтов, аналогичных, по ее мнению, горизонтам среднего девона в Эйфельских горах (Германия). В целом данная работа явилась первой попыткой биостратиграфического расчленения девона Урала по кораллам. Уже в следующем году из печати вышла монографическая работа Е. Д., посвященная силурийским и нижнедевонским кораллам Rugosa из бокситоносных отложений Урала [6]. Всего в работе описано 50 видов ругоз (в том числе 28 новых), относящихся к 25 родам (из них 6 новых).

В последующих работах Е. Д. занималась разработкой новой систематики кораллов Rugosa среднего палеозоя. При этом первоочередную задачу представлял пересмотр систематики среднедевонских кораллов, принятой в русской и советской литературе. Этому вопросу была посвящена ее важная работа о систематике среднедевонских кораллов Rugosa Урала [7]. В ней Е. Д. рассматривает историю их изучения и предлагает принципы новой систематики. В ее основу она предложила положить эвоюционную классификацию Р. Ведекинда, внеся в нее много изменений и дополнений. В этом же году Е. Д. совместно с Т. А. Добролюбовой опубликовали интересную статью «Эволюция кораллов Rugosa», в которой отметили, что основная задача изучения кораллов Rugosa — установление их филогении, так как только на этой основе может быть построена близкая к естественной их систематика [8]. Значительная часть размышлений Е. Д. в отношении совершенствования систематики кораллов Rugosa, и прежде всего девонских их представителей, нашла свое отражение в четырех ее крупных монографиях, опубликованных в послевоенные годы [9—12].

По воспоминаниям друзей и коллег, Е. Д. была обаятельной, живой, очень остроумной и энергичной женщиной. Она ко всем относилась доброжелательно и с дружеским участием, что особенно чувствовалось в экспедициях на Северном Урале, где практически всю работу по организации отряда — найму лошадей, лодок и т. п. она брала на себя. Во время работы в поле она исключала для себя дни отдыха. Смысл своей жизни она видела в науке и в помощи людям. Е. Д. была первоклассным педагогом. Преподавание Е. Д. нравилось, и она еще студенткой вела занятия на вечерних курсах. В 1919 г. она стала ассистентом на кафедре геологии Московского университета, в 1930 г. перешла на должность доцента Московского геологического института, а с 1937 г., оставаясь доцентом, исполняла обязанности профессора. В этом же году ей была присуждена степень кандидата геолого-минералогических наук, а в 1946 г. — степень доктора биологических наук. В 1948 г. ее утверждают в звании профессора. Научная и научно-организационная деятельность Е. Д. отмечена орденом «Знак Почета» и Орденом Ленина. Елизавета Дмитриевна вышла на пенсию по болезни в 1956 г. умерла в г. Рязани в 1963 г.

Литература

1. *Сошкина Е. Д.* Кораллы верхнекаменноугольных отложений западного склона севера Урала // Записки геол. отд. Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, 1915. Т. 3. С. 46—60.

2. *Сошкина Е. Д.* Нижнепермские кораллы западного склона Урала // Бюл. МОИП. Отд. геол., 1925. Т. 3. Вып. 1—2. С. 76—104.

3. *Сошкина Е. Д.* Нижнепермские (артинские) кораллы западного склона Северного Урала // Бюл. МОИП. Отд. геол., 1928. Т. 6. Вып. 3—4. С. 337—393.

4. *Сошкина Е. Д.* Нижнепермские (артинские) кораллы Уфимского плоскогорья // Бюл. МОИП. Отд. геол., 1932. Т. 10. Вып. 2. С. 251—267.

5. *Сошкина Е. Д.* Кораллы Rugosa среднего девона Северного Урала // Тр. Полярной комиссии СССР, 1936. Вып. 28. С. 15—67.

6. *Сошкина Е. Д.* Кораллы верхнего силура и нижнего девона восточного и западного склонов Урала // Тр. Палеозоологического ин-та АН СССР, 1937. Т. 6. Вып. 4. С. 1—153.

7. *Сошкина Е. Д.* Систематика среднедевонских кораллов Rugosa // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, 1941. Т. 10. Вып. 4. С. 1—54.

8. *Сошкина Е. Д., Добролюбова Т. А.* Эволюция кораллов // Известия АН СССР. Отдел биологических наук, 1941. № 1. С. 152—162.

9. *Сошкина Е. Д.* Девонские кораллы Rugosa Урала // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, 1949. Т. 15. Вып. 4. С. 1—160.

10. *Сошкина Е. Д.* Позднедевонские кораллы Rugosa, их систематика и эволюция // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, 1951. Т. 34. С. 1—122.

11. *Сошкина Е. Д.* Определитель девонских четырехлучевых кораллов // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, 1952. Т. 39. С. 1—127.

12. *Сошкина Е. Д.* Девонские четырехлучевые кораллы Русской платформы // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, 1954. Т. 52. С. 1—74.

Геологическое наследие Национального парка «Югыд ва»: проблемы изучения и охраны

Е. И. Шубницина [1], Т. Б. Жаркова[2]
[1]ФГБУ «Национальный парк «Югыд ва», Сыктывкар
[2]ЗАО «ГГК «МИРЕКО», Сыктывкар

Проблема выделения геологических памятников природы, наряду с инвентаризацией других уникальных природных объектов, сегодня актуальна во всем мире, в том числе и в России. В Республике Коми в последнее время в этом направлении проводится большая работа [18]; в частности, сотрудниками Института геологии Коми НЦ УрО РАН проведена инвентаризация геологических памятников в республике, издана монография [7].

Значительная часть геопамятников республики приходится на территорию Национального парка «Югыд ва», занимающего западный макросклон Приполярного и, частично, Северного Урала. Здесь представлены объекты, которые при дальнейшем изучении могут быть отнесены практически ко всем основным типам геопамятников: стратиграфические (стратотипические, опорные разрезы и т. д.), палеонтологические (обнажения, из которых отобраны эталонные образцы видов, окаменелости хорошей сохранности), минералогические и петрографические (местонахождения редких видов минералов и горных пород), гидрогеологические, геоморфологические, геодинамические и комплексные, обладающие в значительной мере признаками нескольких типов.

В Федеральном Законе об особо охраняемых природных территориях (ООПТ) определение памятника природы дается достаточно расплывчато: «уникальные, невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения» [1]. Постановлением РФ от 2001 г. к особо охраняемым геологическим объектам «могут быть отнесены (признаны)... геологические объекты, имеющие научное, культурное, эстетическое, санитарно — оздоровительное и иное значение», в порядке и на условиях, установленных вышеназванным Законом. [2]

При проектировании Национального парка в начале 1990-х на его территории было выделено около 60 геологических памятников природы (ГПП) [16]. 15 из них были до этого официально утверждены в статусе ГПП республиканского значения [4—6]. Подавляющее большинство описанных памятников относилось к стратиграфическому типу; местонахождение их контролировалось, в основном, долинами рек Кожима, Косью, Вангыра, Б. Сыни, Б. Патока, Щугора и Подчерема. Позже эти памятники были упразднены, как ООПТ республиканского значения, имеющие более низкий статус охраны, чем Национальный парк — федеральное государственное учреждение [2]. Поэтому далее в тексте мы будем использовать термин «объект геологического наследия» (ОГН), чтобы отличать их от геологических памятников природы, имеющих статус ООПТ.

Систематические исследования по теме «Геологические памятники» на территории парка практически не проводились. Попытка ревизии имеющейся информации по ОГН парка была отражена в материалах конференции российской группы ProGEO в 2007 году [13]. Авторами перечислены на территории Национального парка 23 геологических объекта, имеющие статус памятни-



ОГН «Ворота р. Гачвож». 2013 г.

ка природы (хотя, как сказано выше, реально на тот момент они его уже не имели), и 41 объект из числа «не имеющих статуса ООПТ» (из которых, правда, три — № 1, 3 и 32 — расположены вне территории парка). В последнем списке, кроме стратиграфического, были также представлены ОГН минералогического, гидрогеологического и комплексного типов.

Таким образом, в настоящее время для Национального парка отсутствует единый перечень (реестр) ОГН. В свою очередь, в имеющихся материалах встречаются неточности, а иногда и явные ошибки (например, в географических привязках), устаревшие, изъятые из употребления названия свит, неверные возрастные датировки и т. п. Необходима целенаправленная работа по инвентаризации и паспортизации ОГН как отдельное направление научной работы в Национальном парке.

Первоочередными задачами такой работы должны являться:

1. Ревизия всех ранее выделенных ОГН. Для этого предполагается разработать программу по ревизии объектов геологического наследия на территории парка, о необходимости которой писалось ещё 7 лет назад [17]. Для унифицированного подхода к описанию объектов рекомендуется принять одну из имеющихся в настоящее время классификаций [11, 15]. Работа по данной программе включает: подготовку геологической карты на всю территорию парка, ревизию уже описанных объектов, а на этапе полевых исследований — посещение объектов in situ (для уточнения привязки, параметров, фотодокументации и т. д.). При этом следует учитывать, что, поскольку необходимым признаком геологических памятников, помимо общих требований, является их хорошая обнаженность или морфологическая выраженность [14], геологический объект является неотъемлемой и очень важной частью ландшафта. Поэтому в ходе полевых работ (и в дальнейшем — работ по благоустройству территории памятников) необходимы также ландшафтные исследования, включающие, в частности, оценку аттрактивности. Более того: места расположения ОГН часто совпадают с историко-культурными (в т. ч. сакральными), ботаническими (местообитания редких растений) и др. памятниками природы, поэтому вопрос их изучения и сохранения является комплексным и важен для разных отраслей науки, и такие экспедиции в идеале должны быть комплексными.

2. Работа по выделению новых ОГН.

3. Создание реестра ОГН Национального парка, включающего как уже описанные ОГН, так и вновь предлагаемые. Информация для включаемых в реестр ОГН должна соответствовать современному состоянию разделов геологической науки, обладать максимальной полнотой и точностью. Предполагается широкое использование средств визуализации — от фото- и видеоматериалов до ГИС-технологий, что позволит максимально интегрировать эти данные в любой вид деятельности парка, в частности, в туриндустрию.

Учитывая огромную территорию парка, удаленность объектов от границ, отсутствие дорог, суровый климат и короткий полевой сезон, эти работы могут, конечно, занять не одно десятилетие. Поэтому, при остром дефиците собственных ресурсов, нам приходится использовать все имеющиеся возможности.

В последние годы для работы в данном направлении администрацией парка в рамках научного сотрудничества активно привлекаются производственные организации. Так, по результатам работ Вуктыльской партии ЗАО «ГГК «МИРЕКО», проводившей в 2006 г. геолого-минерагеническое картирование на правобережье р. Тельпос, были выделены и нанесены на схематическую геологическую карту несколько комплексных (политипных) ОГН, обладающих в значительной мере признаками стратиграфического, минералогического, рудно-петрографического, геохимического, тектонического и геоморфологического типов [8, 10].

В 2013 г. этой же организацией в ходе научно-исследовательских работ по геологическому доизучению масштаба 1:200 000 листа Q-40-XXIX (Вангыро-Сынинская площадь) был выделен ряд объектов в районе Саблинского хребта, представляющих интерес как ОГН [9] (рис. 1). В настоящий момент имеются предварительные характеристики этих объектов, которые будут скорректированы и дополнены после получения и обработки аналитических данных.

Следует отметить, что данное научное направление имеет большое значение и для развития экологического туризма в парке: ОГН являются одними из наиболее привлекательных компонентов ландшафта, объектами показа туристических маршрутов и экологических троп. В настоящее время ОГН уже включаются в маршруты экологического туризма Национального парка, экологические тропы — например, экотропы, разработанные летом 2013 г. в местечке «Переправа» (р. Кожим) [12].

Литература

1. Об особо охраняемых природных территориях. Федеральный закон Российской Федерации от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ. Раздел VI. Памятники природы, Ст. 25.

2. Постановление Правительства РФ № 900 от 26.12.2001 г. «Об особо охраняемых геологических объектах, имеющих научное, культурное, эс-

тетическое, санитарно-оздоровительное и иное значение». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34645/.

3. Постановление Республики Коми от 19.09.2002 № 148 «Об упразднении некоторых особо охраняемых территорий республиканского значения».

4. Постановление Совета Министров Коми АССР от 5 марта 1973 г. № 91 «Об объявлении памятниками природы уникальных природных образований в Коми АССР».

5. Постановление Совета Министров Коми АССР от 29 марта 1984 г. № 90 «О ходе выполнения постановлений Совета Министров Коми АССР по вопросам охраны редких растений и животных и о дополнительном объявлении заказников и памятников природы».

6. Постановление Совета Министров Коми АССР от 26 сентября 1989 г. № 193 «Об организации новых заказников и памятников природы в Коми АССР».

7. Геологическое наследие Республики Коми, Россия / Составитель Юхтанов П. П. Институт геологии КНЦ УрО РАН, 2008, 350 с.

8. *Жарков В. А.* Отчет: ГМК-200 западного склона Приполярного Урала (листы P-40-IV, V, X, XI). Комигеолфонд, Сыктывкар, 2008.

9. Информационный отчёт о работах Вуктыльской геологосъемочной партии ЗАО «МИРЕКО» в августе-сентябре 2013 г в пределах Национального парка «Югыд Ва». Сыктывкар, 2013.

10. Информационный отчёт о результатах работ геологического отряда ЗАО МИРЕКО, проведённых в июле-августе 2006 г. в пределах Национального Парка «Югыд Ва». Сыктывкар, 2006.

11. *Лапо А. В., Давыдов В. И., Пашкевич Н. Г.* и др. Методические основы изучения геологических памятников России//Стратиграфия. Геологическая корреляция.1993. № 6. С. 76.

12. *Малафеев А. И.* Отчет по теме: Проект системы экологических троп участка «Переправа» (р. Кожим»). НП «Югыд ва», Инта, 2013.

13. Объекты геологического наследия на особо охраняемых территориях федерального подчинения. Объекты геологического наследия, не имеющие статуса ООПТ. / Материалы научно-практической конференции «Изучение, сохранение и использование объектов геологического наследия северных регионов (Республика Коми)». ИГ КНЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2007.

14. *Рубан Д. А.* Стандартизация описания геологических памятников природы как важных объектов национального наследия. // География и природные ресурсы. 2006. № 3. С. 166.

15. *Рубан Д. А.* Характеристические признаки объектов геологического наследия. // Отечественная геология. 2009. № 3. С. 91.

16. *Чермных В. А.* Геологические памятники на территории государственного природного национального парка Коми ССР / А. П. Братцев и др. Схемы генплана организации государственного национального природного парка в Коми АССР. Научный отчет УрО РАН. Архив КНЦ. Сыктывкар, 1990. С. 124.

17. *Шубницина Е. И., Фомичева Т. С.* Проблемы сохранения и использования объектов геологического наследия западного склона Приполярного Урала. // Изучение, сохранение и использование объектов геологического наследия северных регионов (Республика Коми) : материалы научно-практ. конф. Редкол.: А. И. Антошкина (отв. ред.) и др. Сыктывкар : Геопринт, 2007. С. 36.

18. *Юхтанов П., Иванцов А., Плоскова С., Камашев В., Пухонто С., Брач Б., Лапо А.* Геологическое наследие Республики Коми. // Вестник Института Геологии КНЦ УрО РАН. 2007. № 9. С. 16.

Природное геологическое наследие: сохранение и использование

П. П. Юхтанов

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

yukhtanov@geo.komisc.ru

Во второй половине XX столетия на северо-востоке европейской части России сформировалась система особо охраняемых природных территорий (ООПТ) геологического профиля. Всего было учреждено 58 памятников природы геологического профиля (два — в НАО, остальные в Республике Коми) и один геологический заказник. [2, 3]. Эта работа была инициирована и теоретически обоснована В. А.Варсанофьевой [1] и продолжена ее учениками [5]. В 70—80 гг. коллеги и ученики Веры Александровны В. А. Чермных, В. П. Гладков, Б. И. Гуслицер, Н. В. Калашников, А. И. Елисеев, Т. М. Безносова, А. И. Антошкина и др. провели большую работу по правовому оформлению наиболее интересных геологических объектов в качестве ООПТ.

В 2005—2007 гг., после почти двадцатилетнего перерыва в деятельности по заповеданию геологических объектов Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН были проведены работы по инвентаризации ООПТ геологического профиля на территории Республики Коми и НАО, инициированные правительствами республики и автономной области [6].

В рамках этой програмы:

— Все официально зарегистрированные геологические памятники природы посетили специалисты — стратиграфы, палеонтологи, литологи, минералоги, гидрогеологи. В необходимых случаях проведена геологическая передокументация объектов и фотодокументация, оценена их научная и эстетическая ценность, инструментально определены границы;

— По публикациям, а также в результате опроса специалистов и личных наблюдений участников программы выявлено более ста природных геологических объектов на территории РК и более 20 — НАО, которые рекомендовано сохранять, как ценные в научном и/или эстетическом отношении природные комплексы. Составлен их реестр. Этой работе очень способствовало проведение в сентябре 2007 г. научно-практической конференции «Изучение, сохранение и использование объектов геологического наследия северных регионов» и издание её материалов [4];.

— разработаны направления развития системы ООПТ геологического профиля и их использования в научных, дидактических и рекреационных целях.

Анализ состояния дел в области заповедания геологических объектов (геоконсервации) в республике и в соседних регионах выявил целый комплекс проблем, которые можно разделить на семь блоков: 1) геологические, 2) правовые, 3) социально-психологические, 4) экономические, 5) рекреационные, 6) музеологические, 7) информационные.

1. Геологические проблемы

Современная система геологических памятников природы (ГПП) — это в основном система геологических эталонов-стратотипов. Она сформировалась в период наиболее активных геолого-съемочных работ. Представленность природных геологических комплексов очень неравномерна: примерно половина ГПП составляют стратиграфические и палеонтологические объекты. Вторая половина — геоморфологические объекты (скалы, каньоны), которые имеют главным образом, эстетическую ценность. По определению В. А. Варсанофьевой — «художественные объекты».

Совершенно не представлены среди ГПП рудно-минералогические, историко-горно-геологические, гидрогеологические (т.е. источники подземных вод). Среди стратиграфических и палеонтологических ГПП нет эталонов наиболее древних (докембрийских) и наиболее молодых (мезо-кайнозойских) отложений.

Выявлено много объектов, различной специализации — важно их зарегистрировать, чтобы они учитывались при планировании развития системы ООПТ, туризма и т. д.

В республике есть ряд геологических объектов надрегионального и глобального уровня. К ним относятся: разрез палеозоя р. Кожим (система из двенадцати ГПП), система разрезов верхнего девона (доманиковых фаций) в пределах Ухтинской антиклинали (6 — ГПП). Местонахождение остатков девонских рыб (памятник природы «Сосновский»). К сожалению, обнажение на руч. Доманик, название которого стало геологическим «брендом» России еще в XVIII в., благодаря находкам нефти, не является памятником природы. Не имеют статута ГПП уникальные минералогические проявления горного хрусталя и других минералов на Приполярном и Полярном Урале. Эти объекты, кроме научного значения, имеют высокий эстетический и познавательный потенциал, часто посещаются учеными, специалистами, студентами, туристами.

2. Правовые проблемы

После 1989 г. в республике не было оформлено ни одного памятника природы геологического профиля. Главная причина в той правовой надстройке, которая сложилась в природоохранной сфере России.

Закон об ООПТ (1995) позволяет регионам образовывать на своей территории заказники, памятники природы, природные парки и даже предлагать другие категории ООПТ, но в отношении геологических объектов действует подзаконный акт, обязывающий получать лицензию на пользования недрами, при учреждении ГПП. Это на практике делает невозможным образование ГПП. Попытка образовать геологический памятник природы в с. Ыб наткнулась именно на это препятствие.

Закон об ООПТ запрещает создавать ООПТ, «вложенные» друг в друга. Логичное положение с точки зрения юридической казуистики на практике привело к тому, что из государственных реестров и карт ООПТ исчезли уникальные природные объекты: Маньпупунер (знаменитые «Болваны»), Торре-Порре-из («Каменный город»), уникальные пещеры Северного Урала. И это несмотря на то, что в индивидуальных положениях по ООПТ специально оговариваются участки (кластеры) чем-либо выдающиеся. И все-таки эти объекты теряются.

Из-за этого положения наиболее пострадали именно геологические памятники природы — из 54 в республиканском реестре осталось 18. Остальные оказались либо на территориях заказников, либо (30 ГПП) в национальном парке «Югыд ва» и Печоро-Илычском заповеднике и были упразднены как самостоятельные объекты охраны.

Федеральный закон определяет систему регистрации ценных природных объектов в целом для России, значение региональных объектов здесь может теряться. Но у региона есть свои интересы. Необходима система регистрации природных достопримечательностей (геологических в том числе) более детальная, чем требует федеральный закон. Возможно, необходима система двойной регистрации (по аналогии с памятниками культуры): кадастр ценных природных объектов и кадастр особо охраняемых. Такая практика существует в Германии.

Многие природные геологические объекты ценные в научном, в познавательном и в рекреационном отношениях находятся в местах, где им практически ничего не угрожает. Такие объекты толжны быть на государственном учете, но их совсем не обязательно вносить в список особо охраняемых.

Система более полной регистрации ценных природных объектов необходима при планировании размещения промышленных объектов, без нее совершенно невозможно обойтись при планировании развития туристической деятельности.

3. Социально-психологические проблемы.

С переходом к рыночной экономике многие удаленные от крупных городов и транспортных магистралей населенные пункты деградировали из-за ликвидации и сельскохозяйственных, и многих мелких промышленных предприятий. Имеющиеся в таких районах ООПТ предложить населению деятельность, способную обеспечить приемлемые условия жизни, не могут. Появление статуса «охраняемой территории» привело к многочисленным запретам на природопользование: охоту, рыбалку. По нашим наблюдениям отношение местного населения к созданию новых ООПТ как правило отрицательное. Исключение — Печоро-Илычский заповедник, существующий более восьмидесяти лет и создавший определенную инфраструктуру, дающую работу местному населению.

Геологи напуганы развернувшейся в 1980—90 гг. природоохранным ажиотажем, который привел к запрету геологических работ в ряде интересных и может быть перспективных участках.

Геологи России в большинстве своем психологически не готовы к тому, что красота, познавательная ценность геологических объектов может быть их главным потребительским свойством, главным «полезным ископаемым». Использование природных геологических объектов в сфере туризма иногда гораздо выгоднее, чем разработка объекта как полезного ископаемого. Такую психологическую ситуацию создает и то, что отсутствуют требования и методики геолого-экономической оценки возможных объектов геологического наследия для рекреационного использования. В настоящее время при проведении геологического картирования требуется составление перечня ГПП и нанесение их на карту.

Во многих публикациях об охране природы Республики Коми отмечается — 14 % площади республики занято ООПТ. Это, несомненно, достижение. Но оно становится и определенным психологическим фетишем и препятствием, и даже обоснованием для искусственного сдерживания расширения системы ООПТ. Необходимо иметь в виду, что в современном мире есть страны и даже в России есть регионы, где около четверти территории являются ООПТ.

4. Экономические проблемы

Главной экономической проблемой является нехватка средств на организацию обслуживания, контроля состояния, охраны и рекреационного использования ООПТ. В настоящее время в Республике Коми образован Центр по обслуживанию ООПТ, который призван решать все выше перечисленные проблемы.

В последние десять — пятнадцать лет во многих странах на основе ООПТ геологического профиля организуются «геопарки». Работу по организации геопарков координирует ЮНЕСКО. Геопарк, как правило, охватывает зачительную территорию, на которой расположены объекты геологического наследия (охраняемые и неохраняемые) объединенные определенной темой (Парк юрского периода). Вокруг геологических объектов формируется туристическая инфраструктура: автостоянки, гостиницы, кафе, музеи под открытым небом, демонстрация горной техники, нередко действующей и т. д. Разрабатывается система туристических маршрутов автобусных, пешеходных, водных, и т. д. В состав системы геопарка нередко включаются и другие достопримечательности территории — геологические музеи, места жизни и деятельности знаменитых геологов, ученых, места памятных событий... Геопарк — это коммерческое предприятие, приносящее определенный доход. Его целью является использование природного объекта в рекреационных и познавательных целях, при этом все требования по сохранности объекта должны соблюдать-

ся неукоснительно. В мире насчитывается до 1000 геопарков. В России — нет ни одного. В Республике Коми может быть образован геопарк «Доманик» — территория Южного Тимана, места открытия первых в республике и в России месторождений нефти.

5. Рекреационные проблемы

На всех уровнях государственной власти декларируется ускоренное развитие туризма и использование ООПТ в рекреационных целях. Для массового туриста необходима развитая инфраструктура: транспорт, гостиницы, мотели, турбазы, сервис, система проката снаряжения и т. д. В характеристике развитости туристической инфраструктуры территории важным показателем является плотность размещения допримечательностей. Сравнение плотности зарегистрированных геологических достопримечательностей в развитых (в туристическом отношении) европейских странах и регионах России (см. таблицу), говорит о том что в Республике Коми должно быть зарегистрированых объектов геологического наследия более 1000, т. е. на порядок больше, чем сейчас. Планировать массовый рентабельный туризм на нескольких десятках объектах на территори в 400 000 кв.км невозможно.

6. Музеологические проблемы

Учреждение геологических памятников природы это фактически один из элементов геологической музефикации. Синхронная инвентаризация музейных коллекций и ООПТ показала, что музейные геологические коллекции собраны и хранятся с менее половины ГПП республики. Как правило, при учреждении памятника природы вводится ограничение на сбор коллекций. Проведение регулярных научных исследований, для приведения знаний об эталонном природном объекте к современному уровню может идти с использование музейных коллекций. Это является одним из условий минимизации ущерба объекту геологического наследия. Создание ГПП и сохранение собранных на его территории коллекций в музеях должно быть согласованно закреплено в законодательстве.

В некоторых странах в отношении сбора коллекций особо выделяются отдельные категории геологических объектов. Строго запрещен сбор палеонтологического материала в США. В странах Прибалтики все ледниковые валуны крупнее 70 см объявлены собственностью государства.

7. Информационные проблемы

О необходимости информировать население об уникальности природных комплексов своих территорий, формировать такой психологический настрой, чтобы люди гордились своим краем говорится много и давно. В результате деятельности программы ПРООН/ГЭФ на большинстве ООПТ появились аншлаги, информирующие население о характере объекта и мерах по его сохранению;. публикуются проспекты по отдельным ООПТ и обзорные — по административным районам.

Регион	Площадь региона (S), тыс. км^2	Количество (N) геосайтов, ед.	N на 1000 км^2	Ссылка
Германия	357.0	5000/1700	14	Grube, 1992
Великобритания	244.1	3081	13	Wimbledon, 1996
Австрия	83.8	700	8	Bariand, 1996
Словения	20.3	125/23	6	Hlad, 1996
Польша	312.7	1366	4.5	Alexandrowicz, 1993
Болгария	110.9	380	3.5	Илиев, 1996
Литва	65.2	177	2.7	Lincius, 1991
Кировская обл.	120.8	197/51	1.6	Скворцова, 1998; Ворончихин,1996
Башкирия	143.6	221/74	1.1	Гареев, 2004
Украина	603.7	716/?	1.2	Геологические...,1990
Пермская обл.	160.6	155?	1.0	Перечень..., 1988
Албания	28.7	18	0.6	Serjani, 1996
Румыния	237.5	120	0.5	Andrasanu, 1996
Карелия	172.4	79/36	0.5	Макарихин, 1992
Греция	132.0	49	0.37	Bornovas, 1996
Республика Коми	415.9	130/54	0.31	Кадастр..., 1993
Россия (в целом)	17000	>2000	012	Геологические...1998

Примечание. В колонке 3 показано: в числителе — всего зарегистрировано объектов геологического наследия, в знаменателе — количество ООПТ геологического профиля.

Инфомация о природных объектах концентрируется в дорогих и редких изданиях [2]. Красочные книги, изданные за деньги госбюджет распространяются по библиотекам, школам и администрациям населеных пунктов. В свободную продажу вообще не поступают. Принцип «За госбюджет — не продается». Хотя такие издания могди бы приносить некоторую прибыль (желающих их купить не мало) по крайней мере, окупать издательские издержки. Это также и юридическая проблема.

В ряде областей и республик России стали издаваться журналы (периодические издания), посвященные теме природного и культурного наследия региона. Достоинство периодического издания для пользователей заключается в более легком поиске информации. Такое издание необходимо и Республике Коми.

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта УрО РАН № 12-И-5-2018 «Геологическое и геоморфологическое наследие Урала и Предуралья».

Литература

1. *Варсанофьева В. А., Геккер Р. Ф.* Охрана памятников неживой природы. М.: Всерос. о-во охраны природы, 1951. 40 с.

2. Геологическое наследие Республики Коми (Россия) / Сост. П. П. Юхтанов. Сыктывкар, 2008. 360 с.

3. *Гладков В. П.* Нам и внукам. Охраняемые природные территории Коми АССР. Сыктывкар, 1988, 128 с.

4. Изучение, сохранение и использование объектов геологического наследия северных территорий (Республика Коми). // Матер. науч.-практ. конф. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2007. 160 с.

5. *Чермных В. А.* О выявлении и охране геологических памятников Коми АССР // Охрана природы в Коми АССР. Вып. 1. Сыктывкар, 1972. С. 85—89.

6. *Юхтанов П. П.* Природное геологическое наследие северо-востока европейской части России // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2010. № 92. С. 50—51.

История геологических исследований и освоения природных ресурсов Европейского северо–востока России

Н. П. Юшкин, Е. П. Калинин, Г. А. Анисимова
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

История геологических исследований в Коми крае и сопредельных областях находится пока в промежуточной стадии изучения. Значительная часть информации, относящейся к раннему периоду исследований, рассредоточена по различным архивным документам и еще не использована. Попытки проанализировать итоги тех или иных этапов геологических исследований предпринимались неоднократно. Это, прежде всего работы А. А. Чернова, П. Д. Калинина, фундаментальные тома «Геологической изученности Коми АССР», содержащие рефераты по опубликованным и фондовым работам за период с 1611 по 1970 г., а также труды научного семинара «История геологических исследований на европейском Северо-Востоке», прошедшего в 1988 г. в Сыктывкаре на базе Института геологии во время годичной сессии Комиссии по истории геологических знаний и геологической изученности СССР.

Таким образом, к настоящему времени уже собран большой фактический материал для фундаментальных обобщений по истории геологических исследований, развитию горно-промысловой и геологоразведочной отраслей в республике. При этом можно использовать предложенную Н. П. Юшкиным [5] периодизацию геологических исследований, где выделяются следующие периоды:

— рудознатцев (1213—1780);

— академических и промысловых экспедиций (1780—1917);

— послереволюционных экспедиций (1917—1929);

— организации стационарных научных исследований и геолого-разведочных работ (1929—1940);

— военных лет и послевоенного восстановления народного хозяйства (1941—1953);

— становления отраслевой геологической службы (1953—1959);

— крупных нефтегазовых открытий (1960—1970);

— комплексной подготовки минерально-сырьевой базы Тимано-Печорского территориального производственного комплекса (1970—1990);

— текущий период (с 1991 г.), охарактеризованный академиком Б. С. Соколовым как конец

«золотого века» геологии, перешедшей в глубокий кризис геологической службы и знаменующийся переходом к новым стратегиям, определяющимся в первую очередь судьбой России в XXI веке.

История геологических исследований Республики Коми уходит своими корнями в далекое прошлое. Изначально изучение Коми края проводилось фрагментарно, когда собирались так называемыми «рудознатцами» первые сведения о залежах руд и полезных ископаемых территории региона. В первой четверти XIII в., точнее в 1213 г. в русских летописях появилось сообщение о том, что медь и серебро есть на северной р. Цильме. Древней отраслью горного дела в Коми крае явилось солеварение на рр. Выми и Мезени, датируемое первой половиной XII в. Велась разработка точильного камня на Средней Печоре. В XVIII в. добывались железные руды на рр.Вычегде и Сысоле, и перерабатывались на Нювчимском, Нючпаском и Кажимском заводах. Еще одной отраслью горного промысла являлась разработка нефти на р. Ухте, первое упоминание о которой обнаружено в Двинской летописи (XV в.). Энтузиаст освоения недр Севера — архангельский купец Ф. С. Прядунов, начал в 1745 г. разработку нефти на Ухте, сибирский золотопромышленник М. К. Сидоров проводил исследования в бассейне р. Печоры в 1860—1882 гг.

С 70-х гг. XVIII в. начинается период академических геологических исследований на европейском северо-востоке России.

Одним из первых ученых-исследователей, посетивших далекий северный край, был академик Российской Академии наук И. И. Лепехин. В 1771 г. он спустился по рекам Летке, Лузе и Сысоле, осмотрел здесь железорудные месторождения и перерабатывающие руду заводы, затем исследовал долину Вычегды и по Северной Двине доплыл до Архангельска. В 1772 г. он побывал на побережье Белого моря и п-ове Канин. Таким образом, И. И. Лепехин почти полностью пересек эту огромную территорию по ее западной окраине. Опубликованные позже записки И. И. Лепехина [2] содержат некоторые сведения о геологии и полезных ископаемых изученной территории. Им была установлена морская фауна в мезозойских отложениях бассейна р. Сысолы.

Геологические исследования в Коми крае проводились в дальнейшем экспедициями известных натуралистов, таких как А. Шренк, А. А. Кейзерлинг, П. И. Крузенштерн (1846, 1851), Э. К. Гофман (1856), А. Антипов (1857), И. Н. Стрижев (1897), Н. Барбот де Марни (1868), А. А. Штукенберг (1875), Е. С. Федоров (1896—1898), Ф. Н. Чернышев (1890, 1891, 1915), В. А. Русанов, А. В. Журавский, А. И. Павлов (1902—1909), А. А. Чернов (1909), Н. Н. Яковлев (1910), О. О. Баклунд (1910, 1911), И. А. Кулик (1910, 1914, 1917), А. И. Замятин (1910) и др. В результате этих экспедиций были получены фрагментарные данные о геологическом строении края, составлены первые топографические и геологические карты исследованных районов.

Выдающимся событием в изучении геологии Тимана была экспедиция академика Ф. Н. Чернышева, которая всего за два года (1889—1890 гг.) выполнила огромный объем работ, исследовав Тиман от верховьев р. Вычегды до побережья Ледовитого океана. В результате была изучена орография Тимана, составлена геологическая карта м-ба 1: 420000, описаны практически все отложения, участвующие в строении Тимана, в том числе древние кристаллические сланцы, силурийские, девонские, каменноугольные, юрские, меловые и четвертичные отложения, установлены основные этапы геологического развития. Работами Ф. Н. Чернышева было положено начало научному изучению Ухтинского нефтеносного района и дана высокая оценка перспектив его нефтеносности.

В 1930-х годах начался период стационарных исследований Ухтинской экспедиции ОГПУ, вскоре преобразованной в Ухто-Печорский трест. Геологическую службу экспедиции возглавил Н. Н. Тихонович. Особенно много ею было сделано по изучению нефтегазоносности.

Наиболее важными результатами этого периода стали открытие Чибъюсского месторождения легкой нефти (1930) и Ярегского месторождения тяжелой нефти (1932), открытие Воркутинского угольного месторождения (1930) и заложение первой шахты в Воркуте (1932). Запасы угля в бассейне оценивались в 1937 г. в 36.6, в 1939 — в 60—70 млрд т. 1 сентября 1934 г. в постоянную эксплуатацию была сдана первая воркутинская шахта № 1—2 (впоследствии шахта № 8), началась промышленная добыча каменных углей в Печорском бассейне. Этот день считается днем рождения нового угольного бассейна страны. Открытие и освоение Седьельского месторождения газа (1935) положило начало газосажевой промышленности в стране [3]. Седъельское месторождение стало первым крупным газовым месторождением в СССР.

В 1933—1935 гг. в Коми АССР работала Печорская бригада Полярной комиссии АН СССР под руководством президента АН СССР академика А. П. Карпинского, которая сформулировала концепцию развития Печорского края на период 1935—1950 гг., главным образом на основе минеральных ресурсов. В 1940 г. — аналогичная бригада работала в Ухтинском районе под руководством академика А. Е. Ферсмана, изучала проблемы нефтегазоносности, радиоактивность вод

пос. Водного и других видов полезных ископаемых. Эти академические разработки ученых во многом содействовали планомерному и конструктивному ходу дальнейших геолого-разведочных работ в регионе.

В 1934 г. была сдана в постоянную эксплуатацию первая воркутинская шахта.

В 1937 г. на Ярегском месторождении тяжелой нефти впервые в стране было начато строительство нефтяной шахты.

В начале 30-х годов на базе Ухто-Печорского треста были созданы Воркутинский, Интинский и Ухтинский комбинаты, каждый из которых имел свою геологическую службу, проводившую детальные работы по исследованию геологического строения и полезных ископаемых соответствующих регионов.

В республику во время Великой Отечественной войны были эвакуированы Северное геологическое управление из Архангельска, Кольская и Северная базы АН СССР, Карело-Финский госуниверситет, существенно повысившие ее исследовательский потенциал и давшие начало новым геологическим учреждениям [1].

В эти тяжелые для страны годы А. А. Чернов опубликовал обобщающую монографию «Минерально-сырьевая база Северо-Востока европейской части СССР (анализ и перспективы)». В ней он дает обзор геологического строения северо-востока европейской части СССР и анализ четырех важнейших комплексов полезных ископаемых региона с впервые опубликованной авторской картой всех перспективных рудопроявлений и месторождений. К Урало-Печорскому комплексу полезных ископаемых он относит угли Печорского бассейна, нефть, точильные камни и асфальтиты, железные и марганцевые руды, руды благородных, редких и цветных металлов, минеральные воды. Пайхойско–Новоземельский комплекс по А. А. Чернову представлен полиметаллическими рудами, флюоритом и каменным углем. Тиманский комплекс — это нефть, природные газы, асфальтиты, минеральные источники, угли, медные руды, золото, серебро, бариты Северного Тимана, базальты, агаты, халцедоны, исландский шпат. И, наконец, комплекс северной части Русской плиты — это месторождения и проявления каменной соли, гипса, ангидрида, целестина, известняков, доломитов, огнеупорных глин, минеральных вод, природных газов, железных руд, горючих сланцев, фосфоритов, серного колчедана, торфа. Во введении своей монографии профессор А. А. Чернов пишет: «...Таким образом, за советское время в горной промышленности произошли очень большие сдвиги: из отсталой области с небольшими чугуноплавильными заводами на р. Сысоле и с кустарной добычей точильного камня на Печоре, Север Европейской части СССР выходит на широкий путь индустриализации, чему крайне способствуют богатейшие залежи каменных углей Печоры и крупные нефтяные и газовые месторождения Южного Тимана с широкими перспективами распространения нефтеносных площадей в бассейне средней Печоры. Сооружение Северо-Печорской железной дороги и создание других путей сообщения в районе Европейского Севера, несомненно, вызовет здесь открытие новых месторождений и создание новых центров промышленности» [4]. Все эти смелые прогнозы ученого стали современной реальностью.

Своеобразной летописью геологических планов и свершений в республике явились республиканские геологические конференции, начало которым было положено в суровое для страны время: 21—26 декабря 1942 г.

В 1970-е годы ученые-геологи достигли крупных успехов в рудно-поисковом направлении. В верховьях р. Ворыквы (Средний Тиман) впервые были выявлены кондиционные бокситы латеритного типа. С 1972 г. Ухтинская ГРЭ ПГО Полярноуралгеология начала проводить планомерные поиски бокситов, которые в первые же годы привели к открытию промышленных залежей, известных ныне как Вежаю-Ворыквинское бокситовое месторождение. Впоследствии поисковые работы ознаменовались открытием новых месторождений бокситов: Верхнещугорского и Восточного, затем Заостровского, Володинского, Светлинского, что выдвинуло Средний Тиман на ведущее место среди важнейших бокситорудных районов России.

Что же представляет собой минерально-сырьевой потенциал республики сегодня?

Прогнозные ресурсы Тимано-Североуральско-Новоземельского региона

Нефть, газ	8315.5 млн т (нефть — 59%, газ — 34%, конденсат — 25%)
Уголь	340 млрд т (1.5 трил. т)
Горючие сланцы	50 млрд т
Битум	1.5 млрд т
Хромиты	630 млн т
Марганец	400—500 млн т (Урал, Пай-Хой), 3.7 млрд т, включая 1.5 млн т окиси марганца (Новая Земля)
Бокситы	800 млн т
Бариты	80—100 млн т
Флюорит	60 млн т
Бериллий	9 т
Тантал	40 т
Ниобий	300 т
Редкоземельные элементы	116 т

В 1980—1985 гг. Республика Коми превратилась в крупную горнодобывающую отрасль страны, из недр которой ежегодно добывалось около 30 млн т угля, в том числе 19 млн т коксующегося угля, до 20 млн т нефти и конденсата, до 20 млрд м^3 газа, до 10 млн т разнообразных строительных материалов. В регионе сосредоточено около 30 % всех прогнозных запасов топливно-энергетических ресурсов европейской части России.

Из проведенного обзора следует, что для всех этапов истории геологических исследований в регионе была характерна вполне определенная стратегическая направленность на поиски крупных месторождений ценных полезных ископаемых и не столько для обеспечения местных нужд, сколько страны в целом (уголь, нефть, газ, бокситы, бариты, кварцевое сырье и др.).

Изучение недр осуществлялось в тесном взаимодействии местного населения с государственными и частными экспедициями, направляемыми центром главным образом по заявкам и находкам местных жителей, что особенно характерно было на первых этапах исследований, до организации в регионе стационарных геологических центров.

Проведению рудорозыскных и геологических работ неизменно активное содействие оказывали региональные и местные власти, которые принимали деятельное участие также в организации различных геологических мероприятий (совещаний, конференций), нередко созываемых по их инициативе, как это было, например, с первой геологической конференцией Коми АССР в 1942 г. и с последующими.

Рудопоисковые и академические экспедиции создавали условия для основания в регионе стационарных научных центров и производственных геологических структур, которые внесли наибольший вклад в познание геологии и недр европейского Северо-Востока. В дореволюционный период такими центрами являлись Архангельск, Березовск и Пустозерск, после революции — Сыктывкар, Ухта, Воркута, Печора, Усинск. Существенный вклад в изучение геологии и минерально-сырьевых ресурсов региона по-прежнему продолжают вносить исследования центральных академических и отраслевых научно-исследовательских институтов.

Практическая геология в регионе развивалась на основе глубоко научной теории, что обеспечивало высокую эффективность геолого-съемочных и поисковых работ и большую надежность прогнозов. Свидетельством этому являются сотни открытых промышленных месторождений различных полезных ископаемых, создание на их базе нефтяной, газовой, угольной, горнорудной отраслей промышленности, производящих сегодня до 75 % промышленной продукции Республики Коми.

Организационные структуры геологической науки и практической геологии развивались системно и динамично эволюционировали в соответствии с уровнем геологической изученности региона, подготовкой и квалификацией кадров, политической и экономической ситуацией: в производственной сфере — Северная научно-промысловая экспедиция в 20-х годах, геологические организации системы НКВД и МВД в предвоенные и военные годы, территориальные геологические управления, производственные геологоразведочные объединения, акционерные общества; в сфере науки на академическом уровне — Институт геологии Коми НЦ УрО РАН и его предшественники, на отраслевом — тематические экспедиции и партии, ТПО ВНИГРИ — ТП НИЦ, СеверНИПИгаз, СеверНИПИнефть и др., на вузовском уровне — Ухтинский индустриальный институт ныне (УГТУ), Воркутинский горный институт, Сыктывкарский государственный университет.

Успешному развитию геологических исследований в Коми крае в немалой степени способствовала поистине подвижническая организационная и исследовательская деятельность таких крупных геологов, как А. А. Чернов, В. А. Варсанофьева, Н. Н. Тихонович, К. Г. Войновский-Кригер, А. Я. Кремс, В. М. Сенюков, Б. А. Афанасьев, И. Н. Стрижов и другие, при поддержке и личном участии корифеев геологической науки страны — академиков А. П. Карпинского, А. Е. Ферсмана, А. Д. Архангельского, И. М. Губкина, В. В. Меннера. Высокая эффективность геологических исследований поисков, разведки и освоения месторождений минерального сырья обуславливалась тесной координацией работ научных и производственных геологических организаций, выработкой единой стратегии и тактики их проведения, в чем первейшую роль играли регулярно организуемые с 1942 г. геологические конференции Республики Коми. Со временем они выросли в статус геологических съездов, объединивших всех геологов страны, изучающих ресурсы Европейского Севера. Очередной XVI геологический съезд планируется провести в апреле 2014 г. Он призван дать новый стимул для поисков и разведки стратегически важных для страны видов минерального сырья.

Литература

1. *Калинин Е. П., Анисимова Г. А.* Этапы зарождения и становления академической науки в Коми крае // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2006. № 8. С. 51—52.

2. *Лепехин И. И.* Дневные записки путешествия Ивана Лепехина по разным провинциям Русского государства в 1771 г. СПб.: Академия наук, 1780. 367 с.

3. Угольная сокровищница Севера: Сборник документов и материалов. Сыктывкар, 1982.

4. *Чернов А. А.* Минерально-сырьевая база Северо-Востока европейской части СССР (анализы и перспективы). М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 122 с.

5. *Юшкин Н. П.* Основные черты истории геологических исследований и открытий на Европейском Северо-Востоке // Тр. семинара «История геологических исследований и поисков минерального сырья на Европейском Северо-Востоке». Сыктывкар, 1991. С. 4—9.

Содержание

Геология нефти и газа

Формирование углеводородных систем в южной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. *Л. А. Анищенко, И. С. Котик, Д. О. Машин* 7

Генетический углеводородный потенциал пород доманикового горизонта и формирование залежей в толщах верхнего девона Тимано-Печорского бассейна. *Л. А. Анищенко, О. С. Процько, И. М. Мочалова, О. Ф. Разманова* 9

Нефтегазоперспективность триасовых и юрских отложений континентального шельфа Баренцева моря. *Т. В. Антоновская* 12

Проблемы изучения и перспективы нефтегазоносности Лемвинского барьерного рифа. *Б. П. Богданов, П. И. Приймак, Л. П. Недилюк, С. Э. Терентьев* 16

Литолого-петрофизическая характеристика разнофациальных отложений верхнего карбона – нижней перми Возейского месторождения. *М. Г. Бояршинова, А. З. Трубникова, Е. Е. Винокурова* 23

О перспективах поисков залежей нефти в серпуховских природных резервуарах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. *Д. И. Валиева, М. Н. Попова* 25

Совершенствование аналитических методов исследования пластовых систем. *А. Н. Волков, А. А. Латышев, В. В. Васильев* 26

Литолого-петрографическая характеристика нефтепродуктивного пласта БВ81а Курраганского месторождения. *Р. Ф. Вафин, Е. Т. Куклина* 28

Оценка перспектив поиска залежей нефти и газа на территории Вычегодского прогиба. *М. Г. Вахнин* 29

Тонкослоистые коллекторы нефти и газа. Основные проблемы и пути решения. *Н. П. Вишератина, Т. Н. Куницына* 31

Проблемы освоения глубокозалегающих залежей углеводородов. *А. Н. Волков, Л. В. Огданец* 34

Перспективы нефтегазоносности вендских отложений Нижнечутинского месторождения. *С. А. Горобец, А. Я. Голдобин, Т. А. Овчарова* 36

Опыт изучения сложно построенных структурно-формационных зон Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна. *В. Н. Данилов* 38

Углеводородный потенциал Хорейверской впадины, дальнейшие направления развития и реализация неиспользованных резервов. *М. С. Желудова* 41

Перспективы и риск поисков залежей нефти в верхнедевонских рифовых объектах Тимано-Печорской провинции. *И. В. Колоколова* 43

Особенности геологического строения и новые направления поисков залежей нефти в Цильегорской депрессии. *И. В. Колоколова, В. Б. Ростовщиков* 43

Структурный анализ материалов космических съемок с целью выявления ловушек углеводородов (юг Ухта-Ижемского вала). *И. С. Котик* 46

Особенности строения среднедевонско-франского природного резервуара Югыд-Соплесской площади. *Ю. В. Кочкина* 48

Оценка нефтегазоносности территорий при региональных геохимических работах. *Л. А. Криночкин, А. А. Головин, В. И. Демидов, И. С. Баранов, А. А. Гелетко* 50

Минерально-сырьевая база УВС Тимано-Печоры, резервы и стратегия ее развития в среднесрочной перспективе. *А. В. Куранов, М. С. Желудова, А. А. Кутлинский, Н. А. Зегер, С. Ю. Матвеева* 52

Об источниках нефтяных флюидов в Урало-Тиманском регионе. *И. И. Лебедев* 54

Направления геологоразведочных работ по воспроизводству запасов УВ-сырья в поддомаником отложениях Печоро-Колвинского авлакогена и прилегающих районов. *С. А. Лукова* 56

Результаты поисковых работ ОАО «РН-Няганьнефтегаз» в Тимано-Печорском регионе. *М. Е. Мартынов, В. К. Утопленников, Н. И. Никонов* *58*

Результаты геологоразведочных работ и перспективы нефтегазоносности центральной части Денисовского прогиба Печоро-Колвинского авлакогена Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. *С. Ю. Матвеева* 61

Доманикоидные толщи девона Днепровско-Донецкой впадины. *С. А. Мачулина* 63

Особенности фракционирования углеводородов в продуктивных и частично разрушенных нефтяных залежах турнейского яруса. *В. П. Морозов, Э. А. Королев, А. Н. Кольчугин, А. А. Ескин* 65

Новые данные о геологическом строении и перспективах нефтеносности нижнепермских органогенных построек Хорейверской впадины. *Н. И. Никонов, И. Ю. Зарипова, И. Ю. Беда* 67

Анализ структуры и динамики запасов УВС и анализ ресурсной базы Республики Коми. *Н. А. Носова, С. М. Смирнова, Т. А. Смирнова, Н. В. Фролова, С. Ю. Матвеева* 70

Неантиклинальные ловушки в среднедевонско-нижнефранских отложениях Тимано-Печорской провинции. *Н. С. Основа, А. Н. Коханова* 72

Перспективы нефтегазоносности Вуктыльского месторождения в связи с новой моделью залежей. *Е. И. Панкратова, Б. П. Богданов* 74

Тектонический контроль нефтегазоносности низкопроницаемых пород. *В. И. Попков* 76

Геологические предпосылки выявления скоплений УВ в фундаменте. *В. И. Попков* 79

Характер распространения коллекторов в девонских песчаниках южной части Кыртаельско-Печорогородского нефтегазоносного района. *Е. В. Попова, А. В. Мартынов* 81

Новые данные о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности рифогенных отложений верхнего девона Денисовского прогиба. *В. Д. Порошин, А. Д. Саетгараев, А. П. Носов, А. А. Савельева, Н. И. Борщевская* 83

Фонд подготовленных к бурению объектов и достоверность их ресурсных оценок в СЗФО. *О. М. Прищепа, А. А. Отмас, А. В. Куранов* 86

Углеводородный потенциал пермских терригенных отложений севера Предуральского краевого прогиба. *О. С. Процько, О. В. Валяева* 88

Вклад угленосных нижнекаменноугольных отложений в нефтегазогенерационный потенциал Тимано-Печорской провинции. *Н. Н. Рябинкина, О. В. Валяева, С. В. Рябинкин* 90

Моделирование катагенеза и прогноз нефтегазоносности северной части Предуральского прогиба. *С. В. Сенин* 93

Выделение покрышек, контролирующих залежи нефти в высокоемких и высокодебитных коллекторах, по материалам каротажа в Тимано-Печорской провинции. *Н. С. Сергеев, Е. А. Царева* 96

Новые представления о строении и нефтегазоносности. Северного Предуралья. *К. О. Соборнов* 96

Катагенез органического вещества визейских терригенных отложений Верхнепечорской впадины по данным палинологического анализа. *Т. В. Стукова* 99

Комплекс современных методов изучения доманикоидных толщ и оценка их углеводородных ресурсов. *А. А. Суханов, С. С. Челышев, И. Р. Макарова* 101

Методические подходы установления причин нарушения катагенетической зональности в доманикитах с целью повышения эффективности ГРР (на примере Калининградской НГО и ТП НГП). *А. А. Суханов, И. Р. Макарова, С. С. Челышев* 104

Приоритетные направления развития нефтегазового комплекса Республики Коми.
Н. Н. Тимонина, Н. И. Тимушев, Т. М. Фаддеева 107

Сравнительная оценка вероятности прогноза месторождений углеводородов
и стоимости работ по данным сейсморазведки и дистанционных методов
на примере Косью-Роговской впадины.
Д. М. Трофимов, М. К. Шуваева, И. С. Котик 109

Эффективность поисково-разведочных работ на нефть и газ в Республике Коми
за 2011–2013 годы. *А. Б. Хабаров, И. Л. Мартынова, М. М. Носова, Ю. В. Малюга* 112

Новые залежи в старых скважинах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.
А. М. Хитров 114

Веякская свита нижнего силура юга Хорейверской впадины. Фации и коллекторы.
Л. Л. Шамсутдинова, М. В. Мезрина 116

Тектоногеодинамические стресс-факторы позднего мезозоя и кайнозоя
в эволюции Баренцевоморской континентальной окраины и их влияние
на становление ее углеводородного потенциала. *Э. В. Шипилов* 119

Залежи нефти в нижнедевонских отложениях Тимано-Печорской провинции.
З. П. Юрьева 121

Особенности генезиса нижнепалеозойских карбонатных коллекторов надвиговых зон севера
Печорского НГБ. *Т. В. Майдль, И. И. Даньщикова* 124

Неантиклинальные ловушки в палеозойских отложениях Малоземельско-Колгуевской
моноклинали. *В. С. Чупров* 126

Органическая геохимия

Основные черты органической геохимии осадочного разреза Вычегодского прогиба
(в связи с оценкой его нефтегазопроизводящих свойств).
Т. К. Баженова, А. И. Шапиро 131

Органическое вещество доманиковой формации D3 Тимано-Печорского бассейна
и его трансформация в верхней половине катагенетической шкалы (в связи с проблемой
«сланцевой нефти»). *Т. К. Баженова, А. И. Шапиро, В. Ф. Васильева, Л. И. Климова* 133

Изучение катагенеза органического вещества осадочных пород
по экспериментальным данным. *Н. С. Бурдельная, Д. А. Бушнев* 135

Изотопы углерода индивидуальных алканов нефтей позднедевонского комплекса
Печорского бассейна. *Д. А. Бушнев, Н. С. Бурдельная* 137

Исследование синергетического эффекта при совместном пиролизе лигнита
и полиэтилена высокой плотности (ПЭВП). *Г. Гайица, Н. Джокович, Д. Митрович,
И. Койич, Д. Животич, К. Стоянович* 138

Первичная диагностика фазового состава залежей УВ на больших глубинах
(на примере южной части Денисовского прогиба).
С. В. Сенин, А. А. Савельева 140

Некоторые вопросы использования корреляционного анализа в геохимии нефти.
М. Б. Смирнов, Н. А. Ванюкова 142

Использование регрессии деминга при установлении зависимостей между параметрами
в геохимии нефти. *М. Б. Смирнов, Н. А. Ванюкова, Е. Н. Полудеткина* 145

Геохимическая характеристика нафтидов из каменноугольных отложений
Варандей-Адзьвинской структурной зоны, Печорский шельф.
Е. Б. Суворова, В. И. Петрова 147

Возраст формирования рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного
месторождения (Средний Урал) на основе анализа фауны фораминифер.
А. Л. Анфимов, Б. И. Чувашов, Е. И. Сорока, Н. В. Лещёв 151

Поиск и разведка рудных и нерудных полезных ископаемых, гидрогеология

Этапы формирования рыхлого покрова северо-восточной части Балтийского щита и их минерагения. *В. Я. Евзеров* 153

Литолого-фациальные особенности образования продуктивных толщ стекольных песков в суходольных впадинах Прибайкалья. *В. Л. Коломиец* 155

Перспективы территории Республики Коми на обнаружение месторождений полезных ископаемых в свете региональных геохимических данных. *Л. А. Криночкин, А. А. Головин, А. Б. Шкарин, Н. Г. Гуляева, И. С. Баранов, А. А. Гелетко* 157

Минеральный состав руд и условия формирования Верхнениюского золото-сульфидного месторождения (Полярный Урал). *С. К. Кузнецов, Н. В. Сокерина, Т. П. Майорова, В. Н. Филиппов* 159

Предпосылки коренной золотоносности кряжа Енганепэ (Полярный Урал). *К. С. Устюгова, Л. И. Ефанова, Т. П. Майорова* 161

Природа алмазоносности Тимана и Урала. *Б. А. Мальков* 164

Реальные перспективы коренной и россыпной алмазоносности Среднего Тимана. *Б. А. Мальков* 167

Золотоносность базальных горизонтов уралид в межуречье Малой Кары и Малой Усы (Полярный Урал). *Н. Ю. Никулова* 170

Золоторудное месторождение Чудное на Приполярном Урале. *С. А. Онищенко, Л. В. Онищенко, Л. И. Ефанова, Т. А. Артеева* 172

Редкоземельные элементы в риолитах золоторудного месторождения Чудное (Приполярный Урал). *С. А. Онищенко* 176

Принципы составления и состояние на 01.01.2014 г. дежурной прогнозно-минерагенической карты Республики Коми (основные твердые полезные ископаемые). *М. Я. Попов* 178

Золото-платинометалльное рудопроявление «Озерное» на Полярном Урале: геологическое строение, рудная минерализация, генезис. *И. Л. Потапов, А. М. Пыстин, В. И. Генералов, Ю. И. Пыстина* 183

Сложности решения уравнений материального баланса в процессе катагенеза угля. *С. В. Рябинкин* 185

Pb-Zn-оруденение миссисипского типа Южного Тимана и пути его формирования. *Н. С. Сиваш, Н. В. Берг* 187

Проявление раннекаменноугольного потенциально алмазоносного магматизма на гряде Чернышева. *М. Ю. Сокерин, В. А. Жарков, А. А. Пархачев* 189

Геологические и металлогенические следствия метаморфогенно-гидротермального процесса в Канино-Тиманском регионе. *В. И. Степаненко* 191

О перспективах открытия месторождений «типа несогласия» на северо-западе Мурманской области. *Е. Н. Терехов, А. С. Балуев* 193

Медная минерализация в верхнерифейских туфах хребта Сабля (Приполярный Урал). *В. Д. Тихомирова, Р. А. Кинев, В. Н. Филиппов* 195

Геохимические поиски «слепого» промышленного золото-сульфидно-кварцевого оруденения в Тоупугол-Ханмейшорском рудном узле на Полярном Урале. *А. П. Трофимов, И. Н. Ваганов, Б. В. Фунтиков, К. В. Бутаков* 197

Геолого-минералогические особенности гигантского многометалльного (Ag, Pb, U, Cu, Bi, Zn, F) месторождения Большой Канимансур (Северный Таджикистан). *М. М. Фозилов, А. Р. Файзиев* 199

Месторождения стратегических видов полезных ископаемых Тимано-Североуральского региона. *С. К. Кузнецов, И. Н. Бурцев, Н. Н. Тимонина, Т. П. Майорова* 202

Нетрадиционные источники редкоземельных металлов Республики Коми.
А. А. Кременецкий, С. А. Карась, Д. С. Ключарев, В. И. Сиротин 204

Геологическое строение Чим-Лоптюгского месторождения горючих сланцев.
И. Н. Бурцев, В. А. Салдин, Д. О. Машин, Д. Н. Шеболкин, Н. С. Инкина, И. В. Попов 206

Освоение минерально-сырьевых ресурсов региона, недропользование

Геолого-экономическая изученность кианитовой провинции Б. Кейв, Кольский п-ов.
Ю. Л. Войтеховский, Ю. Н. Нерадовский 213

Оценка экспортного потенциала углеводородного сырья севера Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. *М. Н. Григорьев, Ж. В. Светлова, Е. Д. Соколова* 214

Рациональное использование минерально-сырьевой базы Центрально-Черноземного региона в условиях антропогенного воздействия. *Д. А. Дмитриев, А. Д. Савко,* 216

Геолого-экономическая оценка минерально-сырьевой базы Центрально-Черноземного региона. *Д. А. Дмитриев, А. Д. Савко* 218

Необходимость рационального освоения минерального сырья и техногенных образований в производстве эффективных материалов и изделий для инновационных проектов РК.
В. Н. Землянский, В. А. Билан, В. Н. Филиппов, А. А. Яшинькина 220

Вторичные ресурсы цветных металлов. *П. В. Ивашов* 222

Газогидраты — топливо будущего? *Е. П. Калинин* 226

Редкоземельные элементы в российской экономике. *С. В. Лопатко, А. Б. Макеев* 228

Геоэкологические аспекты разработки медно-колчеданных объектов Южного Урала.
С. К. Мустафин 231

Рудный потенциал Европейского Северо-Востока России: перспективы освоения и развития.
В. С. Пикалова, Н. И. Орлова, Л. З. Быховский 234

Социально-экономические аспекты использования особо охраняемых природных территорий Республики Коми. *Т. В. Тихонова* 237

Государственное управление недропользованием в северном субъекте федерации: функции и задачи (на примере Мурманской области). *Г. Н. Харитонова* 239

Современное состояние и перспективы развития ресурсной базы твердых полезных ископаемых Ненецкого АО с позиции моделирования минерально-сырьевых центров.
И. С. Чумаков, Ж. В. Светлова 241

О методологической взаимосвязи геологического исследования месторождений и геотехнологических проблем их освоения. *В. Л. Яковлев, С. В. Корнилков* 243

Социально-экономические особенности освоения минерально-сырьевых ресурсов Республики Коми. *Д. С. Кузнецов* 246

Транспортные аспекты освоения минеральных ресурсов Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона. *И. Г. Бурцева, А. В. Душин* 250

Геоэкология

Характеристика источников водоснабжения южных районов Республики Коми.
Ю. А. Кокшарова, Г. В. Левошкин 255

Утилизация радиоактивных отходов. *В. А. Копейкин* 257

Анализ условий эксплуатации водозаборов Краснозатонского месторождения подземных вод. *В. Ф. Лапицкая, В. И. Жильцова* 260

Перспективы использования подземных вод для водоснабжения г. Сыктывкара.
В. Ф. Лапицкая, В. И. Жильцова 263

Новые данные по содержанию тяжелых естественных радионуклидов в природных водах Тимана. *Т. П. Митюшева* 265

Изотопный ($\delta^{18}O$ и δD) состав поверхностных и подземных вод Тимано-Североуральского региона. *Т. П. Митюшева* 268

Геологические риски на территории Санкт-Петербурга, связанные с подземными водами. *Г. Б. Савенкова, Н. Б. Филиппов* 271

Метод георадиолокации для выявления гидрогеологических особенности урочища Пымвашор (гряда Чернышева). *Ю. Г. Шварцман, С. А. Игловский, Д. П. Горшков* 272

Мониторинг содержания тяжелых радионуклидов в питьевых водах Республики Коми в комплексном изучении строения Тимано-Североуральского региона. *И. И. Шуктомова, Т. А. Пономарева* 275

Возможности применения цеолитсодержащих пород Республики Коми при решении экологических проблем. *Д. А. Шушков, О. Б. Котова* 276

Изотопный состав кислорода цирконов гранитоидов Маньхамбовского и Ильяизского массивов (Северный Урал). *О. В. Удоратина, А. А. Соболева, В. Ф. Посохов* 278

Технология минерального сырья, получение новых материалов, геоинформатика

Современные технологии освоения минерального сырья в свете задач технологической минералогии. *О. Б. Котова* 283

Требования к минералогическим исследованиям при оценке качества труднообогатимых полезных ископаемых. *Е. Г. Ожогина, А. А. Рогожин* 285

Минералого-технологическая оценка магнетитовых руд различных генетических типов с позиций онтогении. *Б. И. Пирогов* 287

Титанооксидное сырье — минеральный ресурс новых перспективных материалов. *Ю. И. Рябков, В. И. Власенко, С. А. Рубцова, О. Б. Котова* 289

Кристаллохимические превращения оксидов и оксигидроксидов железа как предпосылка к принципиальному усовершенствованию технологии обогащения железных руд. *В. П. Лютоев, В. И. Силаев, А. Б. Брик, Н. А. Дудченко* 291

Разработка технологии получения эффективных сорбентов нефти и нефтепродуктов. *Л. С. Кочева, А. В. Кочанова, А. П. Карманов* 294

Физико-химические основы получения высоконаполненного полимерного композиционного материала с использованием минерального сырья Республики Коми. *П. А. Ситников, И. Н. Васенева, А. Г. Белых* 295

Физико-химические свойства анальцимсодержащих пород. *Д. А. Шушков* 297

Доломиты верхнерифейской провинции Тимана. *Л. Ю. Назарова, Н. А. Секушин, Ю. И. Рябков, Б. А. Голдин* 298

Радиопоглощающие свойства керамических материалов, синтезированных на основе шунгита. *Н. А. Секушин, В. Э. Грасс, Л. Ю. Назарова, А. В. Надуткин* 300

Проблемы переработки бокситового сырья. *В. А. Вахрушев, И. Ф. Любинский, О. Б. Котова* 303

Направленное изменение свойств поверхности минералов титановых руд (на примере Пижемского месторождения). *А. В. Понарядов* 305

Методы нелинейной динамики и химической синергетики в приложении к исследованию производственных процессов. *Л. С. Кочева, А. П. Карманов* 306

Физическая модель взаимодействия лазерного излучения с дисперсными минеральными средами при использовании непрерывного силового источника лазерного излучения. *Н. А. Леоненко* 308

Переработка цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья.
А. Н. Хатькова, К. К. Размахнин, В. Н. Емельянов 310

Применение космических снимков и геоинформационной системы для изучения новейших тектонических движений Тимано-Печорской провинции. *М. Г. Вахнин* 312

Компьютерные технологии в интерпретации геофизических данных.
О. М. Вельтистова, Е. Н. Мотрюк, А. И. Кобрунов 314

Геологическая интерпретация данных дистанционного зондирования в практике нефтегазопоисковых работ. *И. С. Котик* 316

Проблемы статистической обработки и интерпретации системы замкнутых (процентных) величин. *Ю. А. Ткачев* 317

Практика применения инфотехнологических сервисов в геологоразведочной деятельности.
Т. В. Хозяинова, М. П. Заварина, Д. Л.Овчаров 320

Апробация информационной системы «Миоспора» на примере палиностратиграфического изучения девонских отложений Ярегского нефтетитанового месторождения (Южный Тиман). *М. А. Шевелев* 322

Новые приборные комплексы для массовых определений содержаний благородных металлов в геохимических пробах горных пород, руд, почв. *И. Н. Ваганов* 325

Технология высокопористых сорбентов на основе минерального сырья. *И. Н. Ваганов* 327

Аналитическая аппаратура для геологического обслуживания горных работ на рудниках ПО «Жезказганцветмет». *О. С. Ефименко, С. А.Ефименко, Е. Н. Диханов* 330

Концепция развития петрофизических исследований Ухтинского государственного технического университета. *В. Н. Печерин, Н. П. Демченко, О. А. Морозюк, Р. В. Уршуляк* 333

Оценка вероятности геологического и коммерческого успехов в условиях достаточной изученности природных объектов нефтегазоносных земель.
С. Л. Садов, Б. И. Тарбаев 335

Новые интегрально-сцинтилляционные методики для массовых определений содержания благородных металлов в геологических пробах горных пород, руд, почв.
И. Н. Ваганов, Б. В. Фунтиков 337

История геологических исследований, геологическое наследие, геологическое образование

Сыктывкар — центр геологической науки Европейского Севера в годы Великой Отечественной войны. *Г. А. Анисимова* 341

Неизвестное письмо А. Г. Бетехтина из личного архива Д. П. Григорьева.
Ю. Л. Войтеховский 343

Геоархеологические исследования на р. Ижме. *А. В. Волокитин, Л. Н. Андреичева* 346

История развития геологического образования в Ухте, роль в формировании минерально-сырьевой базы Республики Коми. *Н. П. Демченко* 349

История формирования и анализ монографического палеонтологического фонда геологического музея. *Л. Р. Жданова* 351

Реализация программ производственной практики в образовательном процессе.
Т. А. Овчарова, В. В. Заборовская 353

Комплексное исследование ГПП «Ижемский». *Е. А. Зяблицева* 355

«Комплексное исследование ГПП «Сосновский». *Е. А. Зяблицева* 357

Сообщение о путешествии английских купцов в 1611—1612 гг. на р. Печору как источник геологической и краеведческой информации.
А. А. Иевлев, А. Н. Лобовиков 360

Ухтинская экспедиция ОГПУ 1929 г.: история организации и результаты деятельности.
А. А. Иевлев 362

Изучение истории исследования и освоения недр Европейского Северо-Востока России в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН. *А. А. Иевлев* 364

Прошлое, настоящее и будущее Печорского угольного бассейна (к 90-летию открытия). *Е. П. Калинин* 366

История исследований метаморфических комплексов на восточном склоне Приполярного Урала. *Е. В. Кушманова* 369

Информационные системы в истории геологических наук: первый российский опыт. *И. Г. Малахова* 371

Исследования флюорита Уральско-Новоземельской провинции в 1970-80 годы (проблема оптического сырья и ее решение). *Г. А. Маркова* 373

Краткая история изучения флюоритовых месторождений Европейского Северо-Востока. *Г. А. Маркова, Л. С Кочева* 375

Экспедиция на р. Цильма 1491 г. *Н. М. Николаева* 376

Главный геолог Тимана. *А. М. Плякин* 379

О руководителях научного геологического музея им. А. А. Чернова. *А. М. Плякин* 381

История развития геологической науки в Печорском бассейне. *С. К. Пухонто* 384

Организация образовательного процесса на кафедре геологии нефти и газа УГТУ. *В. Б. Ростовщиков, Т. А. Овчарова, В. В. Заборовская* 387

Памяти А. И. Елисеева (к 85-летию со дня рождения). *В. А. Салдин, Я. Э Юдович, А. И. Антошкина* 389

История исследований. Борис Васильевич Бессонов. *В. И. Силин, М. В. Седякина* 392

К истории геологических исследований бассейна реки Юг. *А. И. Труфанов* 395

Село Ыб как комплексный (культурный, геологический, исторический) памятник республиканского значения. *С. А. Тюрнина* 397

Выдающийся палеонтолог-кораллист (к 125-летию со дня рождения Е. Д. Сошкиной). *В. С. Цыганко* 399

Геологическое наследие Национального парка «Югыд ва»: проблемы изучения и охраны. *Е. И. Шубницина, Т. Б. Жаркова* 402

Природное геологическое наследие: сохранение и использование. *П. П. Юхтанов* 404

История геологических исследований и освоения природных ресурсов Европейского северо-востока России. *Н. П. Юшкин, Е. П. Калинин, Г. А. Анисимова* 408

Научное издание

Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России

Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми

ТОМ III

Компьютерная верстка
Р. А. Шуктомов, Г. Н. Каблис, А. Ю. Перетягин

Корректура
Н. А. Боринцева, О. В. Габова

Оформление обложки
Р. А. Шуктомов, А. Ю. Перетягин

Подписано в печать 04.04.14. Печать РИЗО.

Тираж 500 Усл. печ. л. 53.0 Заказ 931

Геопринт

Издательско-информационный отдел
Института геологии Коми НЦ УрО РАН
167982, Сыктывкар, Первомайская, 54
E-mail: geoprint@geo.komisc.ru