

№3 (95) июнь 2022

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

БЕК

ОСВОЕНИЕ ТРИЗ – ВЫЗОВ
СОВРЕМЕННОСТИ
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЮНИОРНОГО БИЗНЕСА В РОССИИ



Для получения доступа ко всем
выпускам журнала сканируйте QR-код
или перейдите по ссылке ниже
nedra21.ru



ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

XXI ВЕК

Научно-технический журнал

Nedropolzovanie XXI vek

Межотраслевой
научно-технический журнал

№ 3 июнь 2022

Издается с ноября 2006

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

Ассоциация организаций в области недропользования
«Национальная ассоциация по экспертизе недр»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Д.Б. Бурдин, главный геолог ФБУ «ГКЗ», заместитель председателя
ЦКР-ТПИ Роснедра, канд. экон. наук

ПАРТНЕР ЖУРНАЛА

Ассоциация по координации деятельности недропользователей
«Научно-технический центр инновационного недропользования», www.tcin.ru

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА

А.А. Гермаханов, директор Департамента государственной политики и
регулирующего в области геологии и недропользования Минприроды России.

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Н.Н. Андреева, зав. кафедрой РГУ нефти и газа, вице-президент Союза
нефтепромышленников РФ, д-р техн. наук, профессор

С.Ю. Глазьев, академик РАН

И.С. Гутман, генеральный директор ИПНЭ, канд. геол.-мин. наук, профессор,
академик РАЕН

А.Н. Дмитриевский, академик РАН, д-р геол.-минерал. наук

И.С. Закиров, председатель совета директоров ООО «ПЕТЕК»

Е.И. Петров, руководитель Федерального агентства по недропользованию

О.С. Каспаров, заместитель руководителя Федерального агентства по
недропользованию

А.В. Третьяков, директор АООН «НАЭН»

С.Г. Кашуба, председатель НП «Союз золотопромышленников»

А.Э. Конторович, академик РАН, д-р геол.-минерал. наук

М.Ф. Корнилов, генеральный директор ООО «Новая сырьевая компания»

Дэвид МакДональд, вице-президент по запасам British Petroleum, Председатель

экспертной группы по ресурсным классификациям (EGRC) при ЕЭК ООН

Ю.Н. Малышев, почетный президент НП «Горнопромышленники России»,

президент Академии горных наук, академик РАН

П.Н. Мельников, генеральный директор ФГБУ «ВНИГНИ», канд. геол.-минерал. наук

С.М. Мирнов, депутат ГД, руководитель фракции партии «Справедливая Россия» в ГД

Р.Х. Муслимов, консультант президента республики Татарстан по вопросам

разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений, д-р геол.-минерал. наук,

профессор КФУ, академик АН РТ

Д.Л. Никишин, заместитель директора по правовым вопросам ФГУ

«Росгеолэкспертиза», канд. юрид. наук, заместитель главного редактора

А.В. Пак, заместитель генерального директора ООО «Интернедра Менеджмент»

(управляющая компания ЗАО «ОГК Групп») и дочерних обществ)

К.Н. Трубецкой, главный научный сотрудник УРАН ИПКОН РАН, академик РАН

П.П. Повжик, заместитель генерального директора ПО «Беларуснефть», канд. техн. наук

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А.А. Герт, директор ООО «Сибирский НТЦ нефти и газа», д-р экон. наук, профессор

А.И. Черных, генеральный директор ЦНИГРИ, канд. геол.-минерал. наук

В.М. Аленичев, главный научный сотрудник Института горного дела УрО РАН,

профессор, д-р техн. наук

Т.В. Башлыкова, директор НВП Центр – ЭСТАgeo

А.А. Романченко, действительный член, заместитель руководителя, научно-

технический консультант Академии Горных Наук, генеральный директор ООО

«EMC-майнинг», канд. техн. наук

Н.А. Еремин, д-р техн. наук, заместитель директора по инновационной работе ИПНГ РАН

В.И. Воропаев, главный геолог ФБУ «ГКЗ»

Н.Д. Вержанская, первый заместитель генерального директора ООО «Сентябрь»

Р.Г. Джамалов, зав. лабораторией Института водных проблем РАН, д-р геол.-мин.

наук, академик РАЕН

В.М. Зуев, заместитель начальника аналитического управления ПАО АК «Алроса»

А.Б. Лазарев, начальник управления запасов ТПИ – главный геолог ФБУ «ГКЗ»

Т.П. Линде, ученый секретарь ФБУ «ГКЗ», канд. экон. наук

Е.С. Ловчева, начальник отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ»

Н.С. Пономарев, руководитель Тимано-Печерской нефтегазовой секции ЦК Роснедра по

УВС, заместитель руководителя Центральной нефтегазовой секции ЦКР Роснедра по УВС

И.Ю. Рассказов, директор ИГД ДВО РАН, д-р техн. наук

М.И. Саакян, старший Вице-президент Заместитель Директора Филиала

«ДеГольер энд МакНотон», канд. геол.-минерал. наук

Н.А. Сергеева, начальник управления по недропользованию ПА Сургутнефтегаз,

канд. экон. наук

Н.И. Толстых, вице-президент НОУ «Школа Право ТЭК»

С.В. Шаплеин, ведущий научный сотрудник Федерального исследовательского

центра угля и углехимии СО РАН, д-р техн. наук

А.Н. Шандрыгин, главный научный сотрудник ООО «ГазпромВНИИГАЗ»,

д-р техн. наук

ПРЕДСТАВИТЕЛИ:

От Федеральных округов РФ

Центральный федеральный округ

С.С. Серый, ФГУП ВИОГЕМ, заместитель директора по науке,
канд. техн. наук, lggt@mail.ru

Северо-Западный федеральный округ

С.В. Лукичев, начальник отдела Горного института КНЦ РАН, д-р техн. наук,
lu24@goi.kolasc.net.ru

Приволжский федеральный округ

А.К. Вишняков, заведующий лабораторией ЦНИИГеолнеруд, канд. геол.-мин. наук,
root@geolnerud.net, Technology-geolnerud@yandex.ru

Южный федеральный округ

И.И. Сендецкий, генеральный директор ООО Южный центр Экспертизы недр,
канд. геол.-мин. наук, yug-ekspertiza@mail.ru

Уральский федеральный округ

А.В. Гальянов, профессор кафедры маркшейдерии Уральского
государственного горного университета, д-р техн. наук, sgimd@mail.ru

Сибирский федеральный округ

С.В. Костюченко, заместитель директора ООО СИАМ-Инжиниринг, д-р техн. наук,
KostuchenkoSV@siamoil.ru

В зарубежных государствах

Австралийский Союз

М.В. Середкин, ведущий геолог CSA Global, Maxim.Seredkin@csaglobal.com

Азербайджанская республика

И.С. Гулиев, вице-президент Национальной Академии наук
Азербайджана, академик НАНА, iguliyev@gia.az, ant@azdata.az

Кыргызская республика

И.К. Чунуев, профессор Кыргызского государственного университета
геологии, горного дела и освоения природных ресурсов, канд. техн. наук,
ichunuev@gmail.com

А.В. Рогольский, исполнительный директор Кыргызского общества экспертов недр

О.В. Ким, управляющий директор Kazakhstan mineral company, канд. геол.-мин.
наук, okim@wkmc.kz

Республика Армения

Ю.А. Агабян, профессор Государственного инженерного университета
Армении, д-р техн. наук, agahabalyan@mail.ru

Республика Беларусь

Я.Г. Грибик, заведующий лабораторией геотектоники и геофизики Института
недропользования НАН Беларуси, канд. геол.-мин. наук, yaroslavgribik@tut.by

Республика Казахстан

В.В. Данилов, технический директор Kazakhstan mineral company, vdanilov@wkmc.kz

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

Руководитель – Денис Бурдин, burdin@naen.ru, d.b.buridin@yandex.ru

Выпускающий редактор – Наталья Решмакова, reshmakova@naen.ru

Редактор-корректор – Марина Сорокина, m.sorokina@naen.ru

Ведущий аналитик – Сергей Матвейчук, matvichuk@naen.ru

Ведущий редактор – Елена Поваренкова, e.povarenkova@naen.ru

Верстка – Мария Даценко, mary-ast@mail.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

115054, Москва, Б. Строченовский пер., 7, оф. 509

Тел.: +7 (495) 780-33-12

www.naen.ru

info@naen.ru, e.povarenkova@naen.ru, matvichuk@naen.ru

Подписано в печать 30.06.2022

Формат 60x90/8, объем 19 п.л.

Печать: ООО «Роликс»

Заявленный тираж 5000 экз.

Подписные индексы по каталогам:

«Роспечать» – 81974, «Книга Сервис» – 86297

«Недропользование XXI век», 2022.

Перепечатка материалов журнала «Недропользование XXI век» невозможна без
письменного разрешения редакции.

При цитировании ссылка на журнал «Недропользование XXI век» обязательна.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Журнал по решению ВАК Министерства образования и науки РФ включен в
«Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых
степеней доктора и кандидата наук».

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-28159 от 25.05.2007.

ISSN 1998-4685, ISSN 2782-4462 (эл.версия)

Здравствуйтесь, уважаемые коллеги!

В условиях современных международных тенденций в горно-геологической и нефтегазовой отраслях России стал активнейшим образом подниматься вопрос суверенного независимого аудита.

Стоит отметить, что впервые работы, надолго опередившие свое время, по созданию системы суверенного независимого горно-геологического аудита были начаты в 2004-2006 гг. Эти работы ознаменовали собой появление новой парадигмы отношений внутри системы государственного регулирования – на базе независимых профессиональных организаций – НАЭН и ОЭРН.

Дальнейшие работы по созданию отечественной системы профессиональных оценок в недропользовании привели к созданию Кодекса «НАЭН» – единственной, в т.ч. до настоящего времени, методологической системы оценки, а также раскрытия информации в целях проведения аудита и стимулирования развития инвестиционного потенциала месторождения.

Необходимо подчеркнуть, что данная система получила высокую оценку в профессиональной среде (в т.ч. на фондовых площадках мира) в первую очередь потому, что смогла гармонизировать подходы российской системы оценки и учета ресурсов и запасов с подходами, применяемыми инвесторами всего мира уже на протяжении более 100 лет! Кодекс «НАЭН» как суверенный отечественный документ не только вошел на равных правах в международную систему CRIRSCO (наряду с JORC, SAMREC, SME и др.), но и послужил толчком к развитию дружественных суверенных систем (Казахстан, Чили, Индия, Китай, Киргизия).

Выполнение НАЭН экспертиз/аудита запасов, технических проектов и планов развития горных работ с 2005 по 2010 года привело не только к повышению уровня достоверности ресурсов и запасов полезных ископаемых (как в недрах, так и извлекаемых), но и совершенствованию технических решений, повышению эффективности освоения георесурсного потенциала, снижению уровня потерь полезного ископаемого в недрах.

В дальнейшем развитие экспертных систем привело как к развитию существовавших профессиональных объединений – НАЭН, Союз горнопромышленников, ОЭРН и др., так и появлению новых профессиональных союзов (ЕОЭН).

В настоящее время профессиональное горно-геологическое сообщество, совместно с государственной системой регулирования недропользования, стоят перед задачей, не входя в систему самоизоляции и расширяя взаимодействие с международными профессиональными структурами на имеющейся базе, развить систему суверенного аудита в недропользовании.

Решение данной задачи должно произойти при качественном переосмыслении не только существующей экспертно-аудиторской экосистемы НАЭН – ОЭРН – ЕОЭН, но и существующего методико-методологического обеспечения в т.ч.: Кодекса «НАЭН», системы классификации запасов и ресурсов, как отечественной (повысив уровень её гармонизации с международными системами), так и международных (включая систему оценок шаблона CRIRSCO, ПК ООН, системы стоимостной оценки SAMVAL, VALMIN, NI 43-101 и пр.).

Аккумулируя огромный опыт работы фондовых площадок (Лондон, Торонто, Сидней), являющихся флагманами поддержки и развития горно-геологических и нефтегазовых проектов, мы сможем гармонично усовершенствовать существующую систему и в кратчайшие сроки полноценно запустить отечественную систему поддержки недропользования на базе независимой отечественной системы горно-геологической и нефтегазовой экспертизы и аудита, развить систему поддержки профессионального сообщества.



С уважением, Д.Б. Бурдин

«Кодекс НАЭН» признан Управлением по финансовому регулированию и надзору Великобритании (FCA)



В мае 2022 года, Управление по финансовому регулированию и надзору (далее FCA) опубликовало «Техническое примечание для первичного рынка» в целях помощи эмитентам и специалистам-практикам интерпретировать «Правила листинга», «Правила регулирования проспектов эмиссии», «Руководство по раскрытию информации и Правила обеспечения прозрачности» и связанного с ними законодательства Великобритании.

В данном примечании содержится ПРИЛОЖЕНИЕ I – «Допустимые международнопризнанные стандарты по запасам полезных ископаемых», в котором указан Российский Кодекс публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ (ГРР), ресурсах и запасах твердых полезных ископаемых (ТПИ), подготовленный Национальной ассоциацией по экспертизе недр (НАЭН) и Обществом российских экспертов по недропользованию (ОЭРН) (далее – «Кодекс НАЭН»).

Это означает, что Российский «Кодекс НАЭН» занял почетное место среди немногих международных стандартов, которые признаны FCA Великобритании.

Данный факт, в свою очередь, в очередной раз подтверждает высочайшую оценку работе и профессионализму специалистов «Национальной ассоциации по экспертизе недр», а также грамотной политике и взаимодействию руководства АООН НАЭН на международном уровне.

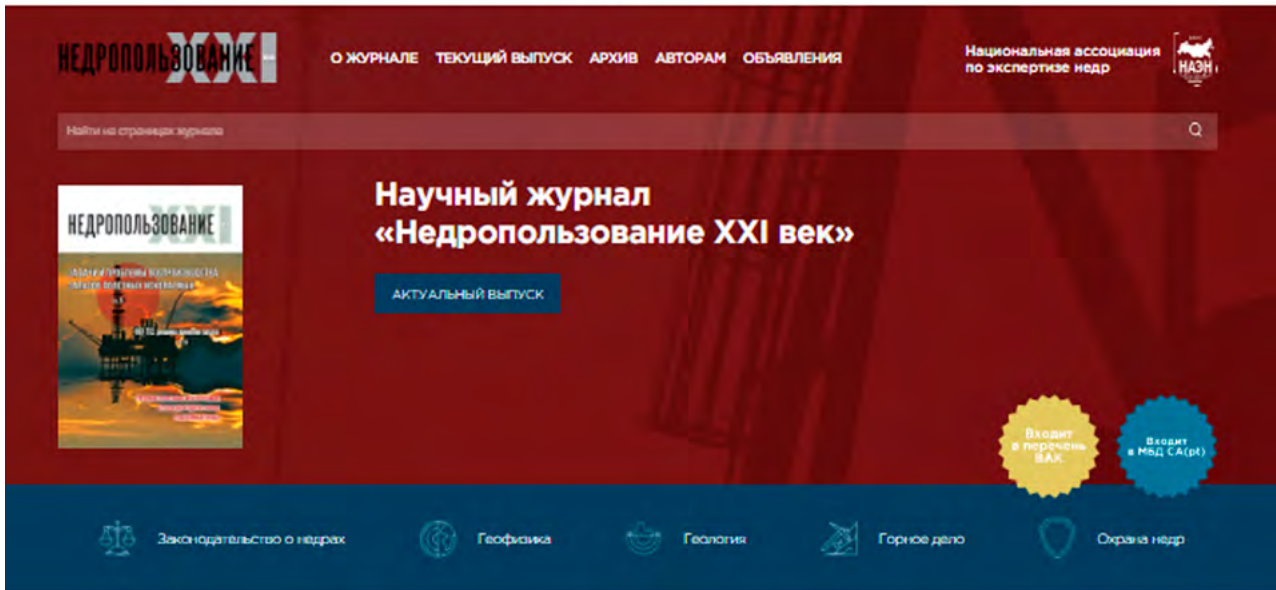


Членами CRIRSCO являются национальные комитеты по отчетности 14 стран, однако лишь половина из них была признана FCA. За время использования Кодекса НАЭН российская классификация стала не только понятной для зарубежных аудиторов и компетентных лиц, отвечающих за оценку, но и заняла значимое место среди международных эталонных стандартов.

На сегодняшний день «Кодекс НАЭН» это единственный признанный FCA стандарт на всей территории СНГ.

Директор АООН «НАЭН» Третьяков А.В.

Недропользование XXI век



О научном журнале

Научно-технический журнал для людей, углубленно интересующихся актуальными вопросами рационального недропользования.

Освещает актуальные проблемы законодательства, регулирующего отношения в сфере недропользования, отечественные и мировые стандарты оценки запасов и ресурсов полезных ископаемых, инновационные технические решения и новые технологии разведки и разработки месторождений; проблемы импортозамещения; дает анализ фактического состояния и перспективы развития минерально-сырьевой базы России; демонстрирует тенденции на внутреннем и мировом рынках сырья.

[ПОДРОБНЕЕ](#)

ОБРАЩЕНИЕ главного редактора Д. Б. Бурдин

Дорого пожаловать на сайт электронного издания научного журнала «Недропользование XXI век», учрежденного которого является Ассоциация организаций в области недропользования «Национальная ассоциация по экспертизе недр».

[ЧИТАТЬ ДАЛЕЕ](#)



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ОБНОВЛЕН САЙТ ЖУРНАЛА «НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ XXI»

ТЕПЕРЬ ВСЕ ВЫПУСКИ ЖУРНАЛА

МОЖНО НАЙТИ ПО АДРЕСУ:

NEDRA21.RU



ТЕМА НОМЕРА

Освоение ТРИЗ – вызов современности

Перспективы развития юниорного бизнеса в России

№3

ИЮНЬ
2022

ТЕМА НОМЕРА

- 6 *С.М. Сальманов*
Юниорный бизнес, как один из способов воспроизводства и развития минерально-сырьевой базы горнодобывающих компаний
- 12 *М.А. Казанцев*
Подход к формированию стратегии освоения сложно построенных многокупольных многопластовых газоконденсатных месторождений с использованием гидродинамического моделирования
- 20 *В.В. Виниченко*
Юниорное недропользование в золотодобыче: системность, программирование или лоббизм
- 24 *Д.Б. Бурдин*
Анализ применения и вопросы совершенствования представления права пользования недрами для геологического изучения недр по заявительному принципу в РФ
- 30 *Г.М. Горкин, М. В. Рязанова*
Юниорный бизнес в России, взгляд в прошлое и в будущее
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА**
- 36 *П.М. Косьянов*
Компьютерная модель рентгенофлуоресцентного анализа с учётом матричного эффекта
- 42 *Л.А. Анисимов, Р.Д. Ситдииков, В.В. Зашихин, Е.А. Химов*
Проблема отложения галита при разработке нефтяных месторождений
- 48 *Л.Б. Поляченко, А.Л. Поляченко, С.А. Егурцов, Ю.В. Иванов, С.Н. Меньшиков, С.К. Ахмедсафин, С.А. Кирсанов*
Новый метод нейтронной цементометрии ННК-Ц для оценки состояния обычного и лёгкого цемента в скважинах любого назначения, возраста и заполнения
- 57 **НОВОСТИ**
- ГЛОБАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ**
- 88 *Т.К. Царегородцева, Г. М. Горкин*
Вопросы изменения статуса геологических памятников в России и за рубежом
- 98 *А.А. Шульгина, Е.А. Савельев, И.Ю. Белкин, В.Н. Дубовецкий*
Перспективы эксплуатации Месопотамского артезианского бассейна в качестве источника питьевых подземных вод и гидроминерального сырья на примере одной из стран Ближнего Востока
- 105 *А.В. Лыгач, В.Н. Лыгач*
Фосфатно-сырьевая база России и ее роль в решении проблемы продуктов питания, а, следовательно, продовольственной безопасности страны
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ: СЫРЬЕВАЯ БАЗА И ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА**
- 110 *М.Ю. Зубков*
Тектонофизическое и петрофизическое моделирование – инновационные направления при прогнозе перспективных зон для разведки и выборе способов разработки углеводородных залежей
- 130 *И.З. Мессерман, В.А. Воронцов, В.И. Яшина*
Ореолы деконцентрации золоторудных месторождений
- 134 *Т.Н. Саевец*
Опыт создания фактографической базы данных гидрогеологических параметров на основе государственной гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 для решения практических задач
- КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ**
- 138 *Т.Б. Рогова, С.В. Шаклеин*
Классификация запасов Геологического Комитета СССР и использование ее положений при совершенствовании современной классификационной системы – Часть 2 – Разработка
- ЭКОНОМИКА НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- 148 *В.С. Дадыкин, О. В. Дадыкина*
Методика формирования онтологии и тезауруса системы геолого-экономического мониторинга
- ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ**
- 154 *В.Н. Устьяцев*
О блоковом строении земной коры. Система: сводовое поднятие – впадина

ISSUE TOPIC

Development of hard-to-recover reserves – a current challenge

Prospects for the development of junior business in Russia

№3

June
2022**ISSUE TOPIC**

- 6 *S.M. Salmanov*
Junior exploration business as one of the ways of reproduction and development of the mineral resource base of mining companies
- 12 *M.A. Kazantsev*
Reservoir simulation approach for the development strategy of complex multi-dome multi-zone gas-condensate reservoirs
- 20 *V.V. Vinichenko*
Juniors in gold mining: systematics, programming or lobbying?
- 24 *D.B. Burdin*
Analysis of the application and issues of improving the representation of the right to use the subsoil for the geological study of the subsoil according to the declarative principle in the Russian Federation
- 33 *G.M. Gorkin, M.V. Ryazanova*
Junior business in Russia, a look into the past and into the future

EARTH SCIENCES: MINING AND PROCESSING

- 36 *P.M. Kosyanov*
Computer model of X-RAY fluorescence analysis taking into account the matrix effect
- 42 *L.A. Anisimov, R.D. Sitdikov, V.V. Zashikhin, E.A. Khimov*
Problem of halite sedimentation in oilfield development
- 48 *L.B. Polyachenko, A.L. Polyachenko, S.A. Egunrtsov, Yu.V. Ivanov, S.N. Menshikov, S.K. Akhmedsafin, S.A. Kirsanov*
A novel method of neutron-neutron cement bond logging (NN-CBL) for regular and light cement evaluation in wells, irrespective of their function, age, and fill-up

NEWS**GLOBAL MINING**

- 93 *T.K. Tsaregorodtseva, G. M. Gorkin*
Issues of changing the status of geological monuments in Russia and abroad
- 98 *A.A. Shulgina, E. A. Savelyev, V. N. Duboveckiy, I. Yu. Belkin*
A case study of a Middle East country to evaluate the Development Prospects of the Mesopotamian artesian basin as a source of drinking groundwater and hydro-mineral raw materials
- 105 *A.V. Lygach, V.N. Lygach*
Russian phosphate-bearing raw material base and its role in solving the problem of food, and therefore the country's food security

EARTH SCIENCES: COMMODITIES BASE AND GEO EXPLORATION

- 110 *M.Yu. Zubkov*
Tectonophysical and petrophysical modeling – innovative directions in forecasting promising zones for exploration and selecting methods for the development of hydrocarbon deposits
- 130 *I.Z. Messerman, V.A. Vorontsov, V. I. Yashina*
Deconcentration envelopes in gold fields
- 134 *T.N. Saevets*
Experience in creating a database of hydrogeological parameters based on a hydrogeological study scale 1:200000 to solve practical problems

RESOURCES CLASSIFICATION

- 138 *T.B. Rogova, S.V. Shaklein*
Resources classification of the USSR Geological Committee and its use in the improvement of the modern classification system. Part 2 – Creation

MINING ECONOMY

- 148 *V.S. Dadykin, O.V. Dadykina*
Methodology for the formation of the ontology and thesaurus of the geological and economic monitoring system

DISCUSSION CLUB

- 154 *V.N. Ustyatsev*
On the block structure of the earth's crust. System: arched uplift – depression



Сальманов С.М.
АО Полиметалл Управляющая Компания
Salmanov@polymetal.ru

ЮНИОРНЫЙ БИЗНЕС, КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА И РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ

В статье рассмотрены актуальные вопросы, связанные с организацией юниорского бизнеса в России. Отдельное внимание уделено зарубежному и отечественному опыту работы юниорских компаний. Обозначены проблемы, сдерживающие развитие малого бизнеса в геологоразведочной отрасли в стране. Приведен пример взаимодействия одной из крупнейших золотодобывающей компании России – АО «Полиметалл» с юниорными предприятиями.

Ключевые слова: геологоразведка, юниорные компании, инвестиции, проект.

Расширенное воспроизводство минерально-сырьевой базы (далее по тексту – МСБ) является актуальным вопросом для крупных горно-металлургических компаний. Ключевым драйвером устойчивого экономического роста предприятий минерально-сырьевого комплекса является программа геологоразведочных работ, направленная на увеличение минеральных ресурсов.

Наращивание объемов производства, с целью увеличения прибыли и быстрого возврата инвестиционного капитала, приводит к ускоренному истощению ресурсной базы предприятий и

сокращению сроков отработки месторождений, что в свою очередь, ведет к изменению планов социально-экономического развития регионов, обострению социальной обстановки в районах нахождения предприятий, особенно, если они являются градообразующими. Опережающее развитие МСБ позволяет снизить риски негативных последствий, связанных с повышением производительности компаний и обеспечить комфортные темпы освоения месторождений как для государственных структур, так и для горнодобывающих компаний.

Интерес недропользователей к воспроизводству собственной МСБ подтверждается увеличением объемов геологоразведочных работ и ростом выделяемых ассигнований на проекты, связанные с изучением недр.

На **Рисунке 1** представлена динамика финансирования геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в России в разрезе источников ассигнований.

Среднегодовой темп прироста инвестиционных вложений в геологоразведочные проекты со стороны недропользователей за последние пять лет составил 14 процентов. При этом, за последние три года наблюдается существенный рост объемов финансирования геологоразведочных работ – более 23% год к году. Учитывая текущую экономическую ситуацию в стране, можно прогнозировать не меньший рост инвестиций в воспроизводство МСБ со стороны компаний в среднесрочной перспективе.

Аналогичную динамику вложений в геологоразведочные работы можно проследить у одной из крупнейших в мире золотодобывающей компании – акционерного общества «Полиметалл» (далее по тексту – Компания). АО «Полиметалл» занимает второе место по объему производства золота в России и первое место – по выпуску серебра. Производственная деятельность осуществляется на базе десяти действующих активов. В фазе строительства находятся три проекта развития, которые обеспечат устойчивый рост производственно-экономических показате-

лей в среднесрочной перспективе, и 97 (по состоянию на 1 мая 2022 года) геологоразведочных проектов, реализация которых позволит обеспечить долгосрочное развитие Компании.

В период с 2017 по 2021 годы финансирование геологоразведочных проектов составило порядка 22 млрд рублей. В **таблице 1** приведены данные по затратам в разрезе регионов присутствия компании.

За исследуемый период было пробурено более тысячи погонных километров разведочных скважин. **Таблица 2** демонстрирует фактические объемы геологоразведочного бурения, выполненные в интересах компании в регионах Российской Федерации.

В результате активного инвестирования в геологоразведочные проекты обеспечен стабильный прирост минеральных ресурсов, который показан на **Рисунке 2**.

На сегодняшний день минерально-сырьевая база Компании составляет 29,9 миллионов унций золотого эквивалента. Таким образом, в период с 2017 по 2022 годы Компания значительно увеличила ресурсную базу и существенно продвинулась в реализации долгосрочного роста.

Несмотря на значительные успехи в процессе воспроизводства МСБ Компания не собирается останавливаться на достигнутых результатах. В 2022 году планируется выполнить более 232 км геологоразведочного бурения. Общий бюджет на реализацию геологоразведочных проектов составит 7 млрд рублей.



Рис. 1.

Динамика финансирования геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые за счет всех источников финансирования в 2013-2020 гг. и прогноз на 2022 г., млрд руб. [2]. *Прогноз на 2022 год представлен автором.

Таблица 1.
Финансирование геологоразведочных проектов 2017-2021 гг

Регионы	Финансирование геологоразведочных проектов, млн руб.					
	2017	2018	2019	2020	2021	Всего
Магаданский регион	968,6	707,4	634,4	995,4	1 751,1	5 056,9
Хабаровский регион	1 272,0	1 320,9	977,4	1 579,6	2 055,4	7 205,4
Якутский регион	799,4	1 133,1	822,1	569,8	530,4	3 854,8
Уральский регион	496,0	682,3	595,5	512,1	1 429,2	3 715,2
Карелия	472,6	363,1	330,1	375,1	419,9	1 960,8
Красноярский регион*				216,4	228,4	444,8
Всего	4 008,6	4 206,7	3 359,5	4 248,5	6 414,4	22 237,8

*Красноярский филиал компании ведет деятельность с 2020 года.

Таблица 2.
Физические объемы геологоразведочного бурения 2017-2021 гг.

Регионы	Объемы буровых работ п. км					
	2017	2018	2019	2020	2021	Всего
Магаданский регион	65,2	35,9	15,6	13,9	57,1	187,7
Хабаровский регион	83,3	51,7	34,0	80,7	81,8	331,5
Якутский регион	70,2	103,2	59,9	11,9	17,6	262,8
Уральский регион	21,8	40,7	26,1	20,5	59,5	168,6
Карелия	39,5	15,7	12,8	22,2	14,5	104,7
Красноярский регион				27,8	9,4	37,2
Всего	280,0	247,2	148,4	177,0	239,9	1 092,5

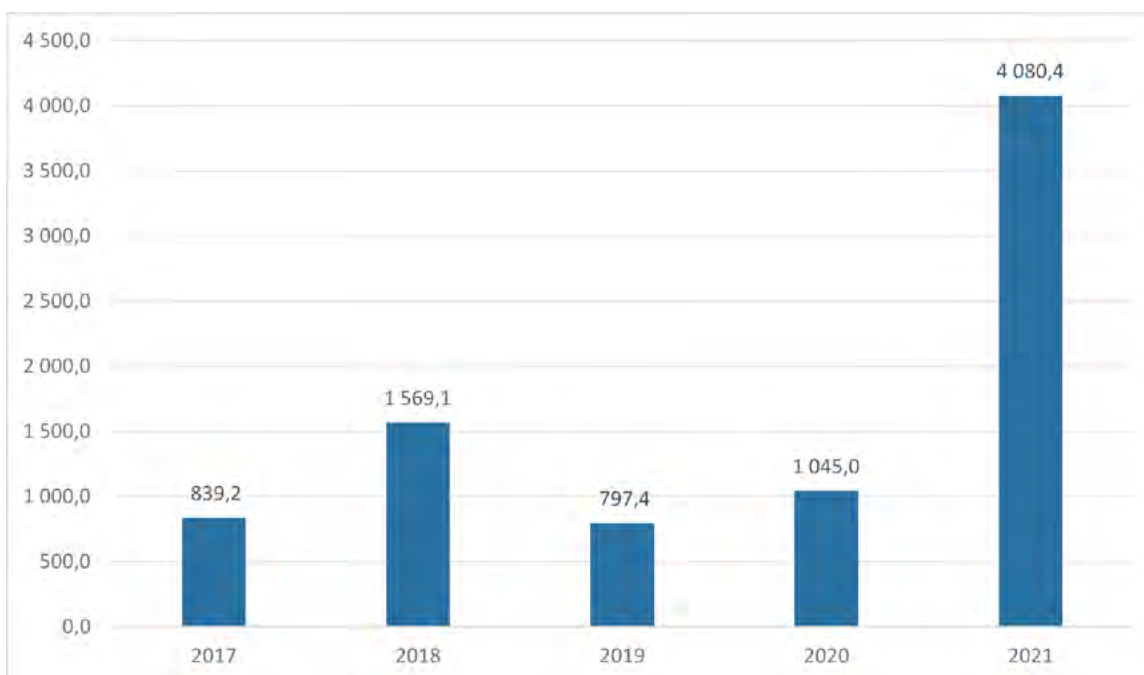


Рис. 2.
Динамика прироста минерально-сырьевой базы АО «Полиметалл» 2017-2022 гг. млн унций

С 2018 года Компания, параллельно собственным геологоразведочным проектам, развивает альтернативный способ расширенного воспроизводства МСБ – привлечение малых предприятий-юниоров, имеющих в активе обособленные геологические идеи.

Юниорные компании за счет своей управленческой гибкости, скорости внедрения новых технологий, применения рациональных методов геологоразведочных работ имеют возможность эффективно вовлекать поисковые объекты в сферу своей деятельности.

На сегодняшний день в законодательстве РФ понятие юниорного бизнеса отсутствует. В тоже время, в научном и деловом сообществе выработано много подходов и определений, характеризующих данный вид бизнеса.

Согласно проекту «Концепции развития юниорных геологоразведочных компаний» 2016 г. юниорные предприятия характеризуются следующими признаками:

- 1) Не имеют государственного участия;
- 2) Не являются взаимосвязанными или взаимозависимыми с юридическими лицами, осуществляющими деятельность по разведке и добыче полезных ископаемых (крупными горнодобывающими компаниями);
- 3) Для проведения геологоразведки привлекают инвестиции широкого круга частных инвесторов;
- 4) Имеют право проводить разведочные и добычные работы только при установлении факта открытия месторождения полезных ископаемых данной компанией.

Огромный опыт исследования недр с участием юниорных компаний накоплен в зарубежных странах, занимающих передовые позиции в сфере добычи и разведке природных ресурсов. К таким странам относятся США, Австралия, Канада. Вклад юниорных компаний в развитие мировой геологоразведочной отрасли весьма значителен: около 75 % открытий новых месторождений твердых полезных ископаемых Канады приходится на малые геологоразведочные компании, а в Австралии данный показатель составляет 66 % [3].

На **рисунке 3** представлена структура инвестиций в геологоразведочные проекты на твердые полезные ископаемые в мире в 2020 году [4]. Согласно отчету, Standard&Poor's доля финансирования геологоразведочных проектов в мире юниорными компаниями составляет порядка 30 %, более 64 % приходится на крупные и средние компании и лишь около 5% на государственные структуры.

В России юниорный бизнес представлен не столь масштабно. Перспективы развития данного направления обсуждают государственные деятели, ученое сообщество и бизнесмены.

В последнее время со стороны государства реализован ряд мероприятий, направленных на поддержку юниорного движения, в частности:

- 1) Расширение «заявительного» принципа на прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых категории P1 и P2 на территории Дальневосточного федерального округа и Иркутской области значительно повысили интерес частных инвесторов к поиску новых месторождений.



Рис. 3.

Структура инвестиций в геологоразведочные проекты в мире в 2020 году. %%

2) Проведена полная цифровизация всех процессов: от подачи заявки до получения разрешительных документов и старта геологоразведки. Все вопросы решаются напрямую с Федеральным агентством по недропользованию РФ в электронном формате, отпадает необходимость очного посещения государственных учреждений.

3) С 2022 года вступило в силу изменение в закон, которое предполагает, что компания, открывшая новое месторождение полезных ископаемых, может продать права на «первооткрывательство» другой компании, которая впоследствии конвертирует поисковую лицензию в добычную, и таким способом можно будет реализовать плоды геологоразведочного проекта.

Но как отмечают представители бизнеса: их явно недостаточно для полноценного развития юниорного движения. Необходимо сделать дальнейшие шаги в данном направлении, в частности: разработать меры государственного стимулирования подобных предприятий, включая налоговые льготы и государственные дотации; разработать рыночные механизмы оборота прав пользования недрами; снимать административные барьеры, снижающие эффективность геологоразведочных работ; развивать культуру геологического предпринимательства.

Но самой значимой проблемой для юниоров остается привлечение инвестиций. Сложности с организацией финансирования возникают исходя из специфики деятельности юниорных компаний. Основными из них являются:

1) Юниорное предприятие не обладает собственным имуществом. Отсутствие возможности предоставить залог делает банковское финансирование недоступным.

2) Вероятностные результаты геологоразведочных работ, минимальное количество положительных примеров реализации проектов, делают инвестиции в юниорные компании высокорискованными. Для принятия решения о входе в проект инвестор должен обладать минимальными специфическими знаниями, либо нанимать для консультаций команду геологов, которая сможет обеспечить экономическую оценку инвестиций.

3) Неразвитость финансовой инфраструктуры для венчурных проектов. Сюда можно отнести отсутствие фондовых площадок, инструментов страхования, инвестиционных фондов. Основным путем привлечения инвестиций для малых геологоразведочных предприятий остаются личные связи [5].

Финансирование юниорных компаний зарубежом, в основном, осуществляется через специализированные фондовые площадки. На мировых биржевых площадках зарегистриро-

вано порядка 1 200 юниорных организаций. Подавляющее большинство из них котируется на Торонтской бирже – 54 % и Австралийской бирже – 34 % [6].

К сожалению, для российских юниорных компаний данный вид финансирования недоступен, по причине отсутствия частных инвесторов, способных принять на себя значительный риск связанный со спецификой геологоразведочной отрасли, а осложнение геополитической обстановки закрыло этот рынок для иностранных инвесторов.

Альтернативный путь развития для юниорских компаний предлагает менеджмент Акционерного общества «Полиметалл». По мнению менеджмента, необходимо культивировать собственных юниоров. Фильтром проектов при этом выступает Компания, а юниор организует работу [7].

С 2018 года Компания ведет активную работу с малыми геологоразведочными предприятиями. Ежегодно Компания объявляет конкурс юниорных проектов. Основное требование для участников – соответствие геологоразведочной идеи проекта стратегии развития холдинга. На конкурс отбираются проекты с целевыми металлами: золото, серебро, медь, металлы платиновой группы. Преимуществами обладают проекты, направленные на воспроизводство МСБ действующих перерабатывающих комплексов и потенциально крупные месторождения. Для первой группы решающим значением будет являться расстояние транспортировки руды и технология переработки, для второй группы – содержание и логистика. Отсутствие лицензии у юниора на проведение геологоразведочных работ не является препятствием для взаимовыгодного сотрудничества.

По итогам конкурса отбираются проекты, которым предлагается поэтапное финансирование работ через вклад в капитал или посредством займов на протяжении трех-пяти лет в зависимости от достигаемых результатов. Операционное управление проектом осуществляется командой юниорного предприятия, при этом обязательно ежегодное согласование с Компанией планов геологоразведочных работ, бюджета и предоставление ежеквартальной отчетности.

Завершение совместного проекта осуществляется через окончательные расчеты, основанные на рыночной оценке минеральных ресурсов или рудных запасов, соответствующих классификации JORC.

В **таблице 3** представлены результаты конкурса юниорных проектов, проведенных Компанией «Полиметалл» в 2018-2022 годах.

Анализ данных показывает рост интереса юниоров к сотрудничеству с Компанией. Небольшое снижение в 2020 году объясняется неблагоприятной пандемической ситуацией.

Таблица 3.


Динамика результатов конкурса юниорных проектов АО «Полиметалл» в 2018-2022 годах

	2018	2019	2020	2021	2022*
Поступило заявок	17	26	14	28	4
Отобрано на очный этап	7	9	6	7	-
Выбрано проектов, в т.ч.	2	3	2	3	-
- с лицензией	-	1	1	2	-
- без лицензии	2	2	1	1	-

*По состоянию на 1 мая 2022 года.

С 2018 года было обработано 89 заявок. Одобрено к реализации 10 юниорных проектов, что составляет 11 % от общего числа обращений. Основные причины отказов связаны с низкой обоснованностью перспектив проектов и несоответствие предложений стратегии компании.

В результате развития взаимодействия с юниорными предприятиями Компания планирует организовать совместные предприятия с 10-12 организациями. Ориентиром будет являться один успешный проект за среднесрочный период сотрудничества – 3 года.

Таким образом, подводя итоги, отметим, что юниорные компании имеют огромный потенциал для воспроизводства минерально-сырьевой базы не только крупных горнодобывающих компаний, но и в масштабах всей страны. Развитие юниорного бизнеса предполагает реализацию системных действий со стороны государства, научных и бизнес-сообществ, направленных на повышение привлекательности такого рода предпринимательства, снятие административных барьеров, разработку стимулирующих финансовых мер. 

Литература

1. О стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 г.: Распоряжение Правительства РФ № 2914-р от 22 декабря 2018 г. – URL: <https://www.garant.ru/> (дата обращения 05.04.2022)
2. Государственный доклад. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году // Федеральное агентство по недропользованию: [сайт] – 2022/ - URL: <https://rosnedra.gov.ru/> (дата обращения 23.03.2022)
3. С.Н. Горьков, доклад на ПМЭФ-2021, круглый стол «Юниорный бизнес в геологоразведке: перспективы развития в России, 3.06.2021 г. // <https://forumspb.com/programme/business-programme/93009/>
4. S&P Market Intelligence Report? World Exploration trends 2019-2021
5. А.М. Астахов, С.М. Астахов, Проблемы малого и юниорного бизнеса в нефтегазовой сфере России. Часть 1. Опыт социологического исследования. // https://doi.org/10.17353/2070-5379/25_2020.
6. Котельников Е.Е. Предложения по стимулированию геологоразведочных работ на ТПИ в России по результатам анализа зарубежного опыта лицензирования и проведения поисковых работ: доклад // Заявительный принцип лицензирования и другие меры стимулирования геологического изучения недр на ТПИ («круглый стол»). Всероссийский форум «Недра 2021», 2 апреля 2021 г. – видеозапись и презентация доклада: <https://rosnedra.gov.ru/article/12909.html>.
7. Несис В.Н., Трушин С.И., Т.А. Головина, Чунарев Р.А. Осецкий А.И, Андреева К.Р. Опыт работы компании «Полиметалл» с юниорными геологоразведочными предприятиями //Рациональное освоение недр, 2021, №4, - С. 24-37

UDC 553.411:622.11

S.M. Salmanov JSC Polymetal Management Company, Salmanov@polymetal.ru

JUNIOR EXPLORATION BUSINESS AS ONE OF THE WAYS OF REPRODUCTION AND DEVELOPMENT OF THE MINERAL RESOURCE BASE OF MINING COMPANIES

Abstract: The article deals with topical issues related to the organization of junior exploration business in Russia. Particular attention is paid to the foreign and domestic experience of junior exploration companies. Article identified problems restraining development of small businesses of the exploration industry in the country. An example of effective cooperation of one of the largest gold mining companies in Russia - Polymetal JSC with junior exploration companies is given as an example.

Keywords: exploration, junior companies, investments, project.



Казанцев М.А.
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
m_kazantsev@vniigaz.gazprom.ru

ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ СТРАТЕГИИ ОСВОЕНИЯ СЛОЖНО ПОСТРОЕННЫХ МНОГОКУПОЛЬНЫХ МНОГОПЛАСТОВЫХ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В настоящее время перспективы развития газовой отрасли страны связаны с газоконденсатными месторождениями Севера Тюменской области и полуострова Ямал. Большинство этих месторождений уникальны по запасам углеводородов (УВ) и обладают рядом характерных особенностей, а именно значительным количеством продуктивных пластов в разрезе месторождений, в том числе с низкими коллекторскими свойствами и разнообразным фазовым составом насыщающих их флюидов. Изученность газоносных объектов имеет значительную неравномерность по площади и разрезу месторождений. Освоение месторождений в таких условиях сопряжено с возможными ошибками в принятии технологических решений по их разработке. Для обеспечения экономической эффективности разработки таких объектов необходимо принимать максимально эффективные технико-технологические решения на основе как имеющихся собственных геолого-промысловых данных, так и опыта освоения аналогичных запасов УВ. В работе представлен подход к формированию стратегии освоения сложно построенных многокупольных многопластовых газоконденсатных месторождений на основе комплексного анализа изученности газоносных пластов, а также ранжирования газоносных комплексов по ряду параметров, таких как уровни добычи УВ и удаленность от потенциального места расположения инфраструктурных объектов. При этом расчет прогнозных технологических показателей разработки производится с применением современных методов гидродинамического моделирования и учитывает не только единичные пласты, объекты или кусты, а позволяет добиться технологической эффективности при комплексной оценке с учетом как индивидуальных особенностей каждого разрабатываемого объекта, так и влияния режимов работы совместной наземной системы сбора и подготовки скважинной продукции.

Ключевые слова: газоконденсатные месторождения, гидродинамическая модель, интегрированная модель, стратегия освоения, сложное геологическое строение, оценка изученности.

В настоящее время одним из значимых регионов для развития газодобывающей отрасли страны является полуостров Ямал, на территории которого сосредоточены уникальные по запасам нефтегазоконденсатные месторождения, такие как Бованенковское, Харасавэйское, Тамбейское, Южно-Тамбейское, Крузенштернское, Малыгинское и ряд других. По разным оценкам запасы свободного газа месторождений суши полуострова Ямал и прилегающего шельфа составляют порядка 15-17 трлн м³.

В геологическом строении нефтегазоконденсатных месторождений полуострова Ямал принимают участие породы палеозойского складчатого фундамента и терригенные песчано-глинистые отложения платформенного мезозойско-кайнозойского чехла. Нефтегазоносная продуктивная толща на месторождениях составляет более 2000 м: от сеноманского комплекса, залегающего на глубинах от 900 до 1000 м, до юрских отложений с глубиной залегания от 3000 до 3500 м. Месторождения многокупольные, многопластовые, в пределах отдельных их куполов насчитывается до 45 продуктивных пластов, содержащих до 140 залежей различного фазового состояния, в т. ч. газовых, газоконденсатных и нефтяных с газоконденсатными шапками. Значительное количество залежей УВ массивного типа с обширными газоводяными зонами. Разведанность запасов УВ как по месторождениям, так и по продуктивным отложениям в пределах месторождений характеризуется крайней неравномерностью. В качестве примера, на **рис. 1** представлено схематичное расположение продуктивных пластов и нефтегазовых комплексов в разрезе одного из таких месторождений.

Полуостров Ямал находится в арктической климатической зоне со значительным влиянием Карского моря на природные условия. Инфраструктура района – малоразвита: на огромной территории имеются лишь отдельные населенные пункты. При этом, в рассматриваемом районе имеется железная дорога с несколькими станциями, два аэропорта расположенные в пос. Сабетта и на Бованенковском НГКМ, а также морской порт в пос. Сабетта и речные пристани в г. Салехард и пос. Сеяха. На полуострове Ямал действует магистральный газопровод «Бованенково-Ухта» от Бованенковского месторождения.

Указанные выше особенности геолого-физической характеристики месторождений и географического положения, а также отсутствие достаточно развитой инфраструктуры в регионе необходимо учитывать при разработке стратегии освоения месторождений региона. Также на стратегию освоения месторождений оказывает влияние ряд факторов, связанных с потребо-

стями в объемах добычи УВ по месторождениям региона в общей структуре добычи УВ в Российской Федерации, предусмотренными этапами освоения месторождений региона, а также существующей программой развития МСБ региона на последующие 25-летний период.

В связи с вышеописанным возникает необходимость в организации комплексного подхода к формированию стратегии освоения сложно построенных многокупольных многопластовых газоконденсатных месторождений.

Формирование стратегии освоения многокупольных многопластовых месторождений

Под стратегией освоения необходимо понимать последовательность ввода эксплуатационных объектов (ЭО), обеспечивающую суммарную добычу, увязанную с потребностями добычи по месторождениям региона, с учетом уровня изученности каждого ЭО, для чего требуется решение комплекса задач, включающего:

- анализ состояния изученности месторождения с целью учета неопределенностей параметров пластов;
- выработка общих подходов к разработке месторождения с учетом распределения запасов УВ по площади и разрезу месторождения;
- обоснование выделения ЭО и вариантов их разработки;
- формирование общей концепции обустройства месторождения;
- анализ вариантов внешнего транспорта с учетом объемов добычи газа и конденсата;
- определение оптимальных объемов добычи газа на месторождении в период постоянных отборов газа и возможности достижения годовых отборов по месторождению, определяемых потребностью в обеспечении баланса добычи газа в целом по дочерним обществам ПАО «Газпром».

При этом, следует подчеркнуть, что указанные задачи взаимосвязаны, в связи с чем непрерывным условием эффективного освоения уникальных многопластовых нефтегазоконденсатных месторождений является выбор оптимального «рабочего процесса» (workflow) по выработке стратегии освоения месторождения.

На **рис. 2** представлена схема «рабочего процесса», которая была сформирована и использована при выработке стратегии освоения одного из уникальных многопластовых нефтегазоконденсатных месторождения полуострова Ямал.

Как видно из этого рисунка основными этапами «рабочего процесса» являлись:

- анализ изученности основных нефтегазовых комплексов месторождения и выявление ключевых неопределенностей в геолого-физической характеристики месторождения,

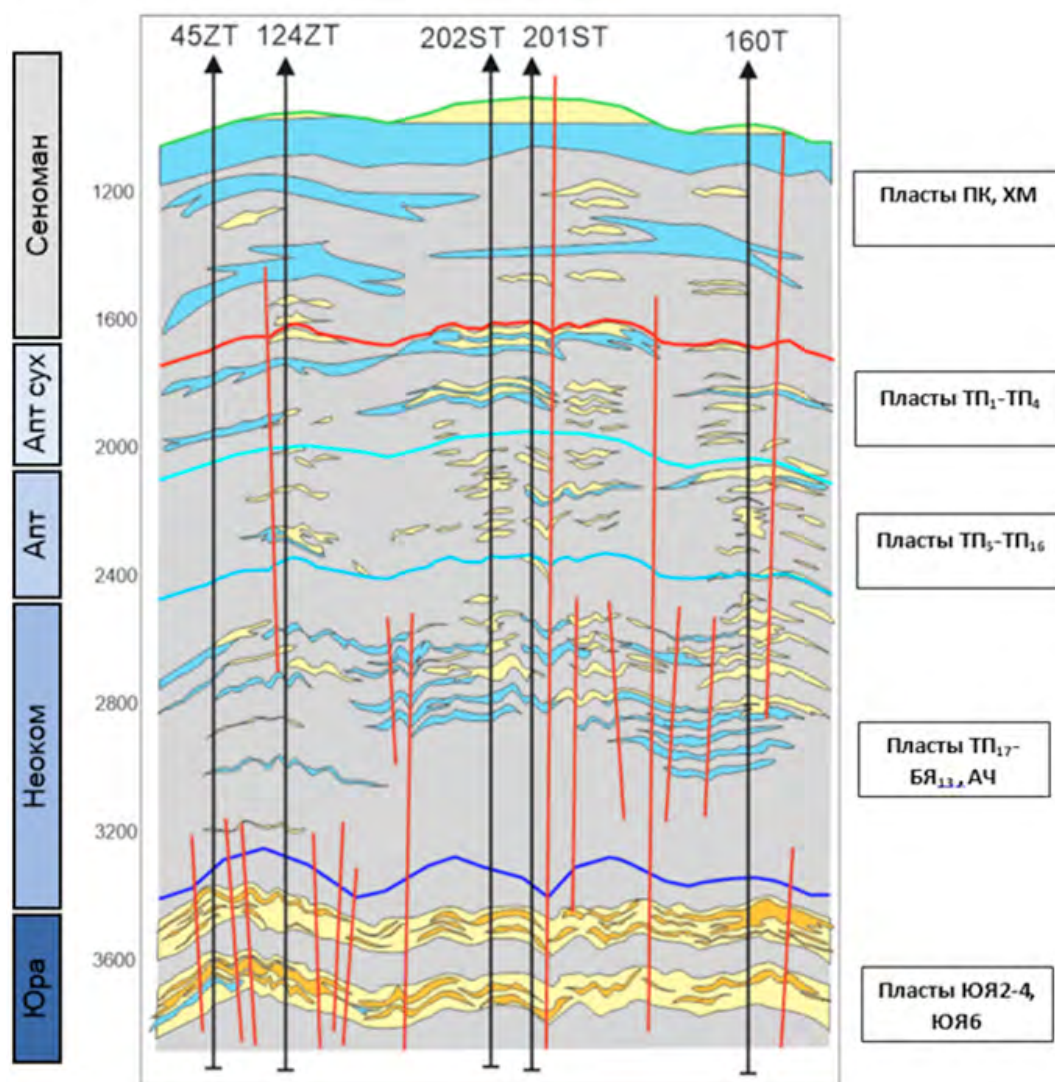


Рис. 1. Схематичное расположение продуктивных пластов и нефтегазовых комплексов в разрезе месторождения

– выделение ЭО на месторождении с учетом начальных запасов УВ и степени изученности нефтегазоносных комплексов,

– предварительная оценка добычных возможностей ЭО и темпов отбора по ним УВ с учетом ФЕС пластов в ЭО и данных, если таковые имеются, по месторождениям-аналогам,

– проработка схемы обустройства месторождения: в первую очередь оценка оптимального положения площадки размещения промышленной системы подготовки

– обоснование вариантов разработки ЭО и выбор рекомендуемого варианта на основе технико-экономической оценки

– формирование очередности ввода ЭО.

Следует подробнее остановиться на особенностях выполнения исследований на отдельных этапах «рабочего процесса» выработки стратегии рассматриваемого месторождения.

С целью проведения корректной оценки состояния изученности объектов месторождения необходимо проводить комплексный анализ, включающий оценку:

– данных сейсморазведки по площади;

– данных разведочного бурения (в том числе опробования и ГДИ);

– геофизических исследований;

– данных керновых исследований;

– данных лабораторных исследований флюидов.

Комплексирование результатов оценки изученности необходимо формировать в разрезе ЭО или газоносных комплексов. При этом возможно использование собственных исследований соседних по глубине или площади пластов, являющихся аналогами друг для друга. Такой подход позволит с достаточно небольшой погрешностью расширить применимость собственных исследований месторождения.



Рис. 2. Схематичное представление «рабочего процесса» по выработке стратегии освоения месторождения

Для упрощения подхода к относительной количественной оценке возможно использовать трехбалльную систему, где: 0 – низкая изученность, либо отсутствие исследований; 1 – средняя изученность, частично достаточна для начала промышленной эксплуатации; 2 – изученность выше средней, достаточна для начала промышленной эксплуатации. Для учета влияния изученности на риски, связанные с обеспечением уровней отборов, возможно применение множителей к каждому из оцениваемых параметров. Например, риски обеспечения уровней отборов, связанные с изученностью данными о проведенных сейсморазведочных работах менее значимы в сравнении с рисками, связанными с получением промышленных притоков УВ.

С использованием данных о степени изученности месторождения необходимо выполнение

оценки рисков в разработке месторождения, связанных с неопределённостью параметров ФЕС (коэффициентов пористости, начальной насыщенности и проницаемости), структурного фактора и величины начального потенциального содержания C5+ пластовых газоконденсатных систем. Оценку влияния каждого из указанных параметров на добычу газа и конденсата при изменении этих параметров необходимо проводить в пределах их достоверной оценки по данным геофизических исследований, керновых исследований и газоконденсатных исследований.

Результаты проведенного анализа неопределенности геолого-физической характеристики месторождения используются в том числе при выделении ЭО. В соответствии с [1]. ЭО выделяются на основе: анализа карт совмещенных контуров, величин начальных геологических запасов

и плотности запасов УВ, значений эффективных газонасыщенных толщин и фильтрационных характеристик пластов, типа и фазового состояния залежей УВ, а также характера их насыщения и потенциального содержания C5+. При этом внутри одного газоносного комплекса может быть выделено несколько ЭО. Таким образом, по рассматриваемому месторождению, в рамках трёх куполов – лицензионных участков (ЛУ), выделено 22 ЭО. На **рис. 3** приведен пример карты совмещенных контуров выделенного ЭО.

Для корректного формирования суммарного профиля добычи по месторождению, на этапе разработки стратегии освоения необходима предварительная оценка достижимых уровней отборов по ЭО, возможно с применением двумерных балансовых моделей. Для таких оценок необходимо привлечение данных объектов-аналогов, в частности достигнутых или запроектированных темпов отборов по ЭО или газоносным комплексам. На **рис. 4** приведены принятые в проектной документации или фактически достигнутые темпы отборов по газоносным комплексам месторождений-аналогов.

После анализа приведенных данных отмечается, что темпы отбора, принятые по сеноманским залежам аналогичных объектов, в целом согласуются и варьируются от 4,0 до 4,3 %. Аналогичная ситуация обстоит и с неоконскими отложениями, где темп отбора варьируется от 2,7 до 3,2 %. Тогда как по аптским и юрским отложениям темпы отбора изменяются от 2,5 до 3,8 % и от 2,2 до 3,1 %, соответственно, что связано с двумя факторами: меньшими газонасыщенными мощностями аптских отложений рассматриваемого месторождения, чем по месторождениям-аналогам, а также худшим состоянием начальных геологических запасов по степени изученности и доли запасов высоких категорий. В соответствии со схожестью рассматриваемых отложений, а также оценки уровня изученности, принимаются соответствующие темпы отбора по аналогичным объектам. На основе принятых темпов отбора по газоносным комплексам и данным о начальных геологических запасах рассчитываются предварительные значения уровней отборов газа по ЭО.

График ввода ЭО согласовывается со схемой обустройства месторождения, которая в свою очередь оптимизируется исходя из объемов добываемого газа и конденсата, вариантов размещения на территории кустовых оснований для скважин и площадок для производственного оборудования, а также рассматриваемых вариантов внешнего транспорта продукции с месторождения. Таким образом, необходимо ранжирование ввода объектов эксплуатации с целью снижения капитальных вложений на начальном



Рис. 3.
Пример карты совмещенных контуров по выделенному эксплуатационному объекту

этапе на строительство инфраструктуры, в зависимости от удаленности от основных объектов подготовки скважинной продукции. При этом ранжирование необходимо проводить от ЭО самого удаленного от объектов подготовки, которому присваивается коэффициент 0, до объектов в непосредственной близости, которым присваивается максимальное значение коэффициента, соответственно.

Комплексообразование вышеописанных подходов к формированию стратегии освоения позволяет обоснованно выбрать первоочередные к вводу ЭО в рамках многокупольного многопластового газоконденсатного месторождения.

На основе комплексной оценки рассчитанных для каждого эксплуатационного объекта итоговых относительных коэффициентов необходимо произвести объединение ЭО в совместные системы сбора и подготовки скважинной продукции с учетом принятых к проектированию

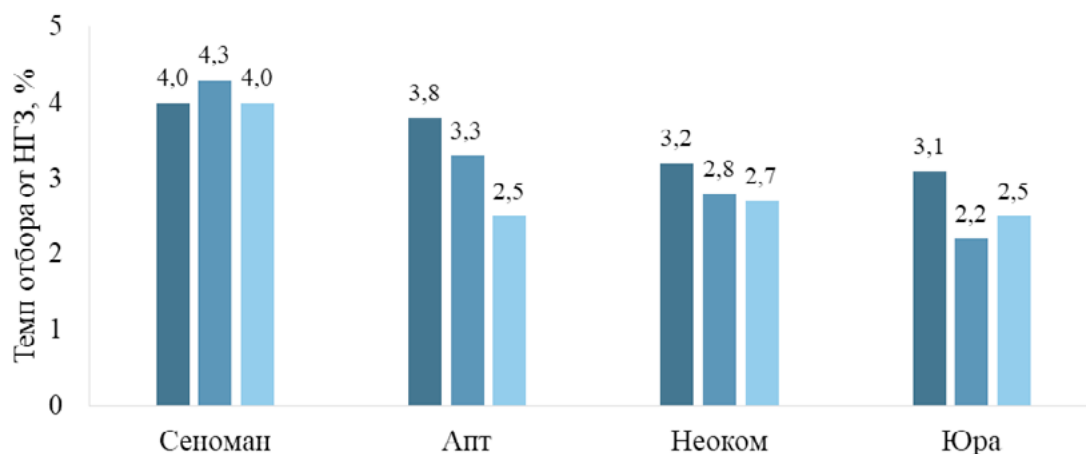


Рис. 4.
Темпы отбора принятые или достигнутые по месторождениям-аналогам

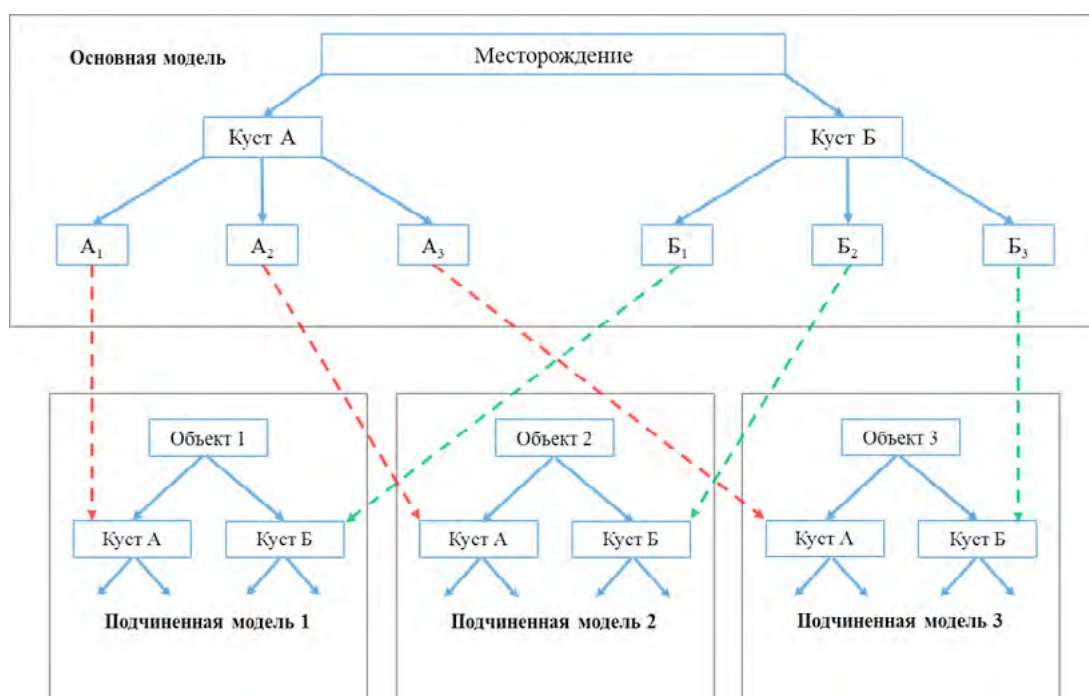


Рис. 5.
Принципиальная схема объединенной интегрированной модели

термобарических условий и составов пластовых флюидов. При этом необходимо выделение в единую систему объектов, характеризующихся большим давлением и потенциальным содержанием конденсата и в самостоятельную систему объектов с меньшим давлением и содержанием конденсата соответственно.

Для прогноза показателей разработки по каждому объекту строятся самостоятельные гидродинамические модели. Однако для проведения корректного прогноза необходимо создать объединенную интегрированную модель с общей поверхностной сетью. Такая интегрированная модель представляет собой единую систему уравнений, включающую в себя описа-

ние физических процессов, протекающих в пластах, потерь давления при движении флюидов в скважинах и системе сбора и технологических ограничений режимов работы скважин и оборудования наземной сети (**рис. 5**).

Особенностями объединения моделей в единую интегрированную (**рис. 6**) являются следующие аспекты:

- расчет проводится по полностью неявной схеме;
- возможна комбинация моделей (композиционной и модели черной нефти);
- возможно задание ограничений по дебиту, забойному и устьевому давлениям как на группах, так и на отдельных скважинах;

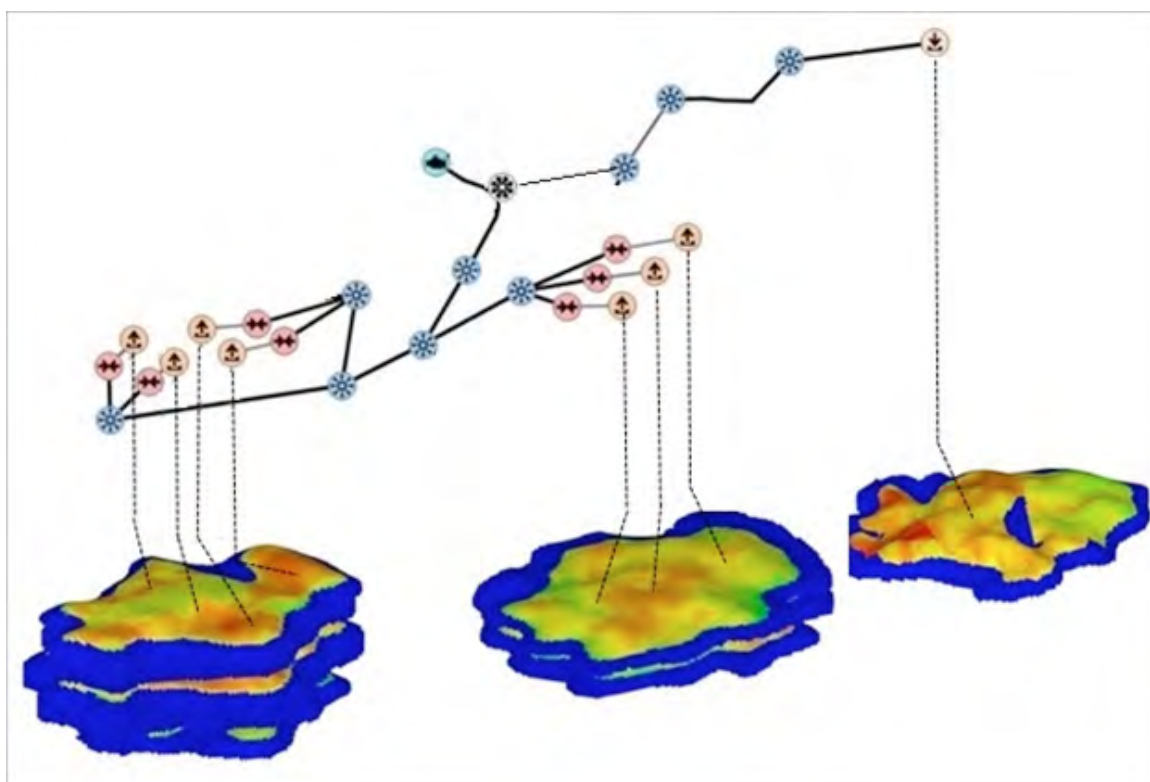


Рис. 6.
Внешний вид трехмерной объединенной интегрированной модели

- возможен учет технологических ограничений, накладываемых системой сбора и компримирования продукции;

- доступен функционал группового контроля добычи.

Интегрированный подход к моделированию процессов разработки многопластовых многокупольных месторождений позволяет устанавливать переменные ограничения на устьевые давления как по группам, так и по отдельным скважинам, которые могут изменяться в процессе разработки пропорционально изменению дебитов в соответствии с потерями давления в трубах и продуктивностью скважин. Данный подход динамически вычисляет ограничения на устьевые давления скважины путем выравнивания расхода потоков и потерь давления в сети. Таким образом достигается балансировка оптимальных уровней отборов из каждой скважины с учетом распределения ФЕС вскрываемых ей пластов, текущих запасов УВ этих пластов, продуктивности скважин, состояния лифтовых труб, а также влияния наземной системы, что позволяет проводить расчет оптимальных прогнозных технологических показателей разработки по ЭО и каждой отдельной скважине. Принципиальная схема совместного расчета моделей приведена на **рис. 7**.

Последним этапом с учетом полученных ранее результатов является расчет технологических показателей по вариантам по группам объеди-

ненных ЭО в единой интегрированной модели. Для определения наиболее эффективных технологических решений по разработке выделенных ЭО и уточнения достижимых и наиболее эффективных уровней отбора рассматривается несколько вариантов разработки различающихся типом скважин (наклонно-направленные и горизонтальные) и их количеством. При этом продуктивность проектных скважин определяется по методике [2] и оценивается возможность совместной эксплуатации пластов с применением комбинированной технологии добычи (использование вертикальных и горизонтальных скважин, перевод с одного объекта на другой). Рекомендуемые варианты разработки выбираются на основе расчетов технологических показателей разработки и технико-экономической их оценки.

Заключение

На примере одного из месторождений полуострова Ямал рассмотрен процесс выработки стратегии разработки уникальных многокупольных многопластовых нефтегазоконденсатных месторождений. Выбор стратегии разработки производится на основе решения целого комплекса задач, включая: анализ геолого-физической характеристики месторождения с целью определения основных неопределенностей и рисков при разработке месторождения, обоснования выделения ЭО, определение возможных сцена-

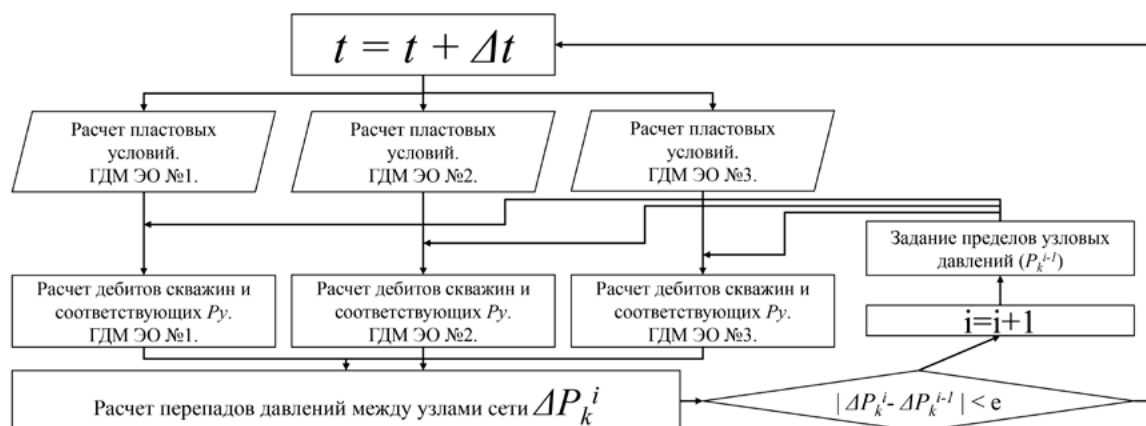


Рис. 7.
Принципиальная схема совместного расчета моделей

риев очередности и времени ввода этих объектов исходя из достижения оптимальных уравнений добычи УВ по месторождению, а также определения наиболее эффективных схем внутрипромыслового обустройства месторождения.

Предлагаемая стратегия разработки месторождения учитывает особенности его геологического строения, геолого-физической характеристики и степени изученности, значение месторождения в ресурсной базе ПАО «Газпром» и формирующуюся

систему внешнего транспорта товарной продукции с месторождений полуострова Ямал.

С применением современных подходов к гидродинамическому моделированию процессов разработки проведено обоснование оптимальных уровней добычи по газоносным комплексам многокупольного многопластового газоконденсатного месторождения, с учетом их работы в единую систему сбора и обеспечения максимизации технологической эффективности. ^{XXXI}

Литература

1. Приказ МПР России от 20.09.2019 г. № 639 «Об утверждении Правил подготовки технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья».
2. Шандрыгин А. Н., Казанцев М. А., Морев М. В., Бадалов Э. З. Методология определения продуктивности горизонтальных скважин по данным ГДИ разведочных скважин при гидродинамическом моделировании газоконденсатных месторождений // Наука и техника в газовой промышленности. 2021. №2. С. 52-59.

UDC 622.279

M.A. Kazantsev Gazprom VNIIGAZ LLC, m_kazantsev@vniigaz.gazprom.ru

RESERVOIR SIMULATION APPROACH FOR THE DEVELOPMENT STRATEGY OF COMPLEX MULTI-DOME MULTI-ZONE GAS-CONDENSATE RESERVOIRS

Abstract: Currently, the development prospects of the country's gas industry are associated with gas condensate fields in the North of the Tyumen Region and the Yamal Peninsula. Most of these field's reservoirs are unique in terms of hydrocarbons in place volumes (HIIP) and may be characterized by the following features: multi-layering with the presence of the layers with relatively low poro-perm properties and multi-phase saturation of the reservoirs. The exploration status of the gas reservoirs has non-uniform areal and in-depth distribution. The development of such reservoirs in the conditions like this may lead to possible decision-making errors. It is required to consider both the available data of the reservoir as well as the data of the analogous hydrocarbon fields to maximize the economic performance of the development of such fields through adequate decision-making. The work presents an approach to the development strategy creation of complex multi-dome multi-zone gas-condensate reservoirs. The approach is based on comprehensive gas-condensate reservoirs data analysis and hydrocarbon formations ranking by production levels and the remoteness from potential infrastructure facilities. The reservoir performance forecasts are obtained with virtues of the modern reservoir simulation techniques. Such techniques consider the formation-production facility system as an integrated network rather than a bunch of independent reservoirs, production wells and well groups. That allows to carry out a sophisticated assessment with respect to the specific features of the prospect reservoirs and take into the consideration the mutual influence between the elements of the gas-processing network, which permits to achieve the field development efficiency increase.

Keywords: gas-condensate fields, reservoir simulation model, integrated reservoir simulation model, development strategy, complicated geological structure, exploration status.



Виниченко В.В.
горный инженер, выпускник МГИ
vvtmyeko@mail.ru

ЮНИОРНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗОЛОТОДОБЫЧЕ: СИСТЕМНОСТЬ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИЛИ ЛОББИЗМ?

В статье анализируются организационные и правоприменительные события в золотодобыче. Показано их влияние на проблематику и противоречия в становлении юниорного движения в недропользовании. Автор обосновывает и предлагает системный подход к разрешению противоречий в отраслевом управлении. Приводит возможные концептуальные предпосылки методологии принятия нормативно-правовых и организационных решений в недропользовании.

Ключевые слова: недропользование, золотодобыча, системность, юниорное движение, реформатирование, причинно-следственные связи, принципы, инклюзивность, устойчивое развитие.

Круг проблемных вопросов.

По поводу насущных вопросов использования разведочно-эксплуатационных полигонов (РЭП), водо- и лесопользования, особых защитных участков (ОЗУ) леса, вольного приноса, выполнения непомерно затратных надзорно-контрольных требований и многих других проблем золотодобычи десятилетиями ведутся малопродуктивные дискуссии. В частности, несовершенство заявительного порядка получения лицензий юниорами на геологическое изучение золотоносных площадей зачастую приводит к тому, что многие участки заняты не с целью производственной деятельности, а с целью перепродажи. Административные решения по данным вопросам зачастую противоречивы, сохраняют признаки антагонизма, узкогрупповых интересов и коррупционного потенциала.

Можно ли выйти из этого порочного круга, когда по одному и тому же вопросу принимаются противоречивые, неоднозначные, непомерно усложненные и даже противоположные решения? К примеру, на протяжении многих лет на территории России, СССР и РФ добычу золота вольным старателям разрешали и запрещали несколько раз. Последнее разрешение, за которым последовал запрет, произошло в 90-е годы прошлого века.

Подобные примеры можно привести по многим другим нормативно-правовым и организационным вопросам в золотодобыче, критическая оценка которых содержится во многих публикациях последнего времени, часть которых приведена в прилагаемом списке литературы. А ведь становление юниорного движения как потенциала качественного развития недропользования непосредственно связано с принципиальными подходами при принятии решений по нормативно-правовым процедурам.

Методология выхода из этого порочного круга лежит в пространстве научного, системного подхода при принятии нормативно-правовых и организационных решений. Предложения по изменению законодательной базы недропользования не должны формулироваться и приниматься рефлексивно, по ситуации. Если коротко, то лоббистскую методику принятия решений требуется заменить на системную, прозрачную, логически, научно обоснованную. Российская практика лоббирования через групповые интересы не позволяет в принципе выстраивать непротиворечивую, качественную правовую базу недропользования, что является следствием либо отсутствия, либо неадекватности обратной связи в процессах управления отраслью.

Прежде всего, следует досконально разобрать, осмыслить данную тематику профессиональным сообществом. Постигать сущность образа действий, путей выхода, в нашем случае – это использование методологии, философских законов, прикладной математики, экономики, психологии... И, вообще, максимального спектра научных знаний в процессах организации и управления. С их помощью построить логическую, основанную на причинно-следственных связях, аргументированную траекторию выхода на адекватную нормативно-правовую базу (НПБ) золотодобычи и недропользования в целом.

Для многих это предложение покажется слишком сложным. Но, без привлечения интеллекта опять будем сталкиваться с очередными противоречиями и коллизиями правоприменения в недропользовании. Дефицит здравомыслия пора начинать преодолевать. В сегодняшнем широком обсуждении использования искусственного интеллекта, мы упускаем из виду необходимость использовать человеческий интеллект, имеющиеся научные знания. Прежде всего философские, методологические, знание кибернетики как науки управления понятия и категории устойчивого, успешного развития.

Такой подход, бесспорно, сложен, требует определенных интеллектуальных усилий. Но простой лоббистский путь принятия решений закономерно ведет к сохранению противоречий, тупиков и признаков антагонизма во взаимоотношениях. Простые решения не годятся для сложных междисциплинарных, многофакторных, многомерных систем. Здесь очень важна готовность профессионального сообщества обсуждать и развивать интеллектуальную тематику, гораздо более настойчиво и грамотно влиять на принятие адекватных положений НПБ золотодобычи. В противном случае, мы по-прежнему, десятилетиями будем вовлечены в бюрократические игры вокруг РЭП, лесопользования на землях горного отвода, проблематики ОЗУ лесов, сложностей финансирования юниорного предприятия и прочих проблемных вопросах, сохраняющаяся противоречивость которых требует непомерно затратных административных усилий.

Траектория, методология принятия адекватных решений в золотодобыче заключается в том, что каждое конкретное решение необходимо рассматривать через принципы-критерии-фильтры парадигмы устойчивого, беспрепятственного, успешного развития (УБУР) недропользования в целом, и золотодобычи в частности. Парадигма УБУР в недропользовании содержит принципы, посредством которых проверяется, фильтруется каждое конкретное решение. Данную парадигму вполне можно назвать «Smart geo forsite», или просто «Smart geo» – умный проект горно-геологического будущего. Принципы парадигмы, по сути, являются критериями отбора адекватных решений. Надо понимать, что каждое

конкретное решение не должно противоречить научным теориям, упомянутым выше. Нет ничего практичнее для развития, чем хорошая теория. Например, философский закон перехода количества в качество означает, что необходимо обеспечить как можно большее количество и разнообразие форм организации недропользования. Вопрос только в том, как профессионально и грамотно это сделать.

Парадигма УБУР – это во многом видение будущего в организации недропользования. И, если профессиональное сообщество считает приемлемым такое будущее, то надо принимать меры по его проектированию и постепенной, поэтапной реализации. Прежде всего – это широкое информационное освещение парадигмы УБУР недропользования в общественном дискурсе. Как говорится, теория обретает материальную силу, когда ею овладевают массы. Отдаю себе отчет в том, что парадигма УБУР находится на стадии концептуальных предпосылок, но начинать ее продвижение диктует ситуация в проблематике золотодобычи.

Именно на основе научного, системного подхода профессиональное сообщество золотопромышленников будет способно из своего нынешнего состояния объектности, перейти на уровень субъектности. И, таким образом, вывести отраслевое управление из состояния, которое не предполагает реального влияния отраслевых профессионалов на процессы организации горно-геологических секторов экономики. Профессиональное сообщество обязано обрести решающее влияние на формулирование, принятие и применение правил недропользования. Иначе, по-прежнему «сапоги будут тачать пирожник».

Системный подход требует прежде всего обозначить, по возможности наиболее полно, круг исследуемых проблемных вопросов. Сегодняшняя имплементация которых, своей практической противоречивостью, наполненностью кривотолками, недоизученностью и конфликтностью, вплоть до антагонизма, тормозит, и даже во многих случаях блокирует устойчивое, успешное, беспрепятственное развитие золотодобычи.

Итак, тематика проблемных, как актуальных на сегодня, так и перспективных вопросов может быть следующей:

- использование разведочно-эксплуатационных полигонов (РЭП);
- роль и место эксплуатационной разведки на россыпных ресурсах;
- лесопользование на землях горного отвода;
- работа вольных старателей (мелкообъемная добыча) и ее потенциал для становления юниорных предприятий;
- соответствие выполненным отчетным объемам проектной документации;
- непомерно усложненный порядок лицензирования золотодобычи;

- запутанность и противоречивость правовых оснований использования ресурсов в пределах земельного и горного отводов;

- природоподобные, флювиальные технологии на россыпной золотодобыче и экологический радикализм в отношении россыпей;

- роль и место минералогического туризма в недропользовании;

- золотая формула недропользования, сплошная и выборочная разработка месторождений;

- россыпи в зоне гидродинамических процессов – косовые, русловые и прибрежно-морские;

- добыча попутных ценных компонентов в золотых шлихах;

- получение разрешения для работы на техногенных образованиях.

- открытие окна, организационной экосистемы использования ресурсов особо ценных минералов, редких, редкоземельных металлов и элементов для ускорения освоения современных технологий в микроэлектронике, зеленой энергетике, в широких научно-технологических, инновационных процессах. Так как использование, к примеру, иридия, бериллия, ниобия и других подобных ресурсов в России избыточно закрытая тема.

Допускаю, что перечень, может быть, неполный и в критических замечаниях прошу специалистов его дополнять.

Необходимость отказа от лоббистской методикой принятия решений попробую объяснить на примере полемики вокруг вольного, мелкообъемного старательства. При этом, следует подчеркнуть, что лоббистская методика объективно не может и не должна исчезнуть, так как хорошо работает на стадии формулирования проблемного вопроса. Но не более того.

Основной, ключевой аргумент госчиновников, обосновывающий запрет на работу вольных старателей, звучит в разных интерпретациях, примерно так: «если разрешить добычу, то возрастет воровство золота». Такой тезис и ему подобные обоснования опровергаются с помощью науки, в частности, с помощью графического приложения теории множеств, или, как принято сейчас говорить, Big Data. Надо представить недропользование в виде большого круга в пространстве экономики. Запретную область внутри этого круга изобразить малым кругом. Нетрудно сделать вывод: чем больше область запретов, то есть площадь и, соответственно, окружность запрета, тем больше возможностей и количества векторов экстралегального проникновения в запретный круг.

Таким образом, так называемое «воровство», или, правильнее его называть экстралегальное поведение, увеличивается с увеличением запрещенной области в золотодобыче. А не наоборот, как пытаются внушить многие российские госчиновники и примкнувшие к ним некоторые топ-менеджеры золотопромышленности.

Термин воровство, строго говоря, применимо только там, где золото крадут из технологических процессов на предприятии, как правило, сами работники. Вольные старатели, занимаются поисками и извлечением золота из недр в России экстралегально, то есть, не имея официального разрешения. Грамотно организованное вольное, мелкообъемное, юниорное старательство – важный сегмент отрасли золотодобычи по многим географическим, горно- геологическим, экономическим, демографическим, психологическим, поведенческим традициям и условиям.

Основы позитивного отраслевого управления

Публикации исследований кустарной, мелкообъемной золотодобычи во многих зарубежных странах определенно показывают рост экстралегального поведения в случае затягивания официальной, грамотно сформулированной, гармоничной регламентации для вольных старателей, мелкообъемного недропользования. Рост экстралегального поведения – это мировой тренд в условиях роботизации, цифровизации и соответственно роста безработицы. Этому тренду противопоставляется заявительный, саморегулируемый принцип трудоустройства.

В России вольное, юниорное старательство следует определить как Систему Малообъемного Освоения Минеральных Ресурсов – СиМОМир. Или – СИМОН – Система Мало Объемного Недропользования – это несколько более широкое понятие. Это будут наиболее точные термины, адекватно отражающие горно-геологическую, семантическую, юридическую и гносеологическую суть этого предмета – сегмента отраслей недропользования.

Запрет на малообъемное недропользование, работу вольных старателей в России напоминает запрет индивидуального ведения сельского хозяйства, когда в 30-х годах 20-го века власть запретила крестьянам владение землей и средствами производства.

В результате Россия потеряла огромный пласт трудолюбивого, предприимчивого, успешного труженика. Итогом такой политики стало фатальное отставание и деградация сельского хозяйства, неспособность государства обеспечить продовольственную безопасность, достаточное снабжение населения продуктами питания. И хотя мелкообъемное недропользование в гораздо меньшей мере влияет на обеспечение страны минеральным сырьем, чем крупные предприятия, тем не менее, малообъемное недропользование, юниорное старательство, способно выполнять важнейшие социальные функции по сохранению, развитию и воспитанию качественного человеческого потенциала, трудоспособного сегмента рынка труда в недропользовании. Именно качественный человеческий созидательный потенциал имеет решающее значение для инновационного, устойчивого развития отраслей экономики.

Развивать навыки и способности мыслить логически, выстраивать логические цепочки, воображать и просчитывать варианты развития ситуации, то есть просчитывать, предвидеть будущее, с той или иной степенью вероятности, критически важно в процессах формирования благоприятной среды устойчивого развития. В свою очередь, устойчивое развитие в нашей тематике – это, в том числе, воспитание ответственного, эффективного, законопослушного вольного старателя, гармонично встроенного в легальное недропользование. Это есть одна из, казалось бы, мелких, но когнитивно важных задач адекватной, грамотной регуляции мелкообъемной юниорной добычи золота и, в целом, создания благоприятной среды устойчивого развития, инвестиционной привлекательности недропользования.

Данная тематика выходит далеко за рамки журнальной статьи, поэтому я ограничусь кратким, частичным описанием принципов предлагаемой парадигмы УБУР недропользования. Эти принципы предполагается использовать как критерио-фильтры при рассмотрении и отборе решений:

- принцип здравого смысла по критериям целеполагания и результативности;
- принцип перехода количества, разнообразия и соревновательной конкуренции в качество;
- принцип соответствия производственных отношений уровню развития производительных сил;
- принцип: человек – высший приоритет в ипостасях богатства, потенциала, ресурса, капитала для государства, и/ или человекоцентризм.

Далее, по мере развития тематики, можно насчитать несколько десятков принципов. Некоторые важнейшие из них объединены понятием инклюзивности.

Феномен инклюзивности трактуется как «качество включения многих разных типов людей при сохранении справедливого и одинакового отношения к ним». Переход к инклюзивной экономике означает новый шаг в обуздании чиновничьего всевластия и усиление позиций гражданского общества в целом и профессионального сообщества в частности (Мамедов О. Ю.). Принципами инклюзивности в недропользовании могут быть:

- принцип участия и реализации потенциала всех без исключения;
- принцип равноправия по критериям здравого смысла и равнодоступности;
- принцип роста, устойчивости, стабильности;
- принцип экстраполяции и эквивалентности;
- принцип равноправия и равнозначности материального, социального и духовного благополучия;
- принцип заявительного получения права и регистрации разрешения на трудоустройство;
- принцип передачи полномочий и саморегуляции;
- принцип сетевых и горизонтальных связей;
- принцип минимизации влияния негативных внешних факторов, правила «бритвы» Оккама, регуляторная гильотина.

Внедрение инклюзивных принципов предполагает изменение акцентов госрегулирования с надзора, контроля, претензий, запретов и наказаний на поддержку, помощь, содействие в развитии. Даже этот неполный перечень принципов устойчивого развития, будучи практически использован при реформатировании НПБ, позволит избавить золотопромышленность от многих избыточных, непомерно затратных требований надзорно-контрольных органов, снимет многие затруднения в становлении юниорного движения. XXI

Литература

1. Аджемоглу Дарон, Робинсон Джеймс. Почему одни страны богатые, а другие бедные. Изд-во АСТ, Москва, 2015 г.
2. Буданов В. Г. Методология синергетики в постклассической науке и образовании: Синергетика третьей волны... Изд. 4 доп. URSS. 2017 г.
3. Виниченко В. В. К вопросу организационно-законодательного обеспечения добычи физлицами (вольного приноса) ценных минеральных ресурсов. Методологические и критические аспекты. Недропользование XXI век, №3 (66) июль 2017.
4. Виниченко В. В. Смогут ли российское недропользование обрести здравые, осмысленные, созидательные ориентиры? Золотодобыча, 2014, № 185.
5. Джонсон Р., Каст Ф., Розенцвейг Д. Системы и руководство. Издательство «Советское радио», Москва, 1971 г.
6. Кавчик Б. К. Законодательство необходимо откорректировать с учетом реальной сырьевой базы россыпного золота. Золотодобыча, 2009, №124.
7. Кавчик Б. К. Продолжается тяжба старателей с Росгеолэкспертизой по поводу техногенных россыпей. Золотодобыча. 2020. № 255.
8. Лунышин П. Д. Кавчик Б. К. Налоги горного предприятия. Почему их теряет государство? Золотодобыча. 2020, № 265.
9. Лунышин П. Д. Новые поборы с золотодобытчиков. Золотодобыча, 2010, № 242.
10. Лунышин П. Д. Что мешает старателям добывать россыпное золото в России. Золотодобыча, 2017, №228. пр
11. Мамедов О. Ю. Экономика инклюзивной цивилизации. Terra Economicus, 2017, том 15, №3.
12. Панфилов Е. И. О повышении качества федеральных законов, касающихся освоения минеральных ресурсов недр Земли (экспертная оценка). Рациональное освоение недр, № 2, 2020 г.
13. Прусс Ю. В. О проблеме управления горно-геологическим комплексом России. Золотодобыча. 2013 г. Июль.
14. Прусс Ю. В. Вольный принос: стереотипы мышления. Золотодобыча. 2013 г. Август.
15. Суинберн Ричард. Существование бога. Ин-т философии РАН. М., 2014г.
16. Таракановский В. И., Лунышин П. Д. Проблемы правового регулирования в сфере недропользования. Золотодобыча, 2016, №211.

UDC 553.411.071

V.V. Vinichenko Mining engineer, Deputatskiy GOK, vvvmyeko@mail.ru

JUNIORS IN GOLD MINING: SYSTEMATICS, PROGRAMMING OR LOBBYING?

Abstract: The author analyzes organizations and juridical events in gold mining. Problems and contradictions display in juniors gold mining movement. The author bases and offers systematic approach to solve branch administration contradictions and put in order possible methodology to accept juridical and administrative solutions in gold mining.

Keywords: subsurface use gold mining, systematics, juniors movement, perfection, causal relationship, principles, inclusiveness, sustainable development.



Бурдин Д.Б.
гл. геолог ФБУ «ГКЗ»,
зам. председателя ЦКР-ТПИ Роснедр
burdin@naen.ru

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ И ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРАВА ПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДРАМИ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР ПО ЗАЯВИТЕЛЬНУМУ ПРИНЦИПУ В РФ

В статье проведен анализ истории развития заявительного принципа при лицензировании работ связанных с геологическим изучением недр в РФ. Выполненный ретроспективный анализ норм и правил, а также действующих норм определил круг проблемных вопросов, сдерживающих развитие юниорного бизнеса в России. Предложен ряд действий на нивелирование избыточных административных барьеров, позволяющих повысить инвестиционную привлекательность юниорного сектора горногеологической отрасли РФ в условиях санкций.

Ключевые слова: юниоры, геологоразведка, инвестиции, горнодобывающая отрасль, первооткрывательство, CRIRSCO, лицензирование, разведочные компании, инвестиционная привлекательность, прирост запасов, воспроизводство минерально-сырьевой базы, МСБ, развитие технологий.

На протяжении уже многих лет, вопрос повышения инвестиционной привлекательности горно-геологической отрасли, выполнение стратегической задачи по воспроизводству минерально-сырьевой базы напрямую связывают с вопросом развития рынков «юниорных» компаний.

Основной целью деятельности «юниорных» компаний (западный опыт), является поиск и разведка новых месторождений полезных ископаемых. При этом в мировой практике, основная доля их прибыли формируется за счет капитализации от разведанных запасов и ресурсов при публичном размещении акций компании на фондовом рынке.

Одной из вех в вопросе развития юниорного бизнеса в РФ, конечно же можно считать выход в 2016 году Приказа Минприроды России от 10.11.2016 № 583 «Об утверждении Порядка рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для геологического изучения

недр (за исключением недр на участках недр федерального значения и участках недр местного значения)» (далее по тексту – Приказ 583).

Данный приказ закрепил в РФ принцип представления права пользования недрами в целях геологического изучения по заявительному принципу (т.е. условно безвозмездно).

Несмотря на многолетний опыт реализации принципов безвозмездной выдачи лицензий в РФ, в профессиональной сфере, а также результатами проверок контролирующих органов, отмечается, что несмотря на наличие, казалось бы, упрощенной схемы получения лицензии на право пользования недрами, это не привело к ожидаемому эффекту и не вызвало приемлемого повышения уровня геологической изученности, а также решения актуальных задач государственной системы управления фондом недр: воспроизводство минерально-сырьевой

базы; прирост запасов полезных ископаемых; повышение инвестиционной привлекательности отрасли; развитие рынка юниорных компаний.

В настоящей статье предпринята попытка проанализировать эволюцию действующих норм с целью определения основных возможных сдерживающих факторов, а также определить перво-степенные пути совершенствования нормативно-правового обеспечения, позволяющего поднять вопрос о выполнении задач по воспроизводству минерально-сырьевой базы на новый уровень.

Для начала повторимся, первый этап, предполагавший стимулировать развитие юниорного рынка и восполнение минерально-сырьевой базы характеризуется введением положений Приказа 583.

Ожидалось, что рынок наполнится геологоразведочными компаниями, которые будут способны обеспечить должное развитие отношений в горно-геологической отрасли, а также решение стратегических задач. Однако этого не произошло.

В профессиональной среде это связывают с наличием определенных административных барьеров системного характера, в т.ч. отношения государства к результатам геологоразведочных работ, выполняемых за счет собственных или привлекаемых средств недропользователя (не за счет средств федерального бюджета).

К тому же, в силу сложившейся практики и менталитета, в РФ практически отсутствует понимание чисто «юниорного» формата деятельности (в понимании западного опыта). Большинство «геологоразведочных компаний», являются либо дочерними компаниями добычных компаний, либо, априори, ставят себе стратегической целью – ведение добычных работ на вновь открываемом месторождении ПИ (зачастую такая схема реализуется на россыпных объектах).

В целом, укрупненно, механизм реализации юниорного проекта по заявительному принципу в РФ представлен на **рисунке 1**.

Последующая эволюция Приказа 583 существенно структурировала порядок лицензирования, а по некоторым аспектам внесла ясность и дополнила правовые «пробелы», что внесло существенное положительные сдвиги в данном вопросе.

Однако, в целом, концепция выдачи лицензий на геологическое изучение по заявительному принципу, в части процедуры исполнения и государственного регулирования от стадии «greenfield» до стадии «brownfield» осталась неизменной, что, на наш взгляд, является одним из сдерживающих факторов в вопросе изменения динамики развития юниорного сектора в лучшую сторону, а также изменения ситуации с воспроизводством минерально-сырьевых ресурсов.

Для определения сдерживающих факторов и возможных механизмов их нейтрализации, да-

вайте проследим порядок регулирования отношений юниор/недропользователь – государство до стадии «brownfield». При этом мы рассмотрим концептуальные положения Приказа 583 и его преемников, рожденных в результате его реформирования, которые имеют непосредственное отношение к независимому – юниорному сектору отрасли, в части выполнения ГРП за счет собственных (а также привлеченных) средств юниора/недропользователя, а именно: приказ Минприроды России и Роснедр от 13.10.2021 № 740/06; Приказ Минприроды России и Роснедр от 28.10.2021 № 802/20 (**Рисунок 2**).

На наш взгляд, введение заявительного принципа при лицензировании ГРП заложило большой потенциал для развития отрасли, создало условия для восполнения МСБ РФ, а также могло стать фундаментным для развития независимых отечественных экспертных систем в РФ.

Согласно общей концепции, Федеральным агентством по недропользованию формируются два основных перечня участков недр, предлагаемых для предоставления в пользование в целях геологического изучения недр: осуществляемого за счет государственных средств; осуществляемых за счет собственных/привлеченных средств недропользователей (на основании полученных заявок).

При этом, недропользователь, может получить лицензию для геологического изучения, включая поиск и оценку (лицензии типа «П»), по заявительному принципу (безвозмездно), при выполнении определенного ряда четко формализованных условий, связанных с физической возможностью выполнения работ на планируемом лицензионном участке.

После получения лицензии, недропользователю вменяется в обязанность выполнить проектирование, пройти государственную экспертизу проекта, выполнить работы в соответствии с положениями проекта в установленных лицензией временных интервалах, в соответствии с проектными объемами, подготовить отчет о выполненных работах с разработкой ТЭО кондиций и подсчетом запасов (в случае их обнаружения).

Отдельно необходимо отметить, что недропользователь, выполняя поисково-оценочные и геологоразведочные работы на участке недр за свой счет (или за счет заемных средств), не обладает прямым правом, в случае обнаружения и/или попутной добычи реализовать полезное ископаемое, также лицензия на геологическое изучение недр дает право изучения только того вида (или видов) полезного ископаемого, который указан в лицензии, и дает ее владельцу приоритетное право на получение лицензии на право добычи только в случае установление факта первооткрывательства.

В дальнейшем, для получения разрешения на добычу и реализацию полученного полезного ис-

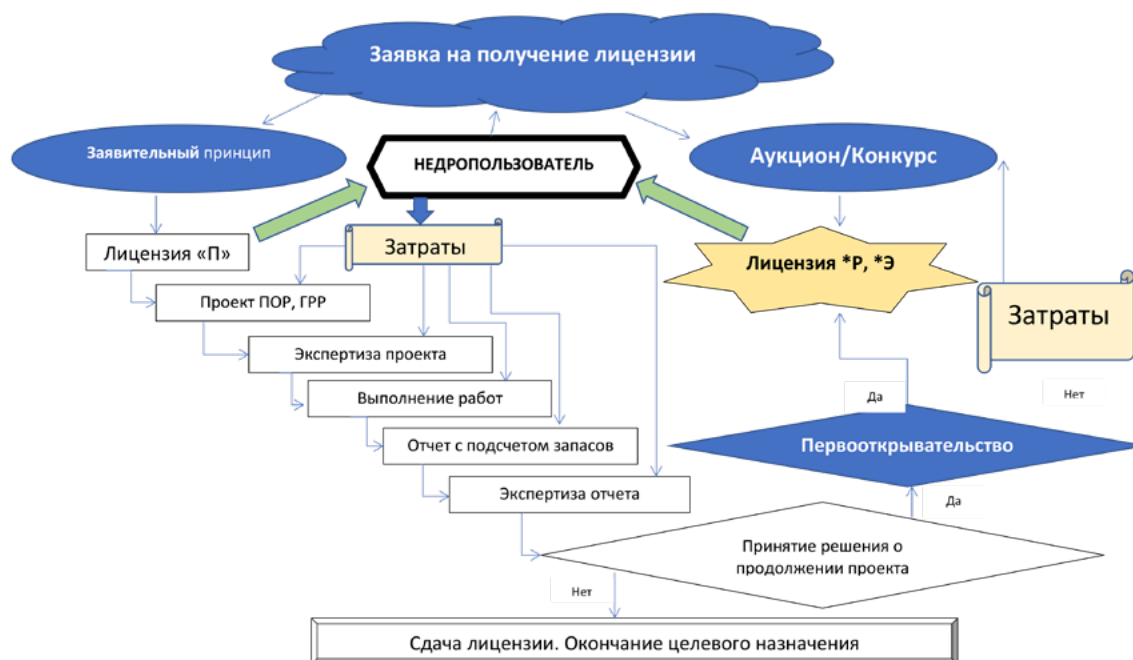


Рис. 1.

Процедура исполнения работ в соответствии с лицензией на геологическую изучение (тип П)

копаемого необходимо переоформление лицензии с типа «П» на тип «Р» – одновременное геологическое изучение и добыча ПИ. Такое переоформление возможно по нескольким вариантам: оформление первооткрывательства; победа на аукционе.

1. Оформление первооткрывательства.

В настоящее время, оформление первооткрывательства происходит в соответствии с Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федерального агентства по недропользованию от 26.10.2021 № 796/19.

При этом, Приказ не содержит описания объективных критериев «первооткрывательства», упоминается лишь, что на месторождении должен быть выполнен ряд работ, который привел к появлению запасов балансовых категорий (т.е. А+В+С1+С2).

Согласно определению термина «месторождение полезных ископаемых», изложенному в «Геологическом словаре» (Т1. М.: Недра, 1979 с. 423) – природное скопление (местоскопление, местонахождение) минерального вещества (полезного ископаемого) на поверхности или в недрах Земли в результате тех или иных геологических процессов, которое по количеству, качеству и горнотехническим условиям разработки пригодно для промышленной разработки с положительным экономическим эффектом.

Следовательно, под «месторождением» понимается объект недропользования с наличием балансовых запасов категорий А+В+С1+С2 (за балансовые запасы в расчет не принимаются).

Логично было бы утверждать, что объект, на котором учитываются только ресурсы категорий Р1+Р2+Р3 не является месторождением с позиции данного определения.

Однако, при расчете стоимости за пользование недрами, а также при расчетах стартового платежа, при проведении аукциона, данная категория участвует в расчетах.

После получения статуса «первооткрывателя», недропользователь приобретает права на получение лицензии типа «Р» без проведения аукциона, по цене, рассчитанной лицензионной службой и кратной объему запасов и ресурсов, поставленных на государственный баланс недропользователем, после выполнения им необходимых работ по поиску и оценке (ПОР), а также разведке (ГРП) за собственный счет! В профессиональной среде такой механизм государственного регулирования получил название «штраф за открытие месторождения».

2. В случае отсутствия статуса «первооткрывателя», недропользователь, выполнивший весь комплекс ПОР и ГРП не обладает вышеописанной «льготой» на получение лицензии на право пользования недрами и на общих правах вынужден участвовать в аукционе в независимости от объема прироста запасов, их стратегического (политического, экономического) значения для страны, а также объема понесенных затрат и степени инновационности и импортозамещенности технологий, применяемых в процессе ПОР и ГРП. Подчеркиваем, что недропользователь, при этом, должен участвовать в аукционе на приобретение

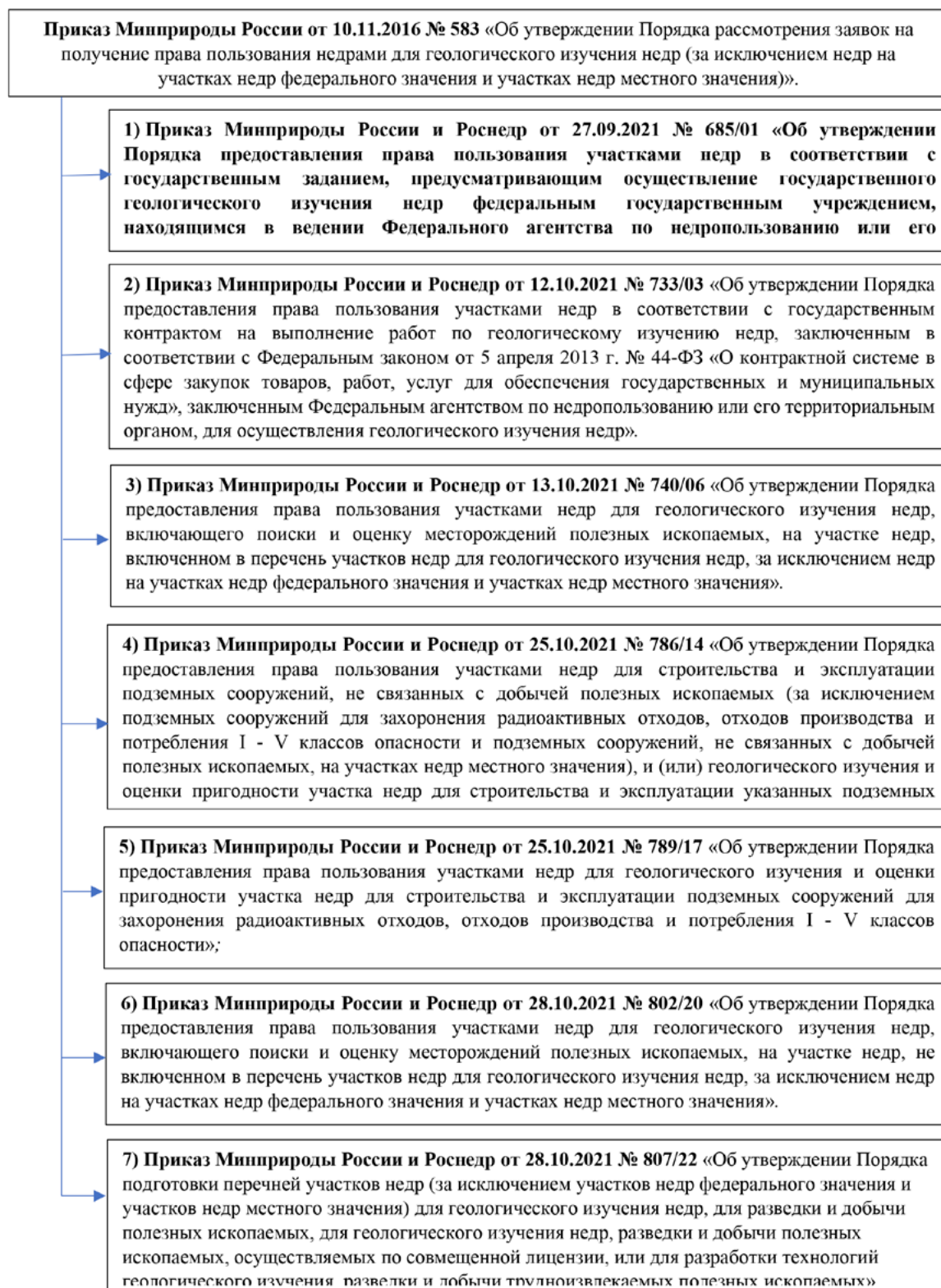


Рис. 2.

Правоприемники Приказа 583 в соответствии с Приказом Минприроды России от 09.12.2021 № 929

права пользования недрами, на участке с понесенными им (юниором/недропользователем) капитальными и операционными затратами.

По большому счету, недропользователь/юниор, не имеет прав на результат своего труда (подчеркнем – выполняемого за собственный счет без привлечения бюджетных средств) и вынужден платить за запасы, которые сам же и разведает.

Здесь начинает действовать незамысловатый принцип – чем больше разведает и поставил на государственный баланс – тем больше заплатил, при переоформлении «П» на «Р» (при первооткрывательстве) или на аукционе.

Следовательно, рассмотрев процесс выполнения работ юниором/недропользователем в РФ, по «разведочной лицензии» (тип «П»), мы можем констатировать основную причину недостаточного прироста запасов от выполнения работ по лицензиям, выданным по заявительному принципу – у недропользователя нет логического и здравого основания показывать реальную перспективу лицензионного участка (истинные запасы A+B+C1+C2 и ресурсы P1+P2).

Складывается порочная практика, когда геологоразведка не несет за собой экономического эффекта для юниора-недропользователя априори, как обособленная деятельность, а значит и народно-хозяйственного и экономического смысла для государства:

- добывать и реализовывать продукт нельзя;
- чем больше разведает, тем больше потерял (а ведь эти средства могли бы пойти на реализацию уже добычного проекта, с намного более высоким уровнем капитализации);

- в процессе разведки и по ее окончании, излишние документальные работы и временные интервалы (вопрос сроков, качества, достаточности и компетентности экспертиз).

Получается обратный эффект, вместо стимулирования геологического изучения и добычи, участники отношений (кроме государства) не заинтересованы в приросте запасов «в белую».

Государственная система регулирования все еще содержит ряд механизмов, прямо и косвенно содействующих сокрытию реального положения дел на лицензионном участке до тех пор, пока лицензия не будет переоформлена на «добычную».

Как мы видим, причина низкой эффективности ПОР и ГРР вовсе не в применении отечественной классификации запасов или кодексов отчетности семейства CRIRSCO, привлечения западных (международных) специализированных экспертных организаций.

Для справки отметим, что в мировой практике юниорных бизнес (в мире в этот сегмент включают компании с капитализацией до 1 млрд долларов главным образом занятые ГРР и не-

крупные производители) – не относится к «венчурным». При сопоставимых рисках на ранних стадиях (убытки юниоров ежегодно составляют несколько миллиардов долларов США) – в горном секторе нет возможности масштабирования сопоставимой с технологическими компаниями. Эту разницу подчеркивает и разный характер финансирования «венчурных» компаний и горных юниорных компаний. Первый в основном финансируют крупные специализированные частные фонды, второй почти исключительно биржи.

Биржи – это деньги большого числа непрофильных частных инвесторов. Для их защиты нужны определенные стандарты раскрытия для горных компаний при привлечении института компетентных персон, но это уже тема отдельного анализа.

Существующая российская парадигма не предусматривает существование формализованного рынка инвестиций в геологическом секторе. Объяснение – Российской финансовой сферой (в т.ч. ЦБ) как юниорный, так и горнодобывающий сектор отнесены к высокорисковому – венчурным.

Данное отнесение приводит к тому, что юниорные компании, не обладающие достаточным залоговым фондом (лицензия с ресурсами и запасами не признается залоговым активом), практически не имеют возможности привлечь финансирование для выполнения работ по геологическому изучению.

В качестве выводов заключения отметим, что, по нашему мнению, для повышения эффективности ПОР и ГРР, а также повышения инвестиционной привлекательности отрасли, развитию юниорного сектора, первоочередными задачами являются:

1. Разработка и утверждение терминологического аппарата;

2. Разработка редакции и внесение изменений в нормативно-правовые акты в части того, что «общее геологическое изучение недр» не имеет, в условиях рыночной экономики, народно-хозяйственного значения, без дальнейшего применения его результатов, с целью получения экономического результата, повышения стратегической безопасности, либо поиска предметов, представляющих историческую или художественную ценность.

Таким образом, необходимо рассмотреть возможность исключения из общей номенклатуры лицензий, выдаваемых с целью геологического изучения при выполнении работ юниором/недропользователем за счет собственных (привлекаемых) средств. Данный тип лицензий возможен к выдаче лишь в случаях, когда работы по геологическому изучению планируется выполнять за счет бюджетных средств, в целях контроля за их расходованием и сопоставлением и получаемыми результатами.

3. Внесение изменений в Приказ Минприроды России от 26.10.2021 № 796/19 в части конкре-

тизации, формализации и расширению условий признания факта первооткрывательства или приравненных к ним условий (например переоценка запасов, поставленных на баланс более чем 40 лет назад или прирост запасов более чем на 60-70%;

4. Внесение изменений в сопутствующие нормативно-правовые акты, в т.ч. смежных ведомств;

5. Разработка механизмов поощрения/стимулирования недропользователей за перевод запасов в более высокие категории;


Глубокая проработка вышеназванных вопросов существенно изменит инвестиционную привлекательность ГРП, будет способствовать развитию юниорного бизнеса в РФ. При этом:

– снизится организационно-техническая нагрузка на ответственные подразделения Роснедр (включая территориальные подразделения);

– снизится уровень коррупционных факторов;

– повысится роль независимого экспертного сообщества;

– повысится степень проработки и достоверности работ и результатов.

Также, по нашему мнению, поддерживаемому профессиональным сообществом (АООН «НАЭН», ОЭРН), для практического решения ключевого вопроса развития фондовых площадок необходимо создать рабочую группу, в составе как профессионального сообщества (АООН «НАЭН», ОЭРН), так и профильных элементов государственной системы регулирования: Минфин, Минэкономразвития, Минприроды, Госдума, ЦБ, Роснедра, Росгеология, с целевой задачей – организация биржевого, венчурного фондирования юниоров. 

Литература

1. Приказ Минприроды России от 10.11.2016 № 583 «Об утверждении Порядка рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для геологического изучения недр (за исключением недр на участках недр федерального значения и участках недр местного значения)».
2. Приказ Минприроды России и Роснедр от 27.09.2021 № 685/01 «Об утверждении Порядка предоставления права пользования участками недр в соответствии с государственным заданием, предусматривающим осуществление государственного геологического изучения недр федеральным государственным учреждением, находящимся в ведении Федерального агентства по недропользованию или его территориального органа».
3. Приказ Минприроды России и Роснедр от 12.10.2021 № 733/03 «Об утверждении Порядка предоставления права пользования участками недр в соответствии с государственным контрактом на выполнение работ по геологическому изучению недр, заключенным в соответствии с Федеральным законом от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», заключенным Федеральным агентством по недропользованию или его территориальным органом, для осуществления геологического изучения недр».
4. Приказ Минприроды России и Роснедр от 13.10.2021 № 740/06 «Об утверждении Порядка предоставления права пользования участками недр для геологического изучения недр, включающего поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, на участке недр, включенном в перечень участков недр для геологического изучения недр, за исключением недр на участках недр федерального значения и участках недр местного значения».
5. Приказ Минприроды России и Роснедр от 25.10.2021 № 786/14 «Об утверждении Порядка предоставления права пользования участками недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых (за исключением подземных сооружений для захоронения радиоактивных отходов, отходов производства и потребления I - V классов опасности и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, на участках недр местного значения), и (или) геологического изучения и оценки пригодности участка недр для строительства и эксплуатации указанных подземных сооружений».
6. Приказ Минприроды России и Роснедр от 25.10.2021 № 789/17 «Об утверждении Порядка предоставления права пользования участками недр для геологического изучения и оценки пригодности участка недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений для захоронения радиоактивных отходов, отходов производства и потребления I - V классов опасности».
7. Приказ Минприроды России и Роснедр от 28.10.2021 № 802/20 «Об утверждении Порядка предоставления права пользования участками недр для геологического изучения недр, включающего поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, на участке недр, не включенном в перечень участков недр для геологического изучения недр, за исключением недр на участках недр федерального значения и участках недр местного значения».
8. Приказ Минприроды России и Роснедр от 28.10.2021 № 807/22 «Об утверждении Порядка подготовки перечней участков недр (за исключением участков недр федерального значения и участков недр местного значения) для геологического изучения недр, для разведки и добычи полезных ископаемых, для геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых, осуществляемых по совмещенной лицензии, или для разработки технологий геологического изучения недр, разведки и добычи трудноизвлекаемых полезных ископаемых».
9. Д.Б. Бурдин. Концептуальные подходы к классификации запасов и ресурсов ТПИ. Межотраслевой научно-технический журнал «Недропользование XXI век». № 3-4 сентябрь 2021. стр.4.
10. Д.Б. Бурдин. Кодекс НАЭН в системе оценки инвестиционной привлекательности объектов недропользования (Российская система компетенций при оценке российской ресурсной базы). Межотраслевой научно-технический журнал «Недропользование XXI век». № 1-2 июнь 2021. стр.52.

UDC 657.6; BBC 65.052.8

D.B. Burdin, Chief Geologist, FBO State Reserves Commission; Deputy Chairman, Central Development Committee for Solid Commercial Minerals, burdin@naen.ru

ANALYSIS OF THE APPLICATION AND ISSUES OF IMPROVING THE REPRESENTATION OF THE RIGHT TO USE THE SUBSOIL FOR THE GEOLOGICAL STUDY OF THE SUBSOIL ACCORDING TO THE DECLARATIVE PRINCIPLE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: The article analyzes the history of the development of the declarative principle in licensing works related to the geological study of the subsurface in the Russian Federation. A retrospective analysis of the norms and rules, as well as the current norms, has identified a range of problematic issues hindering the development of junior business in Russia. A number of actions are proposed to level out excessive administrative barriers that allow increasing the investment attractiveness of the junior sector of the mining and geological industry of the Russian Federation in the conditions of sanctions.

Keywords: junior, geological exploration, investment, mining industry, pioneering, CRIRSCO, licensing, exploration company, investment appeal, reserves growth, reproduction of mineral resource base, mineral resource base, technology advancement.

**Горкин Г.М.**

аспирант, младший научный сотрудник лаборатории «Сравнительного анализа осадочных бассейнов»
gorkin_g96@mail.ru

**Рязанова М.В.**

аспирант Институт физики Земли им. Шмидта Российской академии наук, Россия
ryazanovamasha@yandex.ru

ЮНИОРНЫЙ БИЗНЕС В РОССИИ, ВЗГЛЯД В ПРОШЛОЕ И В БУДУЩЕЕ

В данной работе авторами рассмотрены перспективы развития юниорного бизнеса в России, а также основные причины проблем, в которых он погряз. Авторы не просто озвучивают недостатки системы взаимодействия государства – юниорных компаний – добывающих компаний, а предлагают реальные пути их решения на примере западных коллег. Помимо этого, уделяется большое внимание рыночному равновесию, к которому необходимо стремиться в столь динамично изменяющихся условиях рынка.

Ключевые слова: юниорный бизнес, юниорные предприятия, геологоразведка.

Геологоразведочный сектор России развивается, но не развит. Его научная канва нуждается в практическом выражении. Необходима возможность открытия новых месторождений с принесением прибыли. В действительности двадцать первого столетия она оказывается реальной, если применяются современные подходы и стратегии. Обширный горнопромышленный мировой опыт доказывает, что стране нужно реализовываться с помощью не так давно возникшей организационно-правовой формы в виде юниорных компаний. Так, в Канаде на сегодняшний день насчитывается 1650 юниорных предприятий [1].

Данный вид малого бизнеса охватывает три глобальных уровня государственного развития так, как по известной древней легенде Земля прочно стоит на трёх слонах. Это геологический, экономический и социально-политический уровни. Он совершенствует инновационный рынок, усиливает трудовую мобильность. В узком смысле – обладает гибкостью, быстро извлекает,

собирает и транспортирует углеводороды, вовлекает предметы небольших размеров в разработку после поиска и оценки. В России за последнее десятилетие наблюдается недостаток объектов, подготовленных для разведки, потому рассмотрение перспектив юниорного бизнеса является актуальным. Динамика увеличения числа организаций этой сферы будет положительной только в том случае, если государство окажет поддержку, решит проблемы, которые затормаживают геологическое благополучие.

Территориальный вопрос. Российская Федерация по своей территории сопоставима с некоторыми частями света и материками, но слабо освоена логистически (особенно на территориях крайнего севера), обладает множеством месторождений, которые по большей части ещё не разведаны. Причиной тому является своеобразное территориальное классовое неравенство – неравномерное распределение организаций сферы малого бизнеса. В основном оно сконцентри-

ровано в Центральном федеральном округе. Равномерность размещения улучшит положение экономического сектора страны и повысит уровень инновационной активности во всех субъектах РФ со значительным числом крупных промышленных предприятий.

Геологической отрасли уместно локализоваться. Некоторую часть полезных ископаемых следует ввести под наблюдение республик, краёв и областей с присутствием контроля федеральных министерств и ведомств (например, Дальневосточный федеральный округ и Республика Саха). Только особо важные виды ресурсов (нефть, газ) – оставить централизованными.

Юниорным компаниям необходима помощь органов власти регионального ракурса.

Коммерческий вопрос. Всё познаётся в сравнении. И экономико-геологическая статистика в Минприроды и Федеральном агентстве по недропользованию не исключение. Она значительно хуже, чем в компаниях горного бизнеса США, Канады, Австралии.

Если составить сопоставительную характеристику лидера по юниорным компаниям (Канады) и новичка (России), то становятся ясными недостатки, требующие изменений или вовсе устранения. В канадской системе право проведения геологоразведочных работ предоставляется при наличии лицензии, и при их безуспешном выполнении не возникает вопросов «Кто виноват?» и «Что делать?»; в российской же, напротив, государство намечает местность для разведки, и ресурсы для работы достаются тому, кто материально обеспеченнее. В Канаде в отличие от России бюджетные денежные средства вкладываются в выбранный проект не чиновником, а инвестором, у которого интерес – эффективно получить максимальный результат. Кроме того, важна кредитная роль: канадские фондовые биржи – Торонтской фондовой (TSX) для обслуживания рынка акций крупных и средних компаний и Венчурная биржа (TSXV) выступают против единственного поощряющего геологоразведочные работы российского механизма (отчисления на ВМСБ), который и то был ликвидирован в 2001 году.

Проблема финансирования геологоразведочных работ стоит довольно остро. Нет нужного объёма личных средств и возможности получения кредита в банке (без залога не выдаётся). Доступен лишь один путь, на который мало кто согласен, – приобретение на рынке рискованного капитала. От государства требуется создание такой системы управления, которая станет опорой геологоразведочным организациям. Такая специфическая экономическая сфера, как юниорные компании, не способна рассчитывать только на поступление частного инвестирования.

Российская горная промышленность не выдерживает мировой конкуренции, выступает лишь посредником между зарубежным производителем, развивается в сфере быстрого денежного оборота. Затраты на разведку полезных ископаемых в стране очень малы. Средняя плотность геологоразведки в десяти ведущих странах за последние годы составила почти 100 долл./км², тогда как в России этот показатель не превышает 28 долл./км² [2].

Государством может осуществляться плавное регулирование недропользования с изменением размера налоговых льгот, стоимости предъявления прав. Это позволит юниорным предприятиям сдвинуться со стартовой позиции.

Архивно-документальный вопрос. На сегодняшний день система геологических фондов хранит основной информационный поток по геологии и полезным ископаемым территории Российской Федерации, который был получен в советское время за счёт бюджетных средств. Этот «клад» является государственной собственностью. Потому недропользователь сталкивается с проблемой свободного доступа. Такой правовой порядок установлен согласно закону РФ «О недрах». Геологические энтузиасты проводят поисковые работы своими средствами без учёта государственной заинтересованности. Плата может достигать до 400 тысяч рублей за один отчёт по воспроизводству минерально-сырьевой базы, по письменному разрешению владельца информации. А если юридическое лицо не является недропользователем, а только собирается им стать, доступ к геологической информации ему вовсе закрыт.

Этот сложный доступ к документальным фондам создаёт неблагоприятное положение для страны и общества, в ней проживающего: значительная часть геологических данных не используется, пылится в архивах. Таким образом государство теряет контроль над бюджетом и несёт убытки, а бизнес использует в своей работе материал сомнительного качества. Подтверждением являются оценки Геологической службы штата Иллинойс в США: обращение к архивным данным и использование результатов позволяет снизить стоимость геологоразведочных работ на 40-70 % [3]. Российскому государству необходимо открыть информационные двери для геологоразведочного бизнеса, в частности, для его малой формы – юниорных компаний.

Вопрос рыночного равновесия. В России юниорные предприятия не воспринимаются как активный участник рынка, значимый фактор развития экономики. У государства нет обширного опыта работы с малыми организациями. Его бюрократическая структура, сформированная под процесс укрупнения бизнеса, не способна реализовать программы по перспективному будущему юниорных компаний.

В области геологоразведки месторождений полезных ископаемых работают в основном крупные специализированные компании со сложным и дорогостоящим техническим оборудованием (например, Минэнерго России и нефтегазовый комплекс с большим вложением денежных средств). За счёт госбюджета пока не создана инфраструктура, обеспечивающая малые юниорные компании в виде геологических центров, проводящих консультации, фондов поддержки, оборудования. Это приводит к экономическому застою: нефтяная отрасль непродуктивна, когда в разработке не участвуют мелкие месторождения в хорошо развитых нефтегазодобывающих районах Волго-Урала, Поволжья, Предкавказья, Западной Сибири. Засвидетельствован период 2006-2008 гг., называемый «богатым» в российской истории рынка, который прервался из-за деятельности государства, укрупняющего бизнес [4].

Сами крупные компании России готовы вкладываться в интересные проекты малого бизнеса, но делают это с крайней осторожностью, в минимальных численности. А иностранные инвесторы с опасением относятся к вложениям своего капитала в российские компании из-за оправданных рисков.

Весам рынка следует обрести равновесие, опять же с помощью главного механизма – государства. Должна произойти переориентация от работы только с крупными компаниями к работе с малыми.

У юниорных компаний геологоразведочной отрасли есть перспективы развития в России, но инициация действий должна происходить именно от государства. Этой форме малого бизнеса необходима государственная поддержка, решение обозначенных вопросов, устранение препятствующих проблем.

В России есть квалифицированный персонал, обладающий высоким профессионализмом, достойным уровнем менеджмента, умением найти единомышленников, грамотную команду для разведки и оценки месторождений полезных ископаемых. Это представители науки, готовые сотрудничать и выполнять связанные с геологоразведкой работы. По их позитивной оценке, малый бизнес занимает незначительное место, не более 20%. Его расцвет в геологичес-

ком секторе тормозит отсутствие свободного доступа к архивной информации, стабильной системы прав собственности на недра, разработки специальной системы налогообложения.

Юниорные компании аргументированно должны войти в оборотность рынка России. В частности, они [5]:

- проводят геолого-технологический анализ методов добычи каждого рассматриваемого месторождения;

- осуществляют полный контроль от закупок и до момента реализации объекта.


В общем:

- дают возможность коммерциализировать научные знания;

- создают мотив самореализации.

Государству следует перестать опасаться того, что экономические нововведения лишат эффективности уже стоящую особняком систему, разрушат её. Важнейшая государственная задача – обеспечение будущих поколений российских граждан запасами минерального сырья в недрах. На это способны недооценённые юниорные компании как новая потенциальная форма малого бизнеса. Иностранный опыт показывает, как этот практический инструмент действует длительное время и обеспечивает положительный эффект для геологоразведочного сектора с государственными вложениями на региональном уровне.

Россия обладает большим количеством ещё не изученных недр, нуждается в поиске и разработке небольших месторождений полезных ископаемых, в которых, мало заинтересованы крупный бизнес и федеральная власть. Конечно, очевидна изменчивость мира на сегодняшний день. Этот фактор, с одной стороны, увеличивает цену ресурсов, усиливает инвестиционный интерес к нефтегазовой отрасли, а, с другой стороны, представляет риски, которые могут быть не оправданы материально. Однако геология продолжает оставаться привлекательной сферой вложения капитала с возможным получением прибыли. Обеспечившись государственной поддержкой, сорвать куш смогут перспективные юниорные компании.

Работа выполнена в рамках тематических работ ГИН РАН. 

Литература

1. Макиев С.С., Курчик А.М., Лунькин А.Н. Проблемы малого бизнеса в геологоразведочном секторе страны //Профессиональное образование и общество. – 2016. – № 2. – С. 199-201.
2. Бобылов Ю.А., Макиев С. С. Юниорные компании как фактор развития российской геологоразведки //Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2017. – № 3 (83). – С. 102-114.
3. Ставский А.П., Войтенко В.Н. Перспективы развития геолого-разведочных работ в России //Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2006. – № 1. – С. 18-27.
4. Астахов А.М., Астахов С.М. Проблемы малого и юниорного бизнеса в нефтегазовой сфере России. Часть 1. Опыт социологического исследования //Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2020. – Т. 15. – № 3. – С. 25.
5. Ененкова О. А. Перспективы развития малых геологоразведочных компаний //Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2014. – № 2. – С. 310-313.

**Gorkin G.M.**

postgraduate Student, Junior Researcher, Laboratory for Comparative Analysis of Sedimentary Basins
gorkin_g96@mail.ru

**Ryazanova M.V.**

postgraduate Student of Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Russia
ryazanovamasha@yandex.ru

JUNIOR BUSINESS IN RUSSIA, A LOOK INTO THE PAST AND INTO THE FUTURE

In this paper, the authors consider the prospects for the development of junior business in Russia, as well as the main causes of the problems in which it is mired. The authors do not just voice the shortcomings of the system of interaction between the state-junior companies-mining companies, but offer real ways to solve them using the example of Western colleagues. In addition, much attention is paid to market balance, which must be strived for in such a dynamically changing market environment.

Keywords: junior business, junior enterprises, exploration.

The exploration sector in Russia is developing, but not developed. Its scientific outline needs practical expression. The possibility of discovering new deposits with profit is needed. In the reality of the twenty-first century, it turns out to be real if modern approaches and strategies are applied. Extensive mining world experience proves that the country needs to be realized with the help of a recently emerged organizational and legal form in the form of junior companies. So, in Canada today there are 1650 junior enterprises [1].

This type of small business covers three global levels of state development, as according to a well-

known ancient legend, the Earth stands firmly on three elephants. These are geological, economic and socio-political levels. It improves the innovative market, enhances labor mobility. In a narrow sense, it has flexibility, quickly extracts, collects and transports hydrocarbons, involves small objects in development after exploration and evaluation. In Russia, over the past decade, there has been a lack of objects prepared for exploration, therefore, consideration of the prospects for junior business is relevant. The dynamics of the increase in the number of organizations in this area will be positive only if the state provides support and solves the problems that hinder geological well-being.

Territorial issue. The Russian Federation is comparable in its territory to some parts of the world and continents, but it is poorly developed logistically (especially in the territories of the far north), it has many deposits, which for the most part have not yet been explored. The reason for this is a kind of territorial class inequality - the uneven distribution of small business organizations. It is mainly concentrated in the Central Federal District. The uniform distribution will improve the position of the country's economic sector and increase the level of innovation activity in all regions of the Russian Federation with a significant number of large industrial enterprises.

It is appropriate for the geological industry to localize. Some of the minerals should be brought under the supervision of republics, territories and regions with the presence of control of federal ministries and departments (for example, the Far Eastern Federal District and the Republic of Sakha). Only especially important types of resources (oil, gas) should be left centralized.

Junior companies need help from regional authorities.

Commercial question. Everything is relative. And economic and geological statistics in the Ministry of Natural Resources and the Federal Agency for Subsoil Use is no exception. It is much worse than in mining companies in the US, Canada, and Australia.

If we make a comparative description of the leader in junior companies (Canada) and the newcomer (Russia), then shortcomings that require changes or even eliminations become clear. In the Canadian system, the right to conduct exploration work is granted with a license, and if they are unsuccessful, there are no questions «Who is to blame?» and «What to do?»; in Russia, on the contrary, the state outlines the area for reconnaissance, and the resources for work go to those who are financially better off. In Canada, unlike in Russia, budget funds are invested in the selected project not by an official, but by an investor who is interested in effectively obtaining the maximum result. In addition, the credit role is important: the Canadian stock exchanges – the Toronto Stock Exchange (TSX) to service the share market of large and medium-sized companies and the Venture Exchange (TSXV) oppose the only Russian mechanism encouraging geological exploration (deductions to the VMSB), which was liquidated in 2001.

The problem of financing geological exploration is quite acute. There is no required amount of personal funds and the possibility of obtaining a loan from a bank (it is not issued without collateral). There is only one way available, which few people agree to – the acquisition of risk capital

in the market. The state is required to create such a management system that will become the backbone of exploration organizations. Such a specific economic area as junior companies cannot rely solely on private investment.

The Russian mining industry does not withstand global competition, it acts only as an intermediary between foreign producers, it develops in the field of fast money circulation. Mineral exploration costs in the country are very low. The average exploration density in the ten leading countries in recent years has been almost \$100/km², while in Russia this figure does not exceed \$28/km² [2].

The state can carry out smooth regulation of subsoil use with a change in the amount of tax benefits, the cost of presenting rights. This will allow juvenile enterprises to move from their starting position.

Archival and documentary issue. To date, the system of geological funds stores the main information flow on the geology and minerals of the territory of the Russian Federation, which was received in Soviet times at the expense of budgetary funds. This «treasure» is state property. Therefore, the subsoil user is faced with the problem of free access. Such a legal order is established in accordance with the Law of the Russian Federation «On Subsoil». Geological enthusiasts carry out prospecting work with their own means, without taking into account the state interest. The fee can reach up to 400 thousand rubles for one report on the reproduction of the mineral resource base, with the written permission of the owner of the information. And if a legal entity is not a subsoil user, but only intends to become one, access to geological information is completely closed to it.

This difficult access to documentary funds creates an unfavorable situation for the country and the society living in it: a significant part of the geological data is not used, collecting dust in the archives. Thus, the state loses control over the budget and incurs losses, and business uses material of dubious quality in its work. Estimates of the Geological Survey of the State of Illinois in the USA confirm this: the use of archival data and the use of the results can reduce the cost of exploration by 40-70% [3]. The Russian state needs to open information doors for the exploration business, in particular, for its small form – junior companies.

The question of market equilibrium. In Russia, junior enterprises are not perceived as an active market participant, a significant factor in the development of the economy. The state does not have extensive experience in working with small organizations. Its bureaucratic structure, formed

under the process of business consolidation, is not capable of implementing programs for the promising future of junior companies.

In the field of geological exploration of mineral deposits, mainly large specialized companies with complex and expensive technical equipment (for example, the Ministry of Energy of Russia and the oil and gas complex with a large investment of funds) work. At the expense of the state budget, an infrastructure has not yet been created that provides small junior companies in the form of geological centers that provide consultations, support funds, and equipment. This leads to economic stagnation: the oil industry is unproductive when small fields in the well-developed oil and gas producing regions of the Volga-Urals, the Volga region, Ciscaucasia, and Western Siberia are not involved in the development. The period of 2006-2008, called «rich» in the Russian history of the market, was attested, which was interrupted due to the activities of the state, which was consolidating business [4].

Large Russian companies themselves are ready to invest in interesting small business projects, but they do it with extreme caution, in minimal numbers. And foreign investors are wary of investing their capital in Russian companies because of justified risks.

The scales of the market should find balance, again with the help of the main mechanism - the state. There must be a reorientation from working only with large companies to working with small ones.

Junior companies in the exploration industry have prospects for development in Russia, but the initiation of actions should come from the state. This form of small business needs state support, the solution of the identified issues, the elimination of obstacles.

Russia has qualified personnel with high professionalism, a decent level of management, the ability to find like-minded people, a competent team for the exploration and evaluation of mineral deposits. These are representatives of science who are ready to cooperate and carry out work related to geological exploration. According to their positive assessment, small business occupies an

insignificant place, no more than 20%. Its flourishing in the geological sector is hampered by the lack of free access to archival information, a stable system of property rights to subsoil, and the development of a special taxation system.

Junior companies should reasonably enter the turnover of the Russian market. In particular, they [5]:

- carry out a geological and technological analysis of the methods of extraction of each field under consideration;

- carry out full control from purchases to the moment of implementation of the object.

All in all:

- provide an opportunity to commercialize scientific knowledge;

- create a motive for self-realization.

The state should stop being afraid that economic innovations will deprive the efficiency of the already standing apart system, destroy it. The most important state task is to provide future generations of Russian citizens with reserves of mineral raw materials in the bowels. This is what undervalued junior companies are capable of as a new potential form of small business. Foreign experience shows how this practical tool works for a long time and provides a positive effect for the exploration sector with government investments at the regional level.

Russia has a large amount of subsoil that has not yet been explored, it needs to search for and develop small mineral deposits, in which big business and the federal government are of little interest. Of course, the variability of the world today is obvious. This factor, on the one hand, increases the price of resources, enhances investment interest in the oil and gas industry, and, on the other hand, presents risks that may not be materially justified. However, geology continues to be an attractive area for capital investment with possible profit. Providing state support, promising junior companies will be able to break the jackpot.

The work was carried out within the framework of thematic works of the GIN RAS. ❧

Literature:

1. Makiev S. S., Kurchik A. M., Lunkin A. N. Problems of small business in the geological exploration sector of the country // Professional education and society. – 2016. – no. 2. – S. 199-201.
2. Bobyllov Yu. A., Makiyev S. S. Junior companies as a factor in the development of Russian geological exploration // News of the Far Eastern Federal University. Economics and Management. – 2017. – no. 3 (83). – S. 102-114.
3. Stavsky A. P., Voitenko V. N. Prospects for the development of geological exploration in Russia // Mineral Resources of Russia. Economics and Management. – 2006. – no. 1. – S. 18-27.
4. Astakhov A. M., Astakhov S. M. Problems of small and junior business in the oil and gas sector of Russia. Part 1. Experience of sociological research // Oil and gas geology. Theory and practice. – 2020. – T. 15. – No. 3. – P. 25.
5. Enenkova OA Prospects for the development of small exploration companies // Humanitarian, socio-economic and social sciences. – 2014. – no. 2. – S. 310-313.



Косьянов П.М.
 д.ф.-м.н., профессор Тюменский
 индустриальный университет
 kospiter2012@yandex.ru

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА С УЧЁТОМ МАТРИЧНОГО ЭФФЕКТА

Статья посвящена особенностям проектирования и разработки компьютерной модели рентгенофлуоресцентного анализа с учетом матричного эффекта, позволяющей оптимизировать параметры анализа, автоматизировав расчеты значений параметров, необходимых для проведения анализа: первичного излучения, оптимальной плотности дополнительного поглотителя, минимизирующей погрешности анализа.

Ключевые слова: компьютерная модель, рентгенофлуоресцентный анализ, матричный эффект, дополнительный поглотитель, поверхностная плотность, среднее квадратичное отклонение, базы данных, интерфейс.

Большое количество работ инженерно-технических направлений, включая анализ сырья, промпродуктов, и конечной продукции, связано с разработкой и использованием компьютерных моделей [1-4,6].

Сложные технологические процессы невозможно исследовать без математических и компьютерных моделей.

Цель данной работы – построение компьютерной модели способов учета матричного эффекта в рентгеновском анализе, автоматизация расчета таких параметров, как: оптимальных режимов работы, энергии первичного излучения, поверхностной плотности дополнительного поглотителя, максимально учитывающей матричный эффект, минимальных ошибок измерений.

$$d = \frac{J_i J_p}{K_1 K_2} M_{0a} (1/\sin \varphi + 1/\sin \psi) (E_0/E_i)^3 (1-1/S_k L)/\sin \varphi$$

Математическая модель

Полученное автором выражение для расчета точного значения поверхностной плотности дополнительного поглотителя:

Это выражение позволяет рассчитать поверхностные плотности поглотителей для веществ с неизвестными содержаниями анализируемого элемента Ca и наполнителя пробы Sn. Подставляя в (1) выражения для интенсивностей характеристического J_i некогерентно рассеяного J_s излучений, получим аналитическое выражение для поверхностной плотности:

$$d=f(Ca, Cm, M_{0a}, M_{0m}) =$$

$$\frac{C_a M_{0a} \frac{1}{\sin \varphi} \left(\frac{E_0}{E_i} \right)^3 \left(1 - \frac{1}{S_x} \right)}{C_a^2 \mu_{0a}^2 \left(\frac{E_0}{S_x \sin \varphi} + \frac{1}{\sin \psi} \right) + C_a C_m \mu_{0a} \mu_{0m} \left(\frac{E_0}{\sin \varphi} \left(1 + \frac{1}{S_x} \right) + \frac{2}{\sin \psi} \right) + C_m^2 \mu_{0m}^2 \left(\frac{E_0}{\sin \varphi} + \frac{1}{\sin \psi} \right)}$$

Для достижения указанной цели решены следующие основные задачи:

- Создание алгоритма
- Программная реализация
- Проектирование базы данных
- Создание пользовательского интерфейса

Физические принципы рентгеновского анализа

Рентгенофлуоресцентные методы анализа, заключаются в возбуждении К или L оболочек атомов вещества, ионизирующим излучением радионуклидов или рентгеновских трубок. Наряду с методами РФА, продолжают получать распространение и радиоизотопные методы анализа, на основе сцинтилляционных детекторов излучения и пропорциональных счётчиков. Для флуоресцентного рентгеноспектрального анализа РСА, характерны те же закономерности, что и для рентгенорадиометрического анализа РРМ. Рентгеноспектральный анализ РСА, основывается на возбуждении характеристического излучения анализируемого вещества, первичным рентгеновским излучением, возбуждение К или L серии рентгеновских спектров атомов, осуществляется тормозным рентгеновским излучением и характеристическим излучением вещества анода рентгеновской трубки.

При использовании методов РФА, существует фундаментальная проблема – зависимость результатов измерений, от вещественного состава анализируемой пробы, названной матричным эффектом.

Эта проблема была успешно решена автором и подробно рассмотрена в [1].

Полученное выражение лежит в основе математической модели учета матричного эффекта в авторском способе с дополнительным поглотителем. Задавая нижнюю и верхнюю границы изменения массового поглощения наполнителя

$$M_{0m} = \sum_{j=1}^k C_j \cdot M_{0j}$$

где k – число элементов в наполнителе пробы; $C_j \cdot M_{0j}$ – доля содержания j -го элемента и массовый коэффициент j -го элемента наполнителя пробы соответственно), можно построить теоретическую зависимость аналитического n в интервале изменения массового поглощения наполнителя пробы, с постоянным содержанием определяемого элемента. По теоретической зависимости можно определить отклонения аналитического параметра в заданном интервале и систематическую погрешность способа при использовании одного или нескольких поглотителей.

Задачей данной работы является создание компьютерной модели на основе математических моделей рассмотренных выше способов. Здесь под компьютерной моделью понимается визуализация зависимости различных способов учета матричного эффекта от химического состава наполнителя пробы, расчет оптимальных условий проведения анализа и нахождение ошибки (СКО) для каждого из методов.

В результате анализа поставленной задачи решена подзадача – разработка базы данных, хранящей все, необходимые для проведения расчетов, данные и в которую бы заносились результаты вычислений.

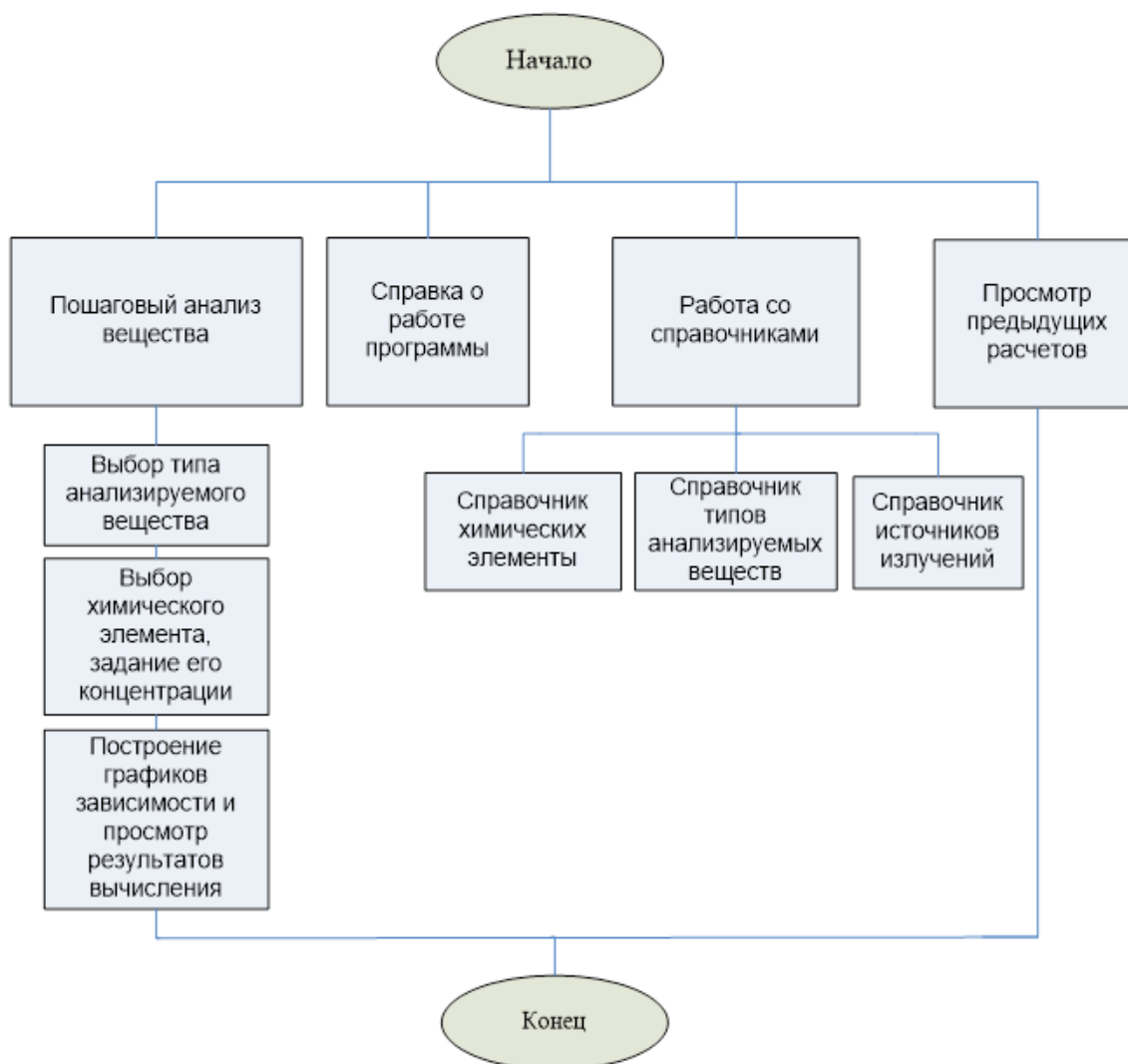


Рис. 1. Общая блок-схема работы программы

Разработка приложения

Программа реализована в среде визуального программирования Borland C++ Builder 6.0 Enterprise Edition и СУБД Microsoft Access [5,7-10].

Разработка алгоритма и его реализация

Входные данные:

m_{a0} – массовый коэффициент поглощения определяемого элемента

m_{n0} – массовый коэффициент поглощения наполнителя

C_a – концентрация определяемого элемента

S_{kl} – K или L скачок поглощения

E_0 – первичная энергия источника излучения

E_i – энергия характеристического излучения определяемого элемента

x_1, x_2 – границы коэффициента поглощения наполнителя

ϕ, ψ – углы отбора характеристического и некогерентно рассеянного излучения

Выходные данные:

d – поверхностная плотность дополнительного поглотителя

СКО – среднееквадратичное отклонение

Алгоритм программы:

1. Выбор анализируемого вещества
2. Расчет значений аналитического параметра способом стандарта-фона
3. Расчет значений аналитического параметра способом с дополнительным поглотителем
4. Нахождения значения оптимальной поверхностной плотности дополнительного поглотителя методом наименьших квадратов
5. Графическое представление результатов
6. Вывод результатов анализа

Общая блок-схема работы программы и алгоритм работы программы приведены на рисунках 1 и 2.

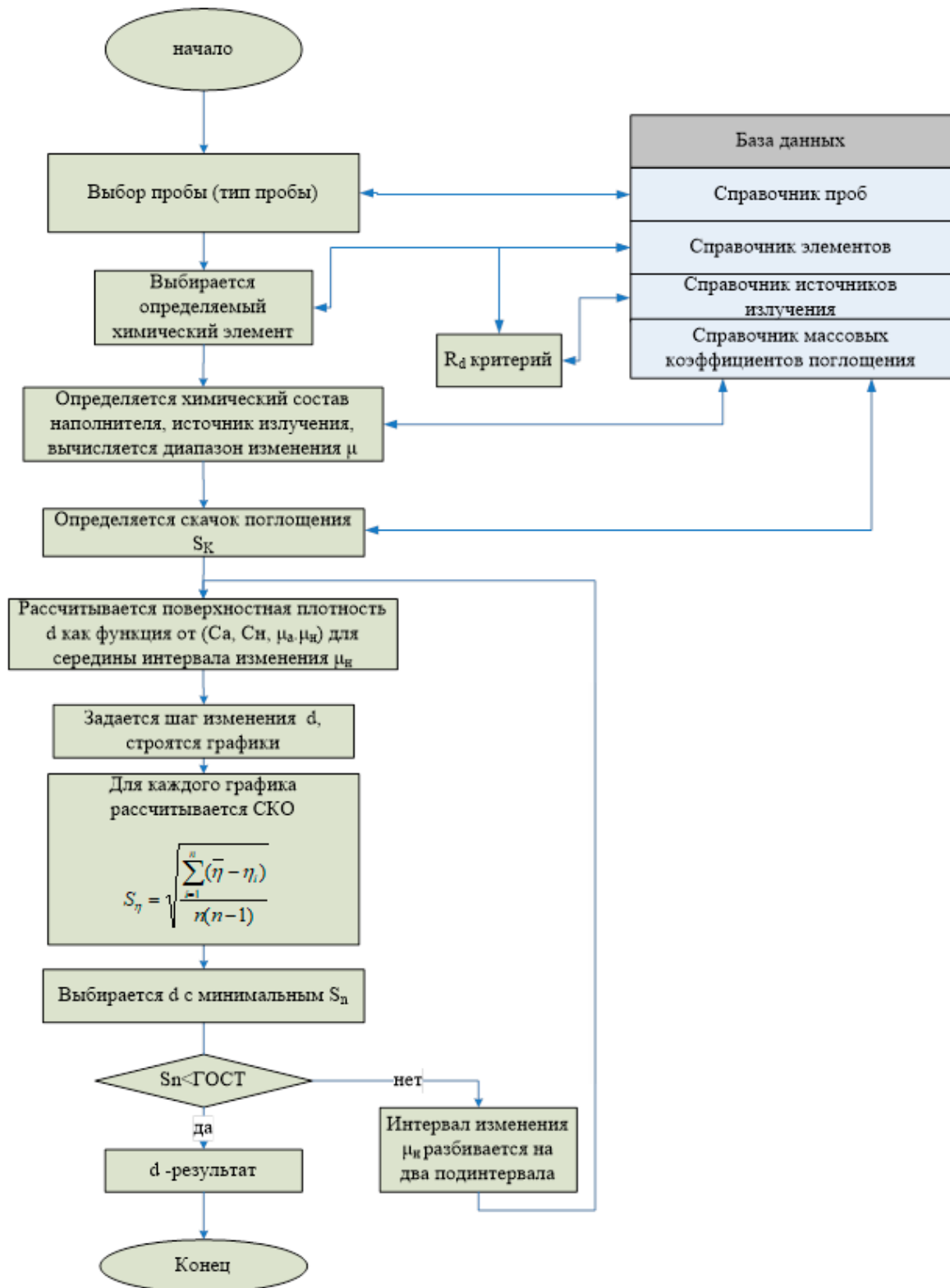


Рис. 2. Алгоритм работы программы

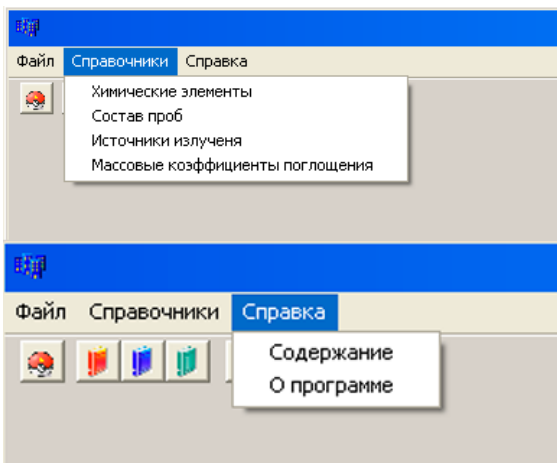


Рис. 3. Главное меню приложения

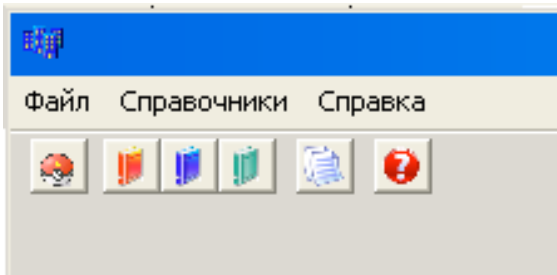


Рис. 4. Инструментальная панель

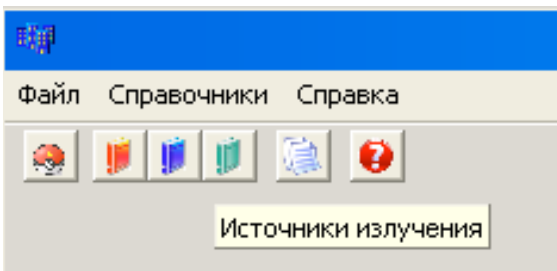


Рис. 5. Использование Hint

Графический интерфейс

При проектировании интерфейса использовались компоненты:

MainMenu – создание главного меню (рисунк 3)

Инструментальная панель ToolBar 90 (рисунк 4), на которой размещены кнопки с пиктограммами, дублирующие пункты главного меню:

- Анализ вещества
- Справочники химических элементов, типов анализируемых веществ, источников излучения

Порядк. номер	Усл. обозначение	Наименование	энергия излучения E	скачок поглощения Sk
3	Li	литий	54	2
4	Be	бериллий	110	2,5
5	B	бор	185	3
6	C	углерод	277	4,5
7	N	азот	392	6
8	O	кислород	525	8
9	F	фтор	677	2

Рис. 6. Таблица химических элементов.

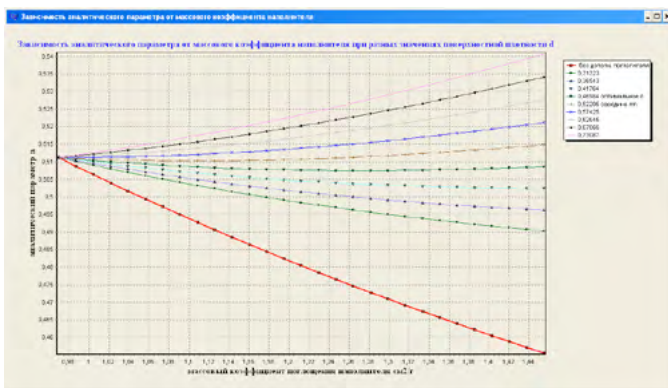


Рис. 7. Зависимость аналитических параметров от поверхностной плотности поглотителя

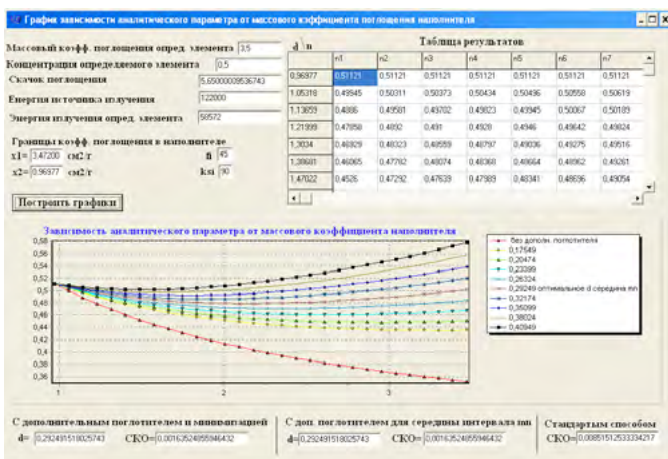


Рис. 8. Основная форма результатов вычислений

- Журнал истории предыдущих расчетов
- Справка

Всплывающие подсказки. Реализуются свойством Hint (рисунк 5).

Взаимодействие с базой данных осуществляется с помощью компонент DBGrid и DBNavigator. На рисунках 6,7 и 8 приведены таблица химических элементов, кривые аналитических параметров и основная форма результатов вычислений.

Заключение

Созданная компьютерная модель и база данных, позволяют рассчитывать значения поверхностной плотности поглотителя для анализируемой пробы. Реализована возможность расчета пробы произвольного химического состава за счет расширения элементной базы.

Одной из перспектив развития является использование модели в качестве web сервиса. Это возможно благодаря использованию Microsoft Access, имеющим интеграцию с другими продуктами Microsoft, и использованию dll – динамически подключаемых библиотек.

Страницы доступа к данным используют специально разработанные Web компоненты – Office Web Components (OWS), включающие в свой состав сводные таблицы, диаграммы и другие элементы управления. Ценность библиотек DLL состоит в том, что они после загрузки в оперативную память могут совместно использоваться несколькими

прикладными программами. Кроме того, DLL поддерживают «многоязыковые» проекты: в программах, написанных на одном языке, допускается использование DLL, созданных на других языках

В работе получены следующие результаты:

- Проведен анализ языков программирования и СУБД, по результатам которого был выбран язык программирования Borland C++ Builder 6 и Microsoft Access 2003;
- Проведено изучение предметной области;
- Проведен анализ предметной области;
- Построен алгоритм;
- При использовании реляционного подхода спроектирована база данных;
- Используя технологию визуального программирования, с помощью инструментальной системы Borland C++ Builder 6 создана компьютерная модель способа учета матричного эффекта в рентгеновском анализе;
- Произведено тестирование системы. 

Литература

1. Косьянов П.М., Рентгенофизический анализ неорганических веществ сложного химического состава. – Библиотечно-издательский комплекс ТИУ, 2016, – 195 с.
2. Косьянов П.М., Манюкова Н.В. Разработка информационной системы лаборатории ФНСИП // Математические структуры моделирование. 2021. № 2 (58). С. 137-148
3. Косьянов П.М., Виртуальный лабораторный комплекс по квантовой, атомной и ядерной физике. Учебное пособие. – Библиотечно-издательский комплекс ТИУ, 2016; 175 с.
4. Косьянов П.М., Манюкова Н.В. Проектирование компьютерной модели эксплуатации нескольких пластов одной нагнетательной скважины // Математические структуры и моделирование. 2021. №4(60), С.94-108
5. Архангельский А.Я. Работа с локальными базами данных в C++Builder 5. – М.: БИНОМ, 2000.
6. Косьянов П.М., Исследование калий-натриевых и кальций-натриевых полевых шпатов рентгеновскими методами // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2019; 85(10): С. 43-46.
7. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб.: Питер, 2001 г. – 368 с.
8. Страуструп Б. Язык программирования C++, 3-е изд. / Пер. с англ. – СПб.: М.: «Невский диалект» - «Издательство БИНОМ», 1999 г., 991 с.
9. Айра Пол, Объектно-ориентированное программирование на C++, 2-е изд. СПб.: М.: «Невский диалект» – «Издательство БИНОМ», 1999 г. – 462 с.
10. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. Базы данных: учебник для высших учебных заведений, 4-е изд. - СПб.: «КОРОНА принт», 2004 г. -736 с.

UDC 004.94:543.427

P.M. Kosyanov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Tyumen Industrial University, a branch in Nizhnevartovsk, kospiter2012@yandex.ru

COMPUTER MODEL OF X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS TAKING INTO ACCOUNT THE MATRIX EFFECT

Abstract: The article is devoted to the peculiarities of designing and developing a computer model of X-ray fluorescence analysis taking into account the matrix effect, which allows automating calculations of parameters necessary for analysis: primary radiation, optimal density of an additional absorber, minimizing the errors of analysis.

Keywords: computer model, X-ray fluorescence analysis, matrix effect, additional absorber, surface density, standard deviation, databases, interface.



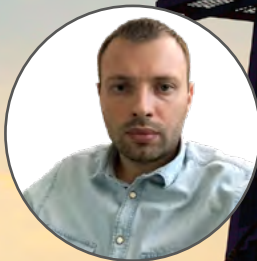
Анисимов Л.А.
 профессор, Волгоградский государственный университет
 anisimov@volsu.ru



Ситдигов Р.Д.
 главный геолог ФБУ «ГКЗ»
 sitdikov@gkz-rf.ru



Зашихин В.В.
 заместитель директора по научно-технической работе ООО «ЭКО-34»
 wz@eco-34.ru



Химов Е.А.
 главный специалист группы гидрогеологии ООО «Иркутская нефтяная компания»
 khimov_ea@irkutskoil.ru

ПРОБЛЕМА ОТЛОЖЕНИЯ ГАЛИТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассмотрены вопросы переотложения галита при разработке нефтяных месторождений Алжирской Сахары, Припятского прогиба и Восточной Сибири. Во всех случаях проблемы решаются промывкой скважин и коммуникаций пресной или низкоминерализованной водой. При поддержании пластового давления происходит растворение «катагенного» галита в продуктивном пласте, в результате чего формируются каналы с пониженным фильтрационным сопротивлением, которые способствуют ускоренному обводнению скважин. Вопросы водоподготовки и использования воды при различных технологических операциях приобретают особое значение. Приводится пример решения этих вопросов на Даниловском месторождении в Восточной Сибири.

Ключевые слова: галит, солеотложения, скважины, разработка, водоподготовка.

Разработка нефтяных месторождений, где продуктивные пласты контактируют с соленосными отложениями или где в поровом пространстве присутствуют кристаллы галита, существенно осложняется образованием соляных пробок в стволе скважин и в призабойной зоне пласта. Отложение галита нельзя отнести к распространенным отложениям по той причине, что добываемые воды обычно не насыщены NaCl. Исключением являются воды, добываемые на месторождениях Алжирской Сахары, Припятского прогиба и в Восточной Сибири. Во всех трех случаях добываемые попутные воды насыщены NaCl, вследствие чего соль отлагается в коммуникациях, а воды не могут быть использованы в системе поддержания пластового давления (ППД) без разбавления опресненными водами. Динамика процесса переотложения галита зависит от многих факторов, но, как правило, сам процесс неизбежен. Самым распространенным методом борьбы с отложениями солей является непрерывная обработка призабойной зоны проблемных скважин пресной или менее соленой водой. Однако его реализация не всегда возможна ввиду недоступности необходимого объема воды, а также не всегда представляется возможным вводить воду в необходимом объеме и необходимом качестве в обрабатываемые зоны.

Серьезной проблемой при закачке пресной воды при поддержании пластового давления является растворение «катагенного» галита в продуктивном пласте, в результате чего формируются каналы с пониженным фильтрационным сопротивлением, которые способствуют ускоренному обводнению скважин.

Таблица 1.

Химический состав насыщенных рассолов продуктивных отложений (Алжирская Сахара, Припятский прогиб, Восточная Сибирь)

Месторождение скважина	Глубина, м Возраст	Минерализация, г/л	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
Хасси Мессауд, Md 4	3344-3345 кембрий	336	206,8	0,2	1,7	38,7	8,5	67,6	5,1
Хасси Мессауд Md 126	3476-3530 кембрий	351	213,9	0,06	0,54	43,8	3,1	79,5	3,9
Хасси Мессауд MDRWI	3544 кембрий	342	217,4	0,01	0,06	36,9	14,0	68,3	4,1
Давыдовское [1]	3390-3410 протерозой	436,1	270,3	0,016	-	109,5	10,2	15,6	13,4
Давыдовское [1]	3438-3466 девон	395,6	244,0	0,29	0,52	91,2	8,3	27,6	15,7
Речицкое [1]	2917-2925 девон	364,6	230,0	0,14	0,27	75,4	11,9	38,9	2,5
Даниловское Да 502	кембрий	466,4	271,8	0,003	0,6	116,3	10,9	17,5	41,1
Даниловское Да 513	кембрий	467,0	271,8	0,002	0,6	113,2	14,0	17,9	41,5
Средне-Ботубинское [1]	1894=1916 кембрий	399,1	249,4	0,12	0,2	102,8	19,7	6,4	3,6

Типичный химический состав пластовых вод указанных месторождений приведен в **таблице 1**. На месторождениях Хасси Мессауд и в Восточной Сибири (Даниловское, Среднеботубинское) продуктивные горизонты приурочены к кембрийским отложениям, в Припятском прогибе (Давыдовское, Речицкое) – к девонским отложениям. Переотложение солей в стволе скважин и в призабойной зоне пласта отражается на снижении дебита и забойного давления добывающих скважин с обводнённой продукцией и его увеличении после обработки скважины пресной водой. Подготовка воды и ее использование в системе ППД создает соответствующие проблемы с отложениями солей и правильный выбор технологий во многом определяет эффективность нефтедобычи на этих месторождениях. В этих условиях целесообразно рассмотреть опыт борьбы с отложениями солей в указанных регионах.

Месторождение Хасси Мессауд, Алжирская Сахара

Нефтяное месторождение Хасси Мессауд одно из крупнейших в мире, открыто в 1956, разрабатывается с 1958. Приурочено к куполовидному поднятию, размеры локальной структуры 40x45 км, амплитуда 280 м. Коллекторы, представленные песчаниками и кварцито-песчаниками ордовикского и кембрийского возраста с пористостью 5-10% и проницаемостью до 10 мД, залегают на глубине 3200-3400 м. Пластовая температура 120°C. Покрышка залежи – глинисто-соленосная толща мощностью до 600 м триасового возраста. Нефть лёгкая с плотностью 803 кг/м³.

Отложения галита и асфальтенов в скважинах начали отмечаться с самого начала разработки, несмотря на отсутствие воды в продуктивных скважинах, что связывалось с уменьшением растворимости галита в нефти при снижении температуры в скважинах. Минерализация пластовой воды в поверхностных условиях 350–380 г/л, причем в пластовых условиях при температуре 120°C она может быть значительно выше. Промывка скважин пресной водой позволило решить проблемы нефтедобычи, однако в дальнейшем при снижении давления на забое наблюдались остановки скважин из-за скопления воды в стволе скважин.

В настоящее время для промывки скважин используется газлифт [8]. Газ для газлифта закачивается через трубки диаметром 1,66 дюйма снаружи эксплуатационной трубы, а обсадная труба используется для разбавления воды (*рис. 2*). Особенностью этой схемы является поддержание впрыска воды через клапан, активируемый давлением газа. В случае остановки газлифта клапан закрывается и впрыск воды прекращается. Таким образом, нет риска заглушить скважину из-за избытка закачки разбавляющей воды.

Месторождения Припятского прогиба

Пластовые воды межсолевых и подсолевых продуктивных отложений относятся к хлоркальциевому типу и представляют собой рассолы хлоридно-кальциево-натриевого состава. По данным химических анализов проб пластовых вод межсолевых отложений их минерализация ($t=20^{\circ}\text{C}$) меняется от 342.5 до 362.0 г/л (*таблица 1*). Разработка нефтяных месторождений Припятского прогиба с использованием пресных вод для вытеснения нефти сопровождается широко-масштабным процессом растворения «катагенетического» галита и выносом продуктов его растворения на поверхность с попутно добываемой жидкостью [2,3]. Этот процесс подтверждается результатами гидрохимического мониторинга, полученными В.Д. Порошиным и В.В. Муляком при контроле разработки нефтяных месторождений [5]. Изменение проницаемости в связи с растворением «катагенетического» галита закачиваемой в пласт водой приводит к перестроению структуры и элементов фильтрационного потока: изменяются направления и скорости фильтрации жидкости, происходит перераспределение пластовых давлений.

При поддержании пластового давления попутные воды нефтяных месторождений Беларуси формируются преимущественно за счет смешения закачиваемых и пластовых вод, что приводит к существенному изменению начальной гидрохимической обстановки в залежах. Общая минерализация и химический состав попутных

вод определяются, в первую очередь, составом и соотношением смешиваемых вод (пластовых и закачиваемых). В то же время установлены существенные отклонения концентраций некоторых компонентов попутных вод от тех значений, которые должны иметь место при смешении пластовых и закачиваемых в залежь вод. В частности, обнаружено относительное снижение концентраций брома, калия, суммы кальция и магния и повышение доли натрия в рассолах, добываемых попутно с нефтью, что связано с дополнительным обогащением хлоридами натрия закачиваемых вод за счет растворения, рассеянного в породах-коллекторах галита.

Растворение «катагенетического» галита и ведет к резкому увеличению проницаемости основных путей фильтрации для закачиваемой пресной воды. Как только зона высокой проницаемости пород продвигалась до забоя добывающей скважины, происходило ее резкое обводнение. Результаты использования вод различной минерализации в системе ППД рассмотрены на примере Золотухинского месторождения, где используются три типа вод [4]:

1) хлоридные кальциево-натриевые рассолы с общей минерализацией около 250 г/л;

2) слабоминерализованные воды с концентрацией солей около 10 г/л;

3) пресная вода. На тех участках, где в пласт закачивается пресная вода, произошло особенно активное растворение катагенетического галита и резкое увеличение проницаемости основных путей фильтрации. В итоге произошла существенная трансформация условий вытеснения нефти из матрицы породы [4]. На фронте вытеснения образуется высокоминерализованная оторочка воды, что приводит к выравниванию фронта вытеснения, увеличению времени безводной работы добывающих скважин, увеличению добычи нефти за безводный период. В результате авторы предлагают «адресную закачку» высокоминерализованной воды в нагнетательные скважины после начального периода закачки низкоминерализованной воды, с целью минимизации фактора образования высокопроницаемых каналов в пласте и повышения коэффициента охвата вытеснением.

Месторождения Восточной Сибири

Образование осадка галита представляет существенную проблему при разработке нефтегазовых месторождений Иркутского амфитеатра, где подошвенные воды продуктивных горизонтов представлены крепкими рассолами [6]. Процесс выпадения осадка зависит от большого количества параметров, которые изменяются при движении рассола в пласте, стволе скважины

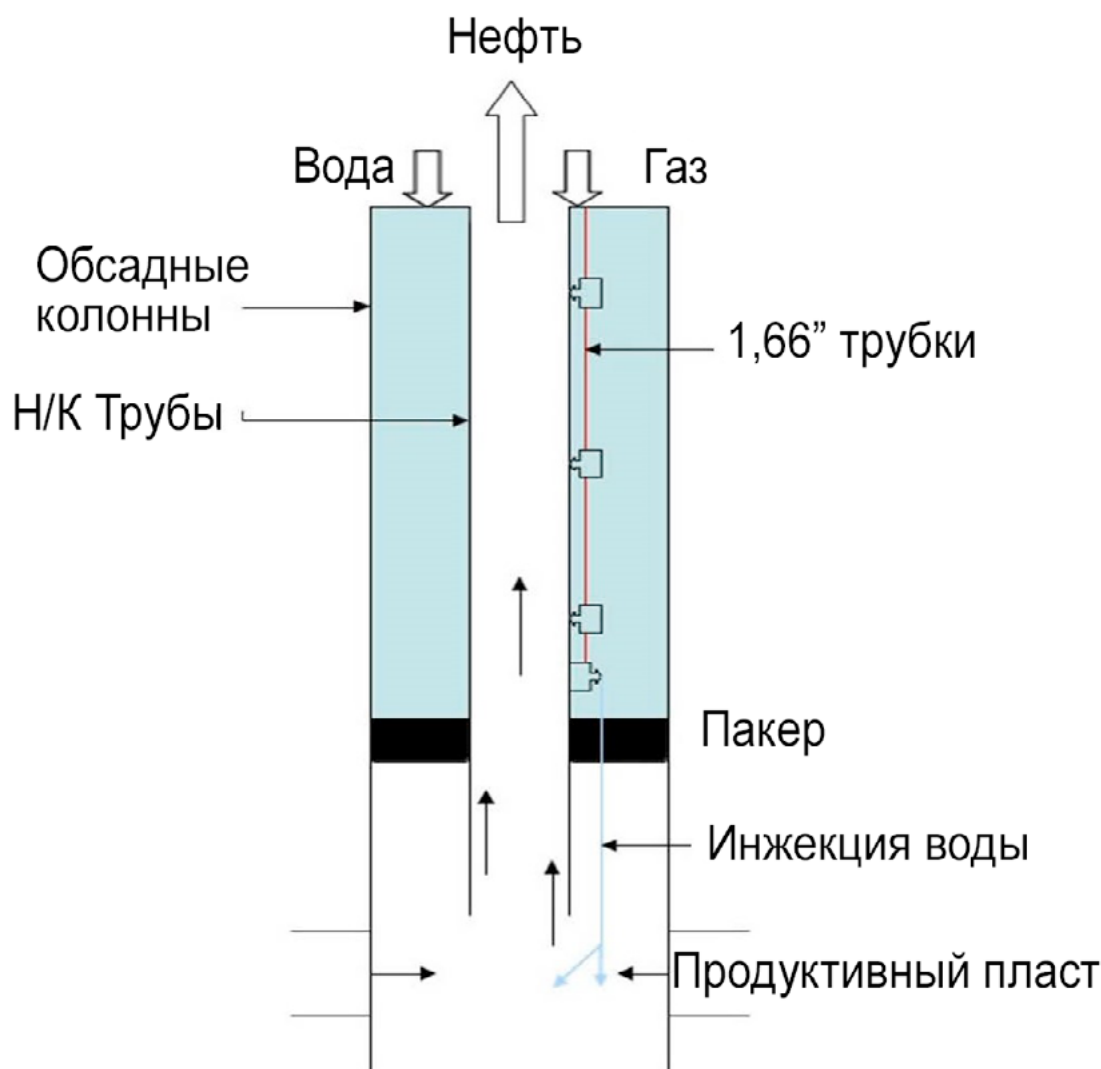


Рис. 1. Схема промывки скважины от отложений галита на месторождении Хасси Мессауд [8].

и на поверхности. В последнем случае большую роль играют сезонные колебания температуры. Не меньшее значение имеет степень засоления самих коллекторов. Так на Верхнечонском месторождении засоление песчаников продуктивного горизонта наблюдается как на отдельных участках, так и в случаях, когда поры полностью заполнены галитом [7]. Присутствие «катагенного» галита в пласте ведет к его растворению закачиваемыми техническими водами при ППД, что изменяет характер фильтрационных потоков в залежи. Присутствие галита в поровом пространстве – одна из главных причин неоднородности коллекторских свойств пласта, поскольку его растворение приводит к повышению пористости пород в 2-2.5 раза и увеличению проницаемости в сотни раз.

Состав технической воды после прохождения в пласте существенно отличается от пластовой. Содержание кальция уменьшается в 7 раз с 115 г/л до 16 г/л, а концентрация натрия и калия

увеличивается в 2 раза с 61 г/л до 123 г/л [7]. Для прогнозирования состава и количества выпадающего осадка в резервуаре, скважинах и коммуникациях необходима детальная информация о распределении растворимых солей в пласте, о составе присутствующих водных растворов, а также их свойствах во всем интервале термобарических условий разрабатываемой залежи, движении жидкости в скважинах и коммуникациях.

Технологическая схема подготовки воды для ППД на Даниловском месторождении

Разработка Даниловского месторождения, как и других месторождений Восточной Сибири осложняется тем, что добываемые попутные воды насыщены NaCl, вследствие чего они не могут быть использованы в системе ППД без разбавления опресненными водами. В противном случае в коммуникациях, в стволе нагнетательных скважин и в призабойной зоне пласта происходят процессы массивированного переотложения солей.

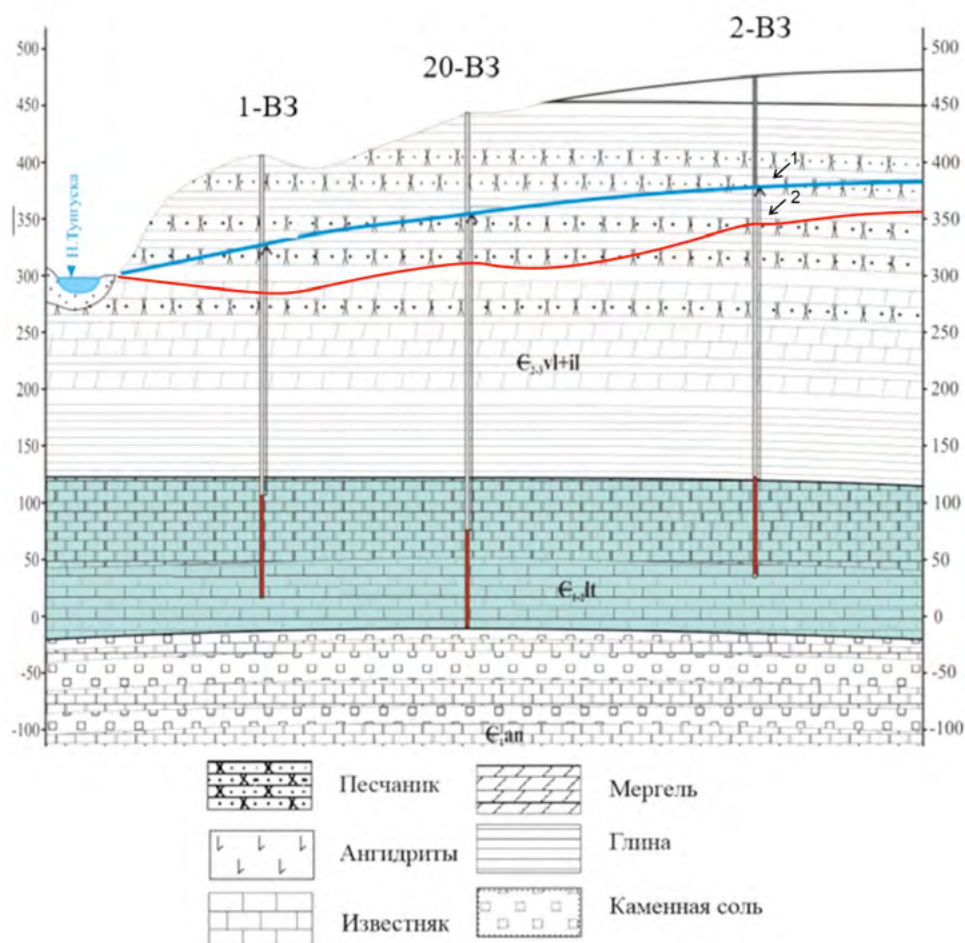


Рис. 2. Схематический гидрогеологический разрез полигона. Статические уровни литвинцевского горизонта на 25.11.2016 (1) и 28.08.2020 (2)

В условиях Даниловского месторождения предложено оригинальное технологическое решение: пропустить добываемые рассолы через водоносный пласт (литвинцевская свита) в зоне затрудненного водообмена с целью их рассоления в пласте с последующим отбором их и с закачкой в систему ППД.

Полигон закачки подтоварных вод (скважина 20B3) с последующим водоотбором для целей ППД (скважины 1B3 и 2B3) расположен на правом берегу реки Нижняя Тунгуска. Превышение производственной площадки над урезом воды в реке составляет 140-150 м (рис.2). Верхняя терригенная часть стратиграфического разреза от четвертичных аллювиальных отложений по верхоленскую свиту верхнего кембрия, характеризуется свободным водообменом, дренируется речной сетью и содержит в основном пресные и слабосоленые воды. Воды нижележащих отложений являются переходными от зоны свободного водообмена к зоне затрудненного водообмена. Относительным водоупором служат породы верхнекембрийских отложений. Воды надсолевой гидрогеологической формации используются для питьевых и технических нужд.

Соленосная гидрогеологическая формация является переходной зоной от свободного к затрудненному режиму водообмена и объединяет отложения от литвинцевской и часть разреза усольской свиты. Воды солевого комплекса относятся к зоне затрудненного водообмена. Наиболее водообильными являются карбонатные отложения литвинцевской свиты, слагающие верхнюю часть разреза соленосной формации.

Ангарская свита сложена доломитами, доломито-ангидритами и каменной солью. Такое переслаивание пластов создает несколько выдержанных водоносных горизонтов, представленных трещинно-пластовыми водами. Бельская и булайская свиты сложены плотными разностями пород с низкими коллекторскими свойствами и содержанием трещинно-поровых вод. Коллекторами усольской свиты являются горизонты трещиноватых и кавернозных доломитов. Пласты каменной соли безводны и представляют собой хороший водоупор. Чередование водоупорных пластов каменной соли с проницаемыми доломитами обуславливает наличие в соленосном комплексе ряда изолированных водоносных горизонтов.

Отложения литвинцевской свиты характеризуются высокой водообильностью и проницаемостью, однако имеющиеся сведения свидетельствуют о недостаточной изолированности водоносного комплекса в русловой части р. Верхняя Тунгуска, где перекрывающие отложения верхоленской свиты имеют повышенную трещиноватость, что способствует скрытой разгрузке подземных вод литвинцевского комплекса в русловые отложения реки.

По данным исследования скважины 20ВЗ в период 15-25.11.2016 положение статического уровня зафиксировано на глубине 87,93 м. Пластовое давление при плотности воды 1016 кг/м³ на глубине 362 м составляет 27,8 атм. В 2020 г партией АО «Башнефтегеофизика» были проведены исследования скважины 20ВЗ. По результатам замеров 28.08.2020 уровень определен на глубине 135,1 м, пластовое давление на глубине 362 м равно 24,95 атм. За период с 2017 по 2020 гг в результате работы системы закачки (скважина 20ВЗ нагнетательная, средний дебит 1256 м³/сут) и откачки воды из этого горизонта (скважина 1ВЗ, дебит 1300 м³/сут, скважина 2ВЗ, дебит 850 м³/сут) пластовое давление снизилось на 2,85 атм. Снижение давления в поглощающей скважине 20ВЗ обусловлено тем, что отбор из пласта почти в 2 раза превышает объем закачки.

Предложенная схема не учитывает гидродинамические эффекты, связанные с замещением пластовых вод литвинцевской свиты с плотностью 1016 кг/м³ на тяжелые рассолы с плотностью 1200 кг/м³, которые закачиваются в скважину 20ВЗ. В результате этого процесса может формироваться «подушка» тяжелых вод и фильтрационные потоки к добывающим скважинам, которые оттесняют более легкие воды в зоны активного водообмена. Гидродинамическую картину в количественном выражении для этой системы представить практически невозможно, так как неизвестно строение водоносного горизонта в межскважинном пространстве и характер смешивания легких и тяжелых вод в системе «закачка-отбор».

В этих условиях работу системы «закачка-отбор» можно оценить на основе анализа гидрохимического мониторинга скважины 20ВЗ (поглощающая) и скважин 1ВЗ и 2ВЗ (добывающие) путем сравнения химического состава вод каждой скважины ежемесячно. Необходимо также запроектировать трассерные исследования с целью изучения фильтрационных потоков между этими скважинами. Период функционирования полигона и его трансформация должны решаться оперативно на основе результатов постоянного гидродинамического и гидрохимического мониторинга процесса. ❶

Литература

1. Воды нефтяных и газовых месторождений СССР. Справочник. Пол редакцией Л.М. Зорькина. М., Недра, 1989, 382 с.
2. Жогло В.Г. Геологическое обоснование технологии разработки залежей нефти в засоленных низкопроницаемых пластах / Нефтяное хозяйство. - 2014 - № 7 С. 94-98.
3. К вопросу о влиянии галитовой минерализации на особенности разработки залежей нефти в низкопроницаемых породах-коллекторах Припятского прогиба / В. Г. Жогло и др. // Природ. ресурсы. - 2014 - № 1. - С. 14-21.
4. О влиянии галитовой минерализации на структуру фильтрационного потока и эффективность разработки семилукской залежи Золотухинского месторождения нефти в Припятском прогибе / В. Г. Жогло и др. // Электрон. журн. «Георесурсы, геоэнергетика, геополитика». - Вып. № 2 (12). - 21 с.
5. Порошин В.Д., Муляк В.В. Методы обработки и интерпретации гидрохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений. М.: Недра-Бизнесцентр, 2004. 220 с.
6. Причины засоления нефтегазоносных коллекторов на юге Сибирской платформы. /Букаты М.Б., Вожов В.И., Горохова В.А., и др.// Геология и геофизика 9, 1981, С.17-27.
7. Чертовских Е.О., Качин В.А., Карпиков А.В. Отложения галита при добыче нефти и газа на Верхнечонском нефтегазоконденсатном месторождении. Иркутск: Вестник ИРГТУ. - 2013. - № 5. - С. 82-91.
8. Said A. How to maintain the production of the salty oil wells? / Revue Scientifique et Technique de Institute du Petrole, IAP. V.5, No 1, 2015, pp.5-9

UDC 622.276.72

L.A. Anisimov, Volgograd State University1, ECO-34 Volgograd, anisimov@volsu.ru

R.D. Sitdikov, FBO State Reserves Commission, sitdikov@gkz-rf.ru

V.V. Zashikhin, ECO-34 Volgograd, wz@eco-34.ru

E.A. Khimov, Irkutsk Oil Company LLC, khimov_ea@irkutskoil.ru

PROBLEM OF HALITE SEDIMENTATION IN OILFIELD DEVELOPMENT

Abstract: The issues of halite redeposition during the development of oil fields in the Algerian Sahara, the Pripyat Trough and Eastern Siberia are considered. In all cases, problems are solved by flushing wells and communications with fresh or low-mineralized water. When the reservoir pressure is maintained, the «catagenic» halite dissolves in the productive formation, as a result of which channels with reduced filtration resistance are formed, which contribute to accelerated watering of wells. The issues of water treatment and water use in various technological operations are of particular importance. An example of solving these issues at the Danilovsky oilfield in Eastern Siberia is given.

Keywords: halite, salt deposits, wells, development, water treatment.



Поляченко Л. Б.
канд. физ.-мат. наук, ведущий инженер
лабораторий физико-математического
моделирования ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
info@int-geos.ru



Поляченко А. Л.
д-р физ.-мат. наук, профессор,
академик РАН, Научный
руководитель ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
info@int-geos.ru



Егурцов С.А.
Президент, Председатель Совета
директоров ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
S_Egurtsov@int-geos.ru



Иванов Ю.В.
канд. тех. наук, исполнительный
директор ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
y_ivanov@int-geos.ru



Меньшиков С.Н.
канд. экон. наук,
Член Правления, начальник
Департамента ПАО «Газпром»
gazprom@gazprom.ru



Ахмедсафин С.К.
канд. тех. наук,
Заместитель начальника
Департамента ПАО «Газпром»
S.Akhmedsafin@adm.gazprom.ru



Кирсанов С.А.
канд. тех. наук, Начальник
Управления ПАО «Газпром»
S.Kirsanov@adm.gazprom.ru

НОВЫЙ МЕТОД НЕЙТРОННОЙ ЦЕМЕНТОМЕТРИИ ННК-Ц ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБЫЧНОГО И ЛЁГКОГО ЦЕМЕНТА В СКВАЖИНАХ ЛЮБОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ВОЗРАСТА И ЗАПОЛНЕНИЯ

Стратегия национальной безопасности РФ указывает, что «...лидерство в развитии науки и технологий становится одним из ключевых факторов ... обеспечения национальной безопасности». И одним из главных условий устойчивого и эффективного функционирования наших нефтяной и газовой отраслей является развитие их научно-технологического потенциала, в т.ч. разработка и применение отечественных инновационных технологий получения и анализа геолого-геофизических данных с максимальной цифровизацией процессов их обеспечения. В статье представлен новый метод интегральной нейтрон-нейтронной цементометрии ННК-Ц для контроля состояния цемента любого типа и плотности (в т.ч. легкого), при любом заполнении скважин (в т.ч. газом), применимый на всех стадиях жизни скважин от их строительства до старых скважин, и свободный от известных серьезных ограничений традиционных методов ГГК-Ц и АКЦ. Физически ННК-Ц основан на контрастности по водородосодержанию между цементным камнем и флюидами в затрубном пространстве. Научные основы, методика и программно-интерпретационное обеспечение ННК-Ц разработаны с помощью математического моделирования. Метод тестирован и опробован путем сопоставления с данными ГГК-Ц с приборами СГДТ в 10 скважинах.

Ключевые слова: метод нейтрон-нейтронной цементометрии ННК-Ц, физические и научные основы, математическое моделирование, сравнение с традиционными методами, тестирование, методика, опробование.

Сравнение ННК-Ц с традиционными методами цементометрии. Место ННК-Ц в контроле цементирования строящихся скважин НГКМ и оценке состояния цемента в зрелых и старых скважинах

Наиболее широко распространенный в скважинной геофизике метод гамма-гамма цементометрии ГГК-Ц с приборами ряда СГДТ физически основан на эффекте плотностной контрастности – существенном превышении плотности цементного камня $\rho_{\text{Цем}}$ над плотностью вытесненной им скважинной жидкости $\rho_{\text{ж}}$, причем примерно не менее чем на 0.4г/см^3 . Таким образом, ГГК-Ц неприменим при $\rho_{\text{Цем}} < \rho_{\text{ж}} + 0.4 \approx 1.3\text{--}1.7\text{г/см}^3$, если принять максимальный диапазон плотностей жидкости $\rho_{\text{ж}} \approx 0.9\text{--}1.3\text{г/см}^3$.

Метод акустической цементометрии (АКЦ), как с отечественными приборами типа АКЦ [1,2], так и с аппаратурой Шлюмберже типа DSLT, USIT, IST [3], физически основан на регистрации акустических характеристик среды в звуковом и ультразвуковом диапазоне, что позволяет фиксировать прежде всего сцепления цементного камня с колонной и в меньшей степени с породой, а также наличие или отсутствие цементного камня и на качественном уровне степень его разрушенности.

Оба метода, ГГК-Ц и АКЦ, в современном приборном исполнении позволяют с высокой точностью изучать качество цементирования скважин на этапе их строительства и капитального ремонта. Однако, учитывая физику методов и массогабаритные характеристики данных скважинных приборов, даже такие высокотехнологичные инструменты не лишены недостатков, которым можно отнести:

1. Область применения данных методов ограничена скважинами с извлечёнными НКТ и заполненными жидкостью, при этом исключается возможность их применения в скважинах, заполненных газом или газожидкостной смесью малой либо неоднородной плотности, что типично на газоконденсатных объектах.

2. Они неприменимы (за исключением изоляционного сканера IST) при использовании цементов с пониженной плотностью, обычно при $\rho_{\text{Цем}} < 1.4\text{г/см}^3$; это означает, что они неприменимы для всех марок лёгких и облепченных цементов ($\rho_{\text{Цем}} < 1.4\text{--}1.6\text{г/см}^3$), а применимы только для обычных ($\rho_{\text{Цем}} \approx 1.75\text{--}1.95\text{г/см}^3$) и утяжеленных ($\rho_{\text{Цем}} \approx 2\text{--}2.2\text{г/см}^3$) типов цемента.

3. Для корректной оценки цемента эти методы требуют учета пористости K_p и насыщения пород-коллекторов $K_{\text{нг}}$, которые также влияют на показания зондов цементометрии, и которые желательнее получать теми же физическими методами и в той же спускоподъемной операции (СПО). Однако K_p и $K_{\text{нг}}$ достоверно известны далеко не

всегда, но даже когда они известны, то измеряются в другой СПО и другими приборами, работающими «на пласт», что усложняет технологию этих видов цементометрии в целом, требует увязки по глубине каротажных кривых в обеих СПО, комплексной интерпретации их данных, и в итоге снижает достоверность результатов.

4. Применение приборов акустической цементометрии кроме вышеперечисленных недостатков имеют высокие требования к подготовке ствола скважин к проведению ГИС в части очистки внутренней поверхности стенки эксплуатационной колонны и однородности жидкости глушения, что влечёт за собой существенное увеличение затрат времени и стоимости подготовительных работ.

При поддержке ПАО «Газпром» Институтом нефтегазовых технологий «ГеоСпектр» в рамках развиваемой технологической платформы мультиметодный многозондовый нейтронный каротаж (ММНК), предложен, разработан и опробован новый метод интегральной нейтрон-нейтронной цементометрии – ННК-Ц для контроля состояния цемента любого типа и плотности, при любом заполнении скважин (жидкостью, газом, смесью), применимый на всех стадиях жизни скважин от их строительства до старых скважин, а также свободный от указанных недостатков 1-4 классических методов ГГК-Ц и АКЦ.

ННК-Ц реализуется теми же двухзондовыми установками нейтронного каротажа 2ННКт и/или 2ННКнт, которые входят в приборы ряда ММНК, работающие «на пласт», с использованием тех же данных измерений, но обрабатываемыми по другим алгоритмам. Отсюда вытекает еще одно важное технологическое преимущество реализующего его аппаратурно-методического комплекса (АМК) ММНК: за одну спускоподъемную операцию этот АМК позволяет исследовать одновременно и пласт, и цемент, в то время, как и ГГК-Ц, и АКЦ для этого нужно по два СПО с двумя разными приборами [1,2].

Еще одно достоинство ННК-Ц по сравнению с ГГК-Ц и АКЦ [1,2] состоит в том, что этот алгоритм оценки цемента не требует знания пористости K_p и нефтегазонасыщения $K_{\text{нг}}$ пласта, которые бывают известны плохо или неизвестны, внося определенную ошибку в оценку состояния цемента.

Перечисленные выше качества характеризуют ННК-Ц как потенциально наиболее универсальный метод цементометрии интегрального типа.

Необходимо отметить, что поскольку предложенный метод ННК-Ц использует радионуклидные источники, изотропно излучающие быстрые нейтроны, в настоящее время он может быть реализован, только в интегральном варианте, т.к. реализация им азимутальной развертки для

изучения распределения цемента по периметру на практике пока невозможна из-за высокой проникающей способности быстрых нейтронов и трудности их коллимации. Данное ограничение снижает детальность исследований метода ННК-Ц относительно акустических методов, но позволяет его использовать на безальтернативной основе в условиях действующих скважин НГКМ, без их глушения и извлечения НКТ.

Результатом ННК-Ц служит цементограмма объемной доли цементного камня C_{em} (в долях или %) от всего затрубного пространства в каждом кванте глубины протяженностью 10 или 20 см. Величина C_{em} является интегральным показателем степени целостности цемента, а величина $(1-C_{em})$ – интегральным показателем разрушенности цемента или доли его изначального отсутствия при цементировании.

Метод ННК-Ц решает задачу контроля качества цементации строящихся скважин и задачу оценки состояния цементного камня в зрелых и старых скважинах. Это две разные задачи и по смыслу, и по постановке. Качество цементирования строящихся скважин оценивается сразу после их крепления, когда измерения проводятся в скважине с промывочной жидкостью, а в прискважинной зоне пласта (ПЗП) в пределах глубинности НК поровое пространство пласта еще заполнено фильтратом бурового раствора (ФБР). В зрелых и старых скважинах нужно оценивать состояние цементного кольца при любом текущем заполнении скважин (газ/жидкость/смесь), когда зона проникновения ФБР давно расформировалась и ПЗП может быть заполнена любым флюидом, в т.ч. с переменной по радиусу насыщенностью вследствие техногенных нарушений и воздействий за историю скважины.

Для решения задачи оценки качества цементирования в условиях скважин действующего эксплуатационного фонда метод ННК-Ц является более предпочтительным не только по экономическим соображениям, но и потому, что только в режиме работающей (не заглушенной) скважины возможно более достоверно решать задачи, связанные с выявлением межколонных и межпластовых перетоков флюидов по зазорам и пустотам цементного камня. После глушения скважин процессы перетоков их последствий, в том числе межколонные давления не проявляются и выявление причин их появления, как правило, невозможно. Кроме того, состояние цементного камня в ПЗК бывает причиной снижения проектных показателей по добыче и выявление данных фактов также возможно только в естественных условиях пласта, без влияния на ПЗК жидкости глушения.

Ниже рассматриваются основные аспекты ННК-Ц как метода ГИС.

Физические основы метода нейтронной цементометрии ННК-Ц

Физической основой нейтрон-нейтронной цементометрии ННК-Ц является значительная контрастность по водородосодержанию W между цементным камнем с $W_{цем} \approx 0.4$ и флюидами в затрубном пространстве, находившимися там или попавшими туда из пласта, водородосодержание которых $W_{фл}$ обычно сильно отличается от цементного $W_{цем}$. Из-за этого эффект некачественности цементного кольца, т.е. заполненных флюидами пустот в нем, заметно меняет среднее водородосодержание затрубного пространства скважины $W_{затр}(C_{em})$ в зависимости от доли цемента C_{em} в нем, или от доли заполненных флюидом пустот $(1-C_{em})$ в нем. А величина и изменения среднего водородосодержания затрубной зоны скважины $W_{затр}(C_{em})$ уверенно фиксируются нейтронными зондами ННК благодаря их высокой чувствительности к изменению концентрации водорода в любой из зон системы «скважина-пласт», в данном случае – затрубья.

В строящихся скважинах флюид в затрубном пространстве – промывочная жидкость с $W_{пж} \approx 1$, оставшаяся там в местах некачественного цементации. В зрелых и старых скважинах этот флюид – пластовая вода с $W_{вод} \approx 1$ или газ из пласта с $W_{газ} \approx 0.01-0.05$, и оба этих флюида могут заполнять трещины и пустоты в разрушающемся цементном камне (здесь и ниже водородосодержания всех зон и веществ выражаются, как обычно, в единицах водородосодержания пресной воды, принимаемой за 1).

Контрастность по водородосодержанию в паре цемент-флюид, равная разности $\Delta W_{фл} = W_{цем} - W_{фл}$, для вышеперечисленных флюидов (промывочной жидкости, пластовой воды и газа) имеет примерно следующие значения:

$$\Delta W_{пж} \approx \Delta W_{вод} \approx -0.6; \Delta W_{газ} \approx +0.37$$

Таким образом, она всегда является большой по абсолютной величине, а для жидкостей и газов $\Delta W_{фл}$ имеет еще и разные знаки. Оба эти свойства водородной контрастности $\Delta W_{фл}$ – большая величина $|\Delta W_{фл}|$ и смена знака при переходе от жидкости к газу – благоприятны для метода ННК-Ц, т.к. увеличивают его чувствительность и надежность определения доли цемента C_{em} .

Если цемент замещает промывочную жидкость с $W_{пж} \approx 1$ (или в него внедряется пластовая вода с $W_{вод} \approx 1$), то среднее водородосодержание затрубного пространства скважины $W_{затр}(C_{em})$ при объемной доле C_{em} в нем приближенно равно

$$W_{затр}(C_{em}) \approx C_{em} \cdot W_{цем} + (1 - C_{em}) W_{пж} \approx W_{пж} + \Delta W_{пж} \cdot C_{em} \approx 1 - 0.6 C_{em} \quad (1)$$

Это означает, что фактически измеряемое среднее водородосодержание затрубья $W_{затр}(Cem)$ с ростом доли цемента Cem в затрубье от 0 до 100% линейно уменьшается с высоким коэффициентом чувствительности, равным контрастности $\Delta W_{пж} \approx -0.6$. При этом водородосодержание затрубья падает от $W_{затр}(0) \approx W_{пж} \approx 1$ до $W_{затр}(100\%) \approx W_{цем} \approx 0.4$, обеспечивая хорошую максимальную дифференциацию в 2.5 раза. Показания зондов ННК при этом существенно возрастают.

Если в цемент внедряется газ из пласта с типовым водородосодержанием $W_{газ} \approx 0.03$, то среднее водородосодержание затрубья $W_{затр}(Cem)$ с объемной долей Cem в нем примерно равно

$$W_{затр}(Cem) \approx Cem \cdot W_{цем} + (1 - Cem) W_{газ} \approx W_{газ} + \Delta W_{газ} \cdot Cem \approx 0.03 + 0.37 Cem \quad (2)$$

Это значит, что в газоносных пластах происходит всё наоборот: измеряемое водородосодержание затрубья $W_{затр}(Cem)$ с ростом доли цемента в нем Cem от 0 до 100% линейно увеличивается с хорошим коэффициентом чувствительности, равным контрастности $\Delta W_{газ} \approx +0.37$. При этом водородосодержание затрубья резко меняется от $W_{затр}(0) \approx W_{газ} \approx 0.03$ до $W_{затр}(100\%) \approx W_{цем} \approx 0.4$, т.е. в 13 раз. Показания зондов ННК при этом значительно уменьшаются.

Описанное выше поведение среднего водородосодержания затрубного пространства $W_{затр}(Cem)$ и показаний ННК при заполнении пустот в цементном кольце жидкостью или газом позволяет решить обратную задачу по оценке показателя его целостности Cem . Потенциал ННК-Ц при использовании большего числа нейтронных зондов разных типов содержит возможность определить также и тип флюида, внедрившегося в цемент, и тем самым характер насыщения ПЗП.

Обращаем внимание на следующую важную физическую особенность метода ННК-Ц. При изменении доли цемента Cem в затрубье за счет внедрения в него флюидов меняется не только среднее водородосодержание затрубного пространства $W_{затр}(Cem)$, но и его средняя плотность $\rho_{затр}(Cem)$, на чем основана цементометрия ГГК-Ц. Однако в отличие от ГГК-Ц вариации плотности $\rho_{затр}(Cem)$ влияют на показания ННК-Ц настолько слабо и по абсолютной величине, и по сравнению с водородосодержанием $W_{затр}(Cem)$, что ими оказалось возможным фактически пренебречь. Это доказано точными расчетами прямых задач ННК-Ц для разнообразных геолого-технических условий (ГТУ) с помощью математического моделирования.

Приведем лишь один пример. Пусть при цементации буровой раствор/ПЖ с плотностью 1 г/см^3

замещается облепченным цементом одинаковой с ним плотности 1 г/см^3 , т.е. средняя плотность затрубного пространства $\rho_{затр} = \text{const} = 1 \text{ г/см}^3$ и не меняется с увеличением доли цемента Cem в нем с 0 до 100%. Тем не менее по расчетам показания разных зондов 2ННКнт и 2ННКт при этом возрастают в 2.5-3 раза, что может происходить только из-за уменьшения среднего водородосодержания затрубья $W_{затр}(Cem)$. При этом одно уменьшение плотности исходного цементного камня $\rho_{цем}$ во всем интервале от тяжелого $\sim 2 \text{ г/см}^3$ до легкого $\sim 0.9 \text{ г/см}^3$ приводит лишь сравнительно к незначительному росту чувствительности ННК к показателю Cem . Это означает, что выделять и оценивать Cem в скважинах с облепченным цементом несколько легче, чем с обычным и тяжелым цементом. Причина этого в том, что скорость изменения среднего водородосодержания заколонного пространства $W_{затр}(Cem)$ равна контрастности водородосодержаний обеих сред $|\Delta W_{ж}| = W_{ж} - W_{цем}(Cem, \rho_{цем})$, которая тем больше, чем легче цемент, т.к. концентрация водорода в цементе пропорциональна его плотности.

Теоретическая разработка метода ННК-Ц

Обоснование возможностей и разработка алгоритмов количественной оценки объемной доли цемента Cem в затрубном пространстве скважин методом ННК-Ц производилось на основе математического моделирования показаний зондов 2ННКнт и 2ННКт аппаратуры ряда ММНК методом Монте-Карло по программе MCNP5 [4] и сеточно-многогрупповым методом по программе POLE [5]. Были рассмотрены два типа заполнения затрубного пространства, не занятого цементным камнем, – жидкостью (ПЖ или пластовая вода) и газом. Сначала метод ННК-Ц был разработан чисто теоретически на основе обширных расчетов показаний 2ННКнт и 2ННКт с различным набором длин зондов, которые охватили широкий круг геолого-технических условий (ГТУ):

- скважины, эксплуатационные колонны и насосно-компрессорные трубы (НКТ) различных диаметров и толщин, в геометриях с НКТ и без нее;
- различные заполнения скважины – газом, промысловой жидкостью и (в небольшом объеме) газовой смесью;
- максимально широкий интервал пористостей пласта $K_p = 0-40\%$;
- газо- и водонасыщенные пласты с коэффициентами газонасыщенности в максимальном диапазоне K_g от 0 до 1;
- интервал изменения минерализации пластовой воды $S_{пл} = 0-250 \text{ г/л}$;
- цементные камни с плотностью в интервале $\rho_{цем} = 0.9-2 \text{ г/см}^3$, охватывающие все типы лёгких, облепченных и обычных цементов;

– объемная доля цемента C_{em} в затрубном пространстве скважин менялась в максимальном диапазоне $C_{em}=0-100\%$;

– были исследованы 2 типа заполнения затрубья, не занятого цементом, – жидкостью (ПЖ или пластовая вода) и газом.

Как известно, зонды ННК весьма чувствительны к водонасыщенной пористости K_p и газонасыщенности K_g пласта, а к состоянию цемента в меньшей степени. Естественно, что в методе нейтронной цементометрии ННК-Ц именно вариации K_p и K_g пласта выступают одними из главных «помех». Поэтому при создании метода ННК-Ц одна из трудных задач состояла в нахождении (конструировании) таких функционалов от показаний зондов ММНК, чувствительность которых к объемному содержанию цемента C_{em} максимальна, а к параметрам пласта (K_p , K_g) – минимальна. Такое математическое преобразование (функционал) было найдено – это нормализация обратных показаний малого нейтронного зонда к большому, в результате которой нормализованные зонды совпадают при целом цементе и различаются при разрушенном/некачественном цементе, причем это положение сохраняется при всех значениях K_p и K_g пласта.

Пример эффективности этого преобразования приведен на **рис.1**, где показаны зависимости обратных показаний малого J_{mz} и большого J_{bz} зондов ННКт от K_p после нормализации малого зонда к большому при реше-

нии задачи оценки качества цементирования в строящихся скважинах.

На **рис.1** нормализованные кривые $1/J_{mz}$ норм и $1/J_{bz}$ практически совпадают при целом цементе $C_{em}=100\%$ (кривые 1 и 3) и существенно расходятся при полностью отсутствующем цементе $C_{em}=0$ (2 и 4), а при частичном разрушении цемента расхождение пропорционально величине C_{em} . Из графиков можно также увидеть еще одну важную особенность ННК-Ц: относительная разность кривых 2 и 4 приближенно постоянна и почти не зависит от K_p . Последнее позволяет ввести измеряемый функционал от показаний $Si[J_i]$, равный относительной разности нормализованных обратных показаний двух зондов 2ННК

$$Si = K1(1/J_{mz.норм} - 1/J_{bz}) / (1/J_{mz.норм} + 1/J_{bz}) \sim 1 - C_{em} \quad (3a)$$

который пропорционален показателю разрушенности/некачественности цементного камня ($1 - C_{em}$), не зависит или слабо зависит от K_p и K_g , меняется от 0 до 1 при изменении доли цемента C_{em} от целого ($C_{em}=100\%$) до отсутствующего ($C_{em}=0$). Константа $K1$ находится из расчетов Монте-Карло, она различна для разных приборов ММНК и разных ГТУ и готовится заранее.

Для некоторых условий, например, для больших диаметров скважин $D_{скв} \geq 243$ мм более подходящим функционалом Si , характеризую-

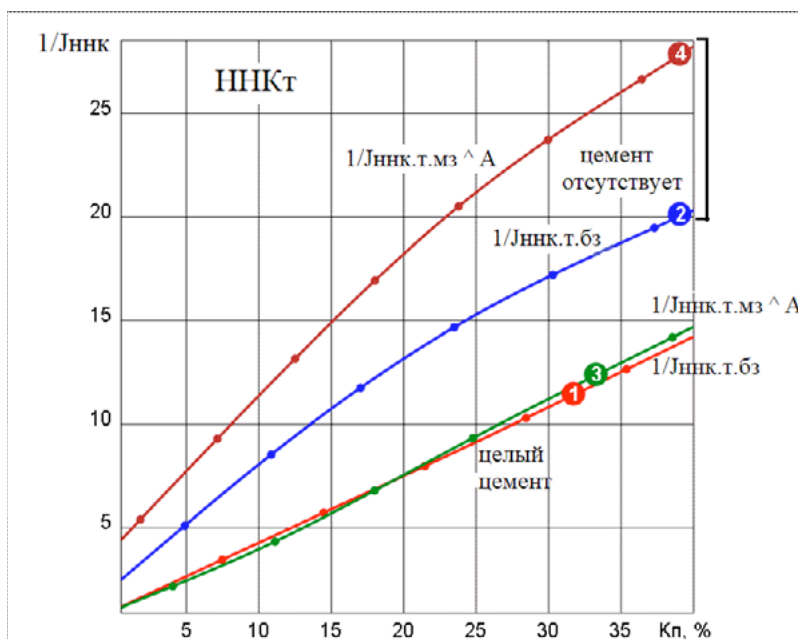


Рис. 1.

Теоретические зависимости обратных показаний малого и большого зондов ННКт от пористости K_p после нормализации малого зонда к большому. Решается задача оценки качества цементирования в новых строящихся обсаженных скважинах. Скважина $D_{скв}/D_{эк}/D_{нкт}=216/168/73$ мм, заполнена водой, плотность цементного камня за эксплуатационной колонной 1.82 г/см³. Зависимости рассчитаны методом Монте-Карло (ниже индекс «ннк» в показаниях J опускается).

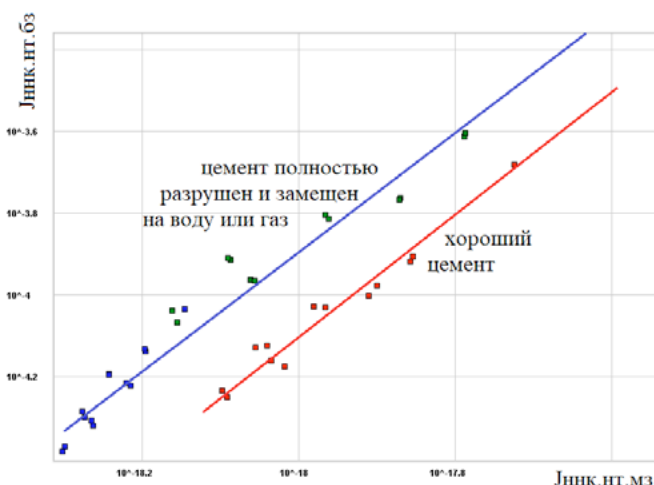


Рис. 2. Теоретический кросс-плот в координатах «скорость счета малого зонда $J_{нк.нт. мз}$ – скорость счета большого зонда $J_{нк.нт. бз}$ » в двойном логарифмическом масштабе, рассчитанный методом Монте-Карло для двухзондового прибора нейтронного каротажа по надтепловым нейтронам 2ННКнт.

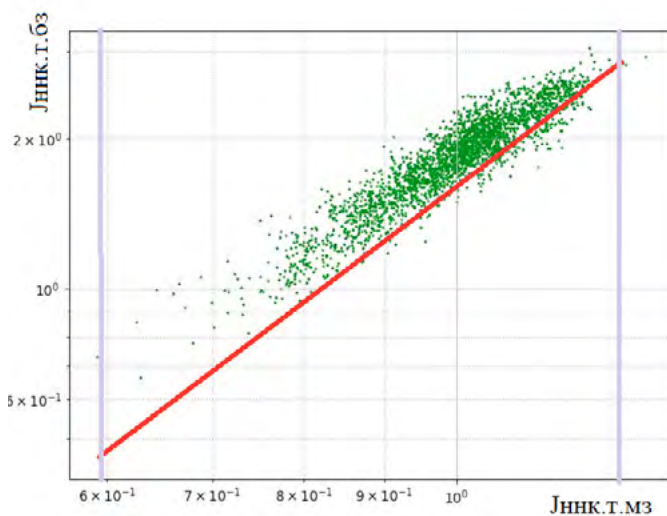


Рис. 3. Кросс-плот в координатах «скорость счета малого зонда $J_{т. мз}$ – скорость счета большого зонда $J_{т. бз}$ » в двойном логарифмическом масштабе, построенный по реальным измерениям в скважине двухзондовым прибором нейтронного каротажа по тепловым нейтронам 2ННКт.

щим разрушенность/некачественность цемента (1-Сем) и также слабо зависящим от K_p и K_g , будет абсолютная разность нормализованных обратных показаний двух зондов ННК:

$$Si = K2 (1/J_{мз. Норм-1}/J_{бз}) \quad (36)$$

Тогда искомый показатель целостности или объемной доли цемента в затрубье, Сем, %, выражается через функционал Si формулой:

$$Сем = (1 - Si) 100\% \quad (4)$$

Для практического применения метода ННК-Ц необходимо знать, как в алгоритме интерпретации следует реализовать ключевую

операцию нормализации показаний малого и большого зондов 2ННК. На основе анализа обширных расчетов Монте-Карло было установлено, что нормализация математически должна представлять из себя возведение обратных показаний малого зонда в некоторую положительную степень α . Оказалось, что степень α зависит от класса ГТУ и от типа прибора ММНК. Находить α можно двумя способами: 1) точно и априори – путем расчета по Монте-Карло баз данных α (ГТУ) для требуемой области ГТУ, объемом от одной скважины до месторождения (в последнем случае это может быть очень трудоёмким);

2) приближенно и онлайн – кросс-плотным способом по измеренным данным 2ННК в исследуемом интервале данной скважины, что вполне оперативно.

На рис.2 приведен пример теоретического кросс-плота, рассчитанного методом Монте-Карло для зондов надтепловых нейтронов 2ННКнт прибора ряда ММНК, который построен в координатах « $J_{нт.мз}$ - $J_{нт.бз}$ » в двойном логарифмическом масштабе. Данный кросс-плот демонстрирует, что точки, соответствующие хорошему цементу, находятся приблизительно на одной прямой линии, которая описывается уравнением линейной регрессии в этих координатах:

$$\log J_{бз} = \alpha \log J_{мз} + B \quad (5)$$

где угловой коэффициент α и есть искомая степень, в которую при нормализации надо возводить обратные показания малого зонда.

На рис.3 аналогичный кросс-плот построен по данным скважинных измерений двухзондовым прибором 2ННКт, тоже в координатах « $J_{т.мз}$ - $J_{т.бз}$ » в двойном логарифмическом масштабе. На кросс-плоте нижняя касательная прямая соответствует хорошему состоянию цемента. По ней степень α определяется описанным выше способом.

Онлайн-нахождение степени α кросс-плотным способом обычно является приближенным, поскольку кросс-плот не всегда имеет определенную форму и/или не всегда содержит достаточное количество точек для однозначного построения касательной и вычисления α как ее углового наклона. Поэтому, если ГТУ в исследуемой скважине известны, то точнее определять искомую степень α априори расчетным способом. Но когда это по-какому-либо невозможно (нет времени, неизвестен ряд ГТУ или др.), допускается приближенное определение степени α по кросс-плоту.

После нахождения верного значения искомой степени α ключевая операция нормализации при обработке ННК-Ц выполняется путем возведения обратных показаний малого зонда $1/J_{мз}$ в эту степень α . Пример таким образом нормализованных каротажных кривых 2ННК, измеренных в реальной скважине, приведен на рис.4. По относительной

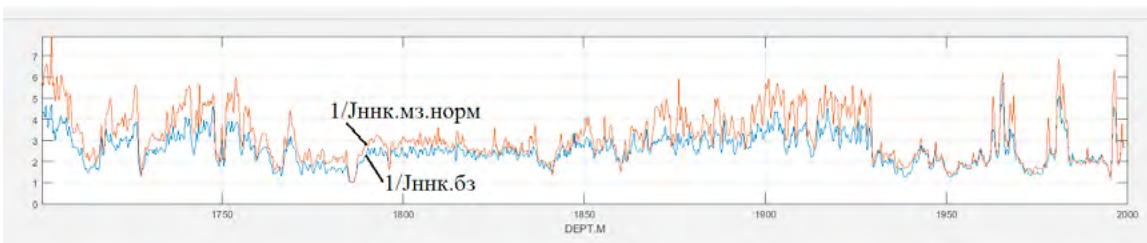


Рис. 4. Пример нормализованных кривых обратных скоростей счета малого и большого зондов тепловых нейтронов прибора 2ННКт.

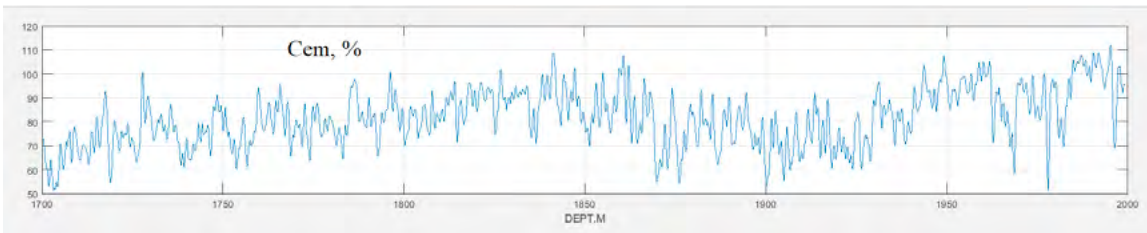


Рис. 5. Пример результата расчета целостности цемента Сем за эксплуатационной колонной с использованием двухзондового прибора 2ННКт. Кривая Сем соответствует кривым скоростей счета, изображенным на рис.4.

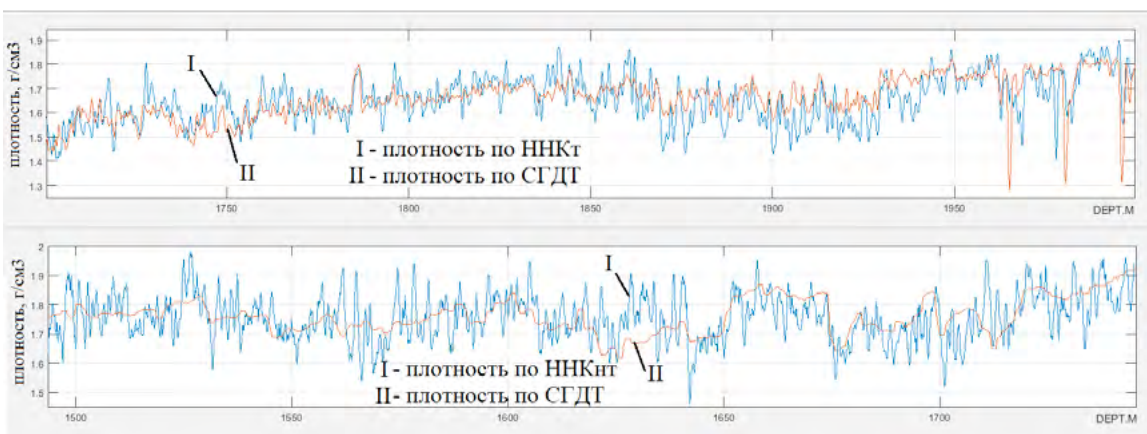


Рис. 6. Сопоставление кривых плотности заколонного пространства, полученных предложенным методом ННК-Ц (кривая I) и независимо по СГДТ (кривая II) при оценке степени разрушенности цемента в двух скважинах. Вверху показан результат по данным 2ННКт, внизу – по данным 2ННКнт. Скважины заполнены жидкостью.

разности Si этих кривых по формуле (4) рассчитывается целостность цемента Сем. Пример цементогаммы скважины Сем(Н), полученной по кривым **рис.4**, приведен на связанном с ним **рис.5**.

Тестирование нейтронной цементометрии ННК-Ц

Алгоритм ННК-Ц был создан целиком на основе математического моделирования и теории, поэтому был выполнен комплекс работ по тестированию данными скважинных измерений. Для подтверждения разработанного метода ННК-Ц было проведено его сопоставление с результатами оценки качества цементирования классическим методом ГГК-Ц/СГДТ.

Выбор последнего объясняется двумя причинами. Во-первых, оба метода поквантово опре-

деляют одну и ту же физическую величину – объемную долю цемента Сем в затрубном пространстве, только ГГК-Ц по его средней плотности, а ННК-Ц по его среднему водородосодержанию. Во-вторых, метод ГГК-Ц/СГДТ обеспечивает достаточно высокую точность оценки Сем, если выполнены условия его применимости: водонаполненные скважины и превышение плотности цемента над плотностью промывочной жидкости в затрубном пространстве не менее чем на 0.4г/см^3 , т.е. использование в основном обычных цементов.

Наиболее серьезную трудность при проведении тестирования ННК-Ц по данным ГГК-Ц/СГДТ вызвал поиск нужных скважин (их было просмотрено порядка сотни) по следующим причинам:

а) Очень мало скважин, где одновременно проводились измерения ГГК-Ц/СГДТ и ММНК/ННК-Ц.

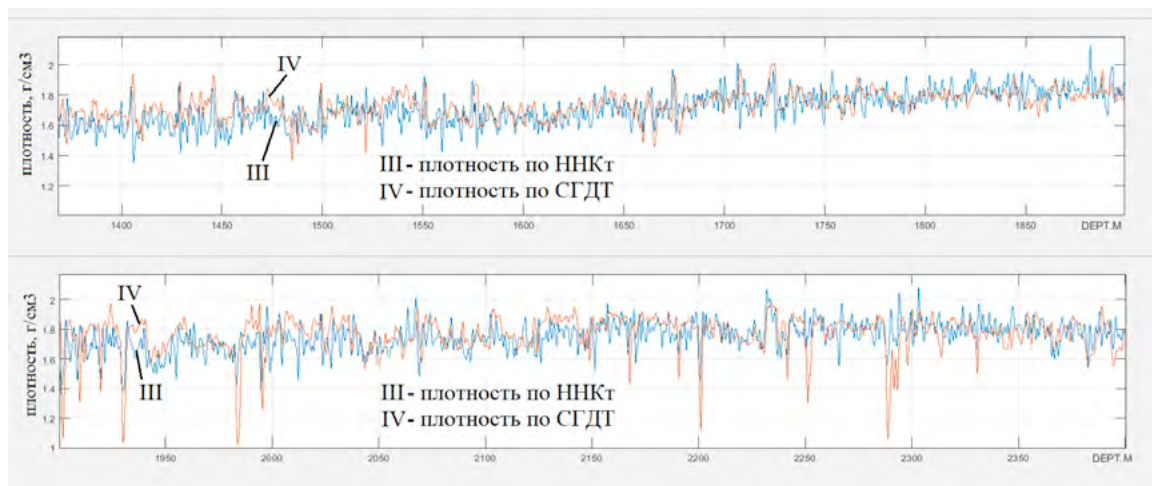


Рис. 7.

Сопоставление кривых плотности заколонного пространства, полученных предложенным методом ННК-Ц (кривая I) и независимо по СГДТ (кривая II) при оценке степени разрушенности цемента в двух скважинах. Оба результата ННК-Ц получены по данным 2ННКт в скважинах, заполненных газом. Оба результата СГДТ получены в тех же водозаполненных скважинах.

б) В старых скважинах измерения приборами СГДТ часто были проведены гораздо раньше, чем приборами ММНК с нужными для ННК-Ц зондами. Поэтому за прошедшее время цементное кольцо по сравнению с датой СГДТ могло дополнительно разрушиться, из-за чего тестирование ННК-Ц в этих скважинах могло быть не вполне корректным и могло занижать значения S_{em} .

в) Именно газонаполненные скважины представляют особый интерес для применения ННК-Ц, поскольку в них не работают никакие другие методы цементометрии, например, с приборами СГДТ, АКЦ, USIT. Но из-за того, что ГКК-Ц в таких скважинах не проводится, очень трудно было найти для тестирования газонаполненные скважины, в которых ранее (при заполнении этих скважин водой) были проведены измерения СГДТ.

Тем не менее было найдено около десятка подходящих водозаполненных и газозаполненных обсаженных скважин, в которых было выполнено опробование и тестирование ММНК/ННК-Ц по данным традиционной цементометрии ГКК-Ц/СГДТ. Некоторые примеры из них приведены на **рис.6 и 7**.

На **рис.6** демонстрируется достоверность результатов интерпретации предложенным методом ННК-Ц, которая подтверждается сопоставлением кривых плотности цементного камня, полученных независимо методом ННК-Ц (кривая I) и ГКК-Ц/СГДТ (кривая II) при оценке степени разрушенности цемента в двух скважинах. Вверху показан результат ННК-Ц по данным зондов 2ННКт, внизу – зондов 2ННКнт. Скважины заполнены жидкостью. Верхняя часть **рис.6** соответствует кривым на **рис.4-5**.

На **рис.7** демонстрируется достоверность результатов ННК-Ц в газозаполненных скважинах, подтверждаемая сопоставлением кривых плотности цементного камня, независимо полученных предложенным методом ННК-Ц с помощью прибора 2ННКт (кривые III) в газозаполненных скважинах и методом ГКК-Ц/СГДТ (кривые IV) в тех же водозаполненных скважинах.

Выводы

Предложен, разработан и опробован новый метод интегральной нейтрон-нейтронной цементометрии ННК-Ц для контроля состояния цемента любого типа и плотности, при любом заполнении скважин (жидкостью, газом, смесью), применимый на всех стадиях жизни скважин от их строительства до старых скважин и обладающий следующими свойствами:


1. Метод реализуется, в зависимости от геолого-технических условий измерений, с приборами 2ННКт или 2ННКнт.
2. Метод работает с любыми типами цементов, включая лёгкие и обычные.
3. Метод применим для широкой номенклатуры диаметров скважин, эксплуатационных колонн и насосно-компрессорных труб (НКТ), применяющихся на практике, в скважинах с НКТ и без НКТ.
4. Заполнение скважины может быть любое: газ, любая жидкость или их смеси.
5. Метод не требует трудоемкой работы по созданию обширных баз данных палеточных зависимостей, что упрощает решение задачи цементометрии.
6. Метод работает в максимальном диапазоне пористостей $K_p=0-40\%$; при этом знание величины K_p для оценки цемента не требуется,

что значительно упрощает решение задачи цементометрии.

7. Метод работает в пластах с любым характером насыщенности: нефть, вода, конденсат, газ или их смеси, и практически для любых реально встречающихся коэффициентах нефтегазонасыщения K_{ng} , кроме самых высоких $K_{ng} \geq 0.75-0.8$, при этом метод не требует знания величины K_{ng} , что значительно упрощает решение задачи цементометрии. Очень высокие K_{ng} являются помехой, несколько искажающей результат.

8. Метод решает задачу контроля качества цементирования новых строящихся скважин с использованием любой аппаратуры ряда ММНК, в т.ч. наиболее распространенных в РФ монометодных двухзондовых приборов 2ННКт или 2ННКЦ.

9. Задача оценки разрушенности цемента в зрелых и старых скважинах лучше решается приборами по надтепловым нейтронам 2ННКт, которые работают в любых ГТУ, включая высокоминерализованные пластовые воды или газонаполненные скважины. Но и более распространенные приборы по тепловым нейтронам 2ННКЦ, здесь также применимы, хотя и в несколько более ограниченной области ГТУ, т.к. они имеют заметно меньшую чувствительность к цементу.

10. Достоверность результатов метода ННК-Ц подтверждена сопоставлением результатов обработки данных 2ННКт и 2ННКЦ в водонаполненных и газонаполненных скважинах с результатами традиционной цементометрии ГГК-Ц/СГДТ в этих же скважинах. 

Литература

1. Скважинная ядерная геофизика. Справочник геофизика, глава 10 / под. ред. О.Л. Кузнецова, А.Л. Поляченко. - 2-е изд. - М.: «Недра», 1990. - 318 стр.
2. Сковородников И.Г. Геофизические исследования скважин. - 3-е изд. - Екатеринбург: Институт испытаний, 2009. - 471 стр.
3. Сайт Шлюмберже [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.slb.ru> (дата обращения: 21.03.2022).
4. Los Alamos National Laboratory (LANL). X-5 Monte Carlo Team, i «MCNP - Version 5, Vol. I: Overview and Theory», LA-UR-03-1987 (2003). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://laws.lanl.gov/vhosts/mcnp.lanl.gov/pdf_files/la-ur-03-1987.pdf (дата обращения: 30.03.2021).
5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021610817. Векторная программа для многогруппового сеточного моделирования полей, показаний и палеток методов ядерного каротажа в вертикальных и наклонно-горизонтальных скважинах (программа «POLE») / А.Л. Поляченко, И.В. Бабкин, Л.Б. Поляченко. Заявл. 25.12.2020, опубл. 19.01.2021.

UDC 550.832.535

L.B. Polyachenko, Candidate of Science (C.Sc.) in Physics & Mathematics, Lead Engineer, Physical & Mathematical Modelling Laboratory, OGTI GEO-SPECTRUM LLC, info@int-geos.ru

A.L. Polyachenko, Doctor of Science (D.Sc.) in Physics & Mathematics, Professor, Academician at RANS, Academic Advisor OGTI GEO-SPECTRUM LLC info@int-geos.ru

E.A. Egurtsov, President, Chairman of Board of Directors OGTI Geo-Spectrum LLC, S_Egurtsov@int-geos.ru

Yu.V. Ivanov, Candidate of Science (C.Sc.) in Engineering, Executive Director OGTI Geo-Spectrum LLC, y_ivanov@int-geos.ru

S.N. Menshikov, Candidate of Science (C.Sc.) in Economics, Member of the Management Board, Department Head PJSC Gazprom, gazprom@gazprom.ru

S.K. Akhmedsafin, Candidate of Science (C.Sc.) in Engineering, Department Deputy Head PJSC Gazprom, S.Akhmedsafin@adm.gazprom.ru

S.A. Kirсанov, Candidate of Science (C.Sc.) in Engineering, Department Head PJSC Gazprom, S.Kirsanov@adm.gazprom.ru

A NOVEL METHOD OF NEUTRON-NEUTRON CEMENT BOND LOGGING (NN-CBL) FOR REGULAR AND LIGHT CEMENT EVALUATION IN WELLS, IRRESPECTIVE OF THEIR FUNCTION, AGE, AND FILL-UP

Abstract: The national security strategy of the Russian Federation states that «...leadership in the advancement of science and technology is evolving as a key factor ... for provision of national security». The stable and effective functioning of the domestic oil and gas industries primarily relies on the development of their science and technology capacities, including origination and application of indigenous enabling technologies used to obtain and analyze the geological and geophysical data, with their supporting processes digitalized to the maximum extent possible. The article presents a novel method of integral neutron-neutron cement bond logging NN-CBL that is used to monitor cementing of any type and density (including light cementing) in wells filled with any media (including gas), applies in all the stages of well life – from construction to old wells, and is free of any known severe restrictions typical of the conventional GG-CBL and ACBL. Physically, NN-CBL has at its core the contrast difference by hydrogen content between the cement and fluids in the annulus. Scientific fundamentals, procedure, and supporting interpretation software for NN-CBL have been implemented with the aid of mathematical modelling. The method has been tested and proven by comparison of GG-CBL data obtained from SGDT tools in 10 wells.

Keywords: neutron-neutron cement bond logging NN-CBL, physical and scientific fundamentals, mathematical modelling, comparison with conventional methods, testing, procedure, proving.

Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых – 95 лет



С 1927 года в нашей стране существует уникальный институт государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, который отвечает за информацию о количестве и качестве разведанных запасов минерального сырья в стране. В ряде стран бывшего социалистического лагеря функционируют аналогичные структуры, которые были созданы на методологической базе ГКЗ СССР и с помощью советских специалистов. Не так много сохранилось государственных институтов советского периода, которые успешно действуют и в настоящее время в Российской Федерации. Поэтому на юбилейном рубеже этой организации будет полезно для дела развития сферы недропользования оценить пройденный исторический путь и перспективы развития государственной экспертизы.

Предпосылки создания ГКЗ

Состоявшийся в декабре 1925 г. XIV съезд ВКП(б), принявший курс на индустриализацию страны (за этим съездом даже укрепилось название «съезд индустриализации»), еще раз подтвердил первоочередность развития топливно-энергетической промышленности и черной металлургии. В 1926–1927 гг. были выполнены работы по оценке перспектив Кузнецкого угольного бассейна и железорудной базы Урала, которые легли в основу проектирования и строительства в этих регионах крупнейших промышленных предприятий. Восстанавливались разрушенные рудники, угольные шахты, прииски, открывались новые виды минерального сырья и строились предприятия по их добыче и переработке. Интенсивные геологические исследования в период 1923–1927 гг. привели к открытию крупного Алданского золотоносного района в Якутии, богатейшего месторождения калийных солей в Пермской области, Хибинского апатитового района, Тюленевского, Крестовского и Черемшанского месторождений силикатных никелевых руд, Хапчерангинского и Шерловогорского месторождений оловянных руд в Забайкалье и др. Была заложена база отечественной алюминиевой промышленности. При составлении плана производительных сил учитывались все полезные ископаемые по каждому экономическому району России. К 1927 г. уровень промышленного производства превысил на 11 % довоенный. Однако, несмотря на крупные успехи, достигнутые геологической службой в восстановительный период, вопрос о создании единой системы учета разведанных запасов, по-прежнему, оставался открытым. Наиболее остро эта проблема проявилась в период индустриализации, когда возникла необходимость обеспечения на государственном уровне объективной оценки запасов минерального сырья для действующих, реконструируемых и строящихся промышленных предприятий. Перед геологической службой Советской Республики ставилась задача не только подготовить производство жизненно важных видов минерального сырья, но, самое главное, обеспечить на государственном уровне квалифицированную и ответственную экспертизу запасов месторождений полезных ископаемых для проектируемых объектов. Геолком в инициативном порядке принимает решение о создании органа, способного взять на себя решение этой задачи.

Создание и становление

31 мая 1927 г. и. о. директора Геологического комитета Александром Карловичем Мейстером был издан приказ о создании Особой комиссии по подсчету запасов полезных ископаемых СССР. На комиссию возлагалась задача по рассмотрению, проверке и утверждению цифр запасов, распределения их по категориям, а также методов подсчета запасов. Обоснованность решения о необходимости создания единой системы учета разведанных запасов была подтверждена на государственном уровне в приказе ВСНХ СССР № 881 от 24 июня: «Признавая, что организация горных и горнозаводских предприятий на новых месторождениях может иметь место только при условии заранее установленной достаточной обеспеченности месторождения запасами полезного ископаемого, Президиум ВСНХ СССР считает необходимым, чтобы впредь, при организации новых трестов, производство которых должно быть связано с добычей полезных ископаемых, а также при организации существующими трестами новых хозяйственных единиц (рудников, шахт, заводов и т. д.), деятельность которых должна быть обеспечена достаточными запасами полезных ископаемых, вышеупомянутая обеспеченность запасами была бы подтверждена соответствующими заключениями Геолкома». Впервые в истории недропользования в России была создана организация, осуществляющая государственную приемку разведанных в недрах запасов полезных ископаемых с целью последующей передачи их в освоение предприятиями добывающей промышленности.

Историю Комиссии по запасам полезных ископаемых с момента ее образования и до нынешних дней можно условно разделить по выполняемым функциям и уровню решаемых задач на четыре временных этапа: становление – с 1927 по 1954 г.; развитие в качестве экспертной организации приравненной по статусу к министерству – с 1955 по 1992 г.; переходный от социалистической формы хозяйствования к рыночной – с 1993 по 2004 г.; современный – с 2004 г. по настоящее время. Каждый этап деятельности Комиссии связан с определенными периодами истории нашей страны, поэтому



Рис. 1. Схема системы управления геологической службой СССР

рассматривать работу Комиссии и оценивать ее значение для государства необходимо с учетом всех особенностей экономики, внутренней и внешней политики, присущих тому или иному периоду.

Знаковым историческим событием для Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых стал визит В. В. Путина 16 июня 2009 г: во-первых, за более чем 80-летнюю историю существования этой организации ее впервые посетил глава Правительства, и не просто посетил, а сформулировал концептуальные задачи совершенствования государственной системы управления минеральными ресурсами; во-вторых, именно Комиссия с момента организации в 1927 г. и до 1990 г. играла важную роль в советской системе управления минеральными ресурсами.

Проборазом такой системы была система управления геологической службой в СССР. В ее структуре ГКЗ с 1954 г. имело статус министерства и подчинялось непосредственно Совмину СССР (Рис. 1). Занимаемое ГКЗ СССР высокое вневедомственное положение соответствовало основной цели ее создания – «...усиление государственного контроля за качеством работ министерств и ведомств по подсчету запасов полезных ископаемых и повышение ответственности за достоверность утверждаемых запасов», и ее миссии – «...контроль за правильностью установления кондиций на минеральное сырье для подсчета запасов в недрах с целью максимального вовлечения в эксплуатацию новых месторождений полезных ископаемых и новых видов промышленного сырья, а также комплексного извлечения полезных ископаемых» (из Постановления Совета Министров СССР от 1 июля 1954 г. № 1317). В тот период руководство Комиссией осуществляли глубоко преданные своему делу люди, талантливые организаторы, ученые и высококвалифицированные специалисты, такие как И. И. Малышев и А. М. Быбочкин – истинные «государственники», стоявшие на страже интересов страны. Этот факт истории свидетельствует о важности роли государства в управлении недропользованием. Именно государство, являясь собственником недр, что зафиксировано в Законе РФ «О недрах» (разд. I, ст. 1.2), в первую очередь должно быть заинтересовано в их рачительном использовании и строго контролировать соблюдение этого требования всеми участниками недропользования.

В начале 1990-х годов, в силу известных обстоятельств, недра практически выпали из поля зрения государства. В течение почти 15 лет отечественная геология и горная промышленность переживали не лучшие времена. Невостребованной оказалась и главная функция ГКЗ – госприемка запасов. Главной целью тогдашних руководителей Комиссии было сохранение уникальной государственной структуры и института экспертизы, документальной и информационной базы природных ресурсов России. Благодаря их усилиям ГКЗ сумела не только выстоять, но и упрочить свое положение в новых экономических условиях. С 2004 г. начался новый этап развития ГКЗ.

О государственной экспертизе запасов полезных ископаемых на современном этапе

Государственная экспертиза является одним из важнейших элементов эффективного управления минерально-сырьевым комплексом России и дает значительный государственный эффект в части повышения извлечения полезных ископаемых из недр, рационального и комплексного их использования, проведения ГРП, применения новых современных, более эффективных технологий добычи и переработки полезных ископаемых.

За период с 2005 г. по настоящее время, выполнялись работы по совершенствованию методологии государственной экспертизы информации о разведанных запасах полезных ископаемых,

геологической, экономической информации о предоставляемых в пользование участках недр в части рационального и комплексного использования минерально-сырьевого потенциала недр.

С 2005 года, по инициативе ГКЗ, осуществлялась деятельность в области взаимодействия с международным сообществом (Европейской федерацией геологов, Обществом инженеров нефтяников, Комитетом по международным стандартам отчетности о запасах) по вопросам классификаций и учета запасов и ресурсов полезных ископаемых, а также по совершенствованию нормативных документов в этой области. Сотрудники ГКЗ участвовали в работе Группы экспертов по вопросам классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых при Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН.

Участие в работе ЕЭК ООН в рамках Группы экспертов по классификациям позволяет укреплять позиции российской стороны по одному из важнейших направлений современной геолого-экономической науки и практики, способствовать гармонизации систем классификации и отчетности РФ по запасам/ресурсам полезных ископаемых с международными стандартами с учетом интересов России в сфере мирового горнопромышленного бизнеса в рамках действующих законодательных и нормативно-методических документов.

При участии ГКЗ совместно с Обществом экспертов России по недропользованию (ОЭРН) и Комитета по международным стандартам отчетности о запасах (CRIRSCO) был разработан российский Кодекс публичной отчетности, который был утвержден и публично подписан 31 октября 2011 года в рамках ежегодной встречи членов CRIRSCO. Таким образом, Россия присоединилась к CRIRSCO и стала его полноправным членом.

Кодекс разработан в соответствии с общими критериями, принятыми мировым горным сообществом с учетом существующей в России государственной системы организации недропользования, классификации и учета полезных ископаемых.

Кодекс открывает новые возможности для российских специалистов в области ТПИ выступать в роли компетентных лиц, в международном понимании этого термина, а также открывает возможности в части получения более понятной информации о запасах и ресурсах российских месторождений для участников финансовой сферы и инвесторов. Кроме того, он способствует выработке единых подходов к отчетности о запасах и ресурсах для российских и иностранных специалистов, а также развитию отечественной системы аудита и биржевой системы.

Предполагается, что Публичный Отчет, подготовленный согласно требованиям Российского кодекса, будет необходимым и достаточным документом для листинга, IPO акций и последующей отчетности на большинстве торговых площадок мира. В частности, речь идет о признании российского кодекса в качестве международного стандарта отчетности мировыми фондовыми биржами, такими, как лондонская, гонконгская и другие.

Проводимая работа по разработке российского Кодекса отчетности, сближению российской системы классификации с международной системой будет способствовать восполнению и эффективному освоению запасов месторождений полезных ископаемых, увеличению капитализации российских недр и созданию благоприятной инвестиционной среды.

ГКЗ занимает активную позицию по сближению российских и международных подходов к классификации запасов и ресурсов. Стремится к взаимному признанию специалистов разных стран и пониманию различных стандартов классификаций и отчетности по запасам и ресурсам, повышению прозрачности информации и инвестиционной привлекательности объектов недропользования, и это уже современный пласт истории, который формирует сценарий будущего развития российской системы недропользования, соответствующий мировым тенденциям в минерально-сырьевой сфере.

С 1 января 2016 г. введена в действие новая классификация запасов УВС. Главной целью нововведения является обеспечение перехода от административного регулирования недропользования к механизму, основанному на геолого-экономической и технико-экономической оценке возможности разработки запасов полезных ископаемых. Классификация позволяет решить актуальные задачи: повышения достоверности запасов; упрощения схемы утверждения запасов; снижения административных барьеров; обеспечение комплексного подхода к администрированию льготизируемых параметров; совершенствования механизма государственного регулирования для вовлечения в разработку неэффективных и трудноизвлекаемых запасов; гармонизации с международными системами. На завершающем этапе находится процесс внедрения новой классификации по ТПИ.

Необходимо отметить, что в современных условиях государственная экспертиза является одним из важнейших элементов эффективного управления минерально-сырьевым комплексом России и дает значительный эффект в части: объективной оценки запасов; повышения извлечения полезных ископаемых из недр; рационального и комплексного их использования; проведения ГРП; применения новых, более эффективных технологий добычи и переработки полезных ископаемых. Обеспечение эффективного проведения экспертизы требует постоянного её совершенствования применительно к рыночным условиям с использованием международных критериев в части, как подсчета и оценки запасов, так и составления проектной и технической документации на разработку месторождений полезных ископаемых, эти задачи остаются актуальными, как в настоящее время, так и на обозримую перспективу развития.

Коллектив журнала «Недропользование XXI век» от всей души поздравляет ФБУ ГКЗ с 95-летием со дня основания организации!

Желаем коллективу ГКЗ успешно продолжать профессиональные традиции отечественных экспертов геологов, внося свой весомый вклад в дело преумножения минерально-сырьевой базы России!

Комитет поддерживает новые экологические инициативы



На фото: Д. Н. Кобылкин – Председатель Комитета Государственной Думы по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды

18 мая на заседании Комитета по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды рассматривался законопроект, направленный на создание и развитие системы обращения с вторичными ресурсами. Этот документ актуален как никогда. Его главная цель – повышение уровня хозяйственного использования отходов и, фактически, формирование новой отрасли.

«К 2024 году в трети регионов мощности по захоронению отходов будут исчерпаны. Задача государства – создать условия по минимальному захоронению отходов и максимальному вовлечению вторсырья в переработку», – рассказал председатель Комитета Д.Н. Кобылкин.

Законопроектом вводятся новые понятия «вторичные ресурсы» и «вторичное сырье», а также положения, реализация которых обеспечит развитие системы обращения с вторичными ресурсами – с 2030 года их захоронение запрещается.

В закон «Об охране окружающей среды» добавляется новая статья «Требования при обращении с побочными продуктами производства». Она учитывает существующую практику, когда получаемый в производственной деятельности побочный продукт не является отходом, а используется в качестве сырья в собственном производстве или для потребления в качестве готовой продукции. Компаниям предлагается обязать самостоятельно относить вещества и предметы к отходам либо к побочным продуктам производства вне зависимости от их включения в федеральный классификационный каталог отходов.

Согласно документу, складирование побочных продуктов производства должно осуществляться с соблюдением требований законодательства об охране окружающей среды и в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Побочные продукты производства при этом предлагается признавать отходами в случае, если они расположены в объектах размещения отходов, а также, если они не используются в качестве сырья в собственном производстве или в течение трех лет не переданы иным лицам в качестве продукции. Признание побочных продуктов производства отходами влечет для собственника отходов обязанность исчислить и внести плату за негативное воздействие на окружающую среду.

В России появился Национальный Экологический фонд

При содействии Комитета по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды и Росприроднадзора в России создали первый национальный экологический фонд – аналог международной природоохранной некоммерческой организации Greenpeace. Предполагается, что Фонд станет единым центром для всех существующих в России проектов в области экологии.

По замыслу создателей – **Фонд поддержки и развития экологических инициатив «КОМПАС»** объединит всех неравнодушных к природе – от каждого жителя нашей страны до общественных или коммерческих организаций. Сплотит в общем стремлении оберегать природу, защищать окружающую среду и сохранять природные богатства страны.

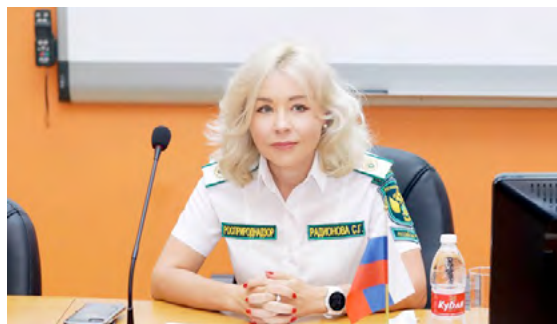


На фото: Заседание Комитета по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды

«Нет ни одного человека в России, которому не была бы дорога природа родного края. Я верю, что граждане нашей страны хотят принимать участие в одном из важнейших этапов природоохранной деятельности – законотворчестве. «КОМПАС» – это первый российский экологический Фонд, который станет связующим звеном между **народными инициативами и законом**, что поможет добиться положительных перемен в экологии нашей страны!» – заявил Председатель Комитета Государственной Думы по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды Дмитрий Николаевич Кобылкин.

Основные направления деятельности Фонда: построение системы взаимодействия в законодательческих инициативах в области экологии, разработка научно-технологических проектов, поддержка общественных организаций и экологическое просвещение.

«Наступило уникальное для нашей страны время, в которое появляется наш, российский экологический Фонд. Уверена, что «КОМПАС» объединит активистов, ученых и просто неравнодушных людей, станет надежным союзником в природоохранной деятельности. Экология – дело каждого. Любой вклад в сохранение природы имеет большую ценность» – отметила важность создания Фонда руководитель Федеральной службы по надзору в сфере природопользования Светлана Геннадиевна Радионова.



На фото: С. Г. Радионова – руководитель Федеральной службы по надзору в сфере природопользования

Чтобы стать частью экологической семьи «КОМПАС», необходимо зарегистрироваться на официальном сайте. Функционал личного кабинета позволяет отслеживать собственную активность, участвовать в сборе средств, предлагать экологические инициативы, принимать участие в тематических мероприятиях, которые будут отражаться в едином календарном экологическом плане России. Кроме того, есть возможность рассказать о существующих проблемах в своем регионе и предложить их решение, заполнить форму на главной странице. Создать личный кабинет можно на сайте eco-compass.ru

В ближайшее время будет сформирован полный состав Попечительского Совета Фонда, но на данный момент известно, что в него планируют войти: Д.Н. Кобылкин и С.Г. Радионова, а также представители искусства и науки.

Официальный старт деятельности Фонда был дан в преддверии Дня эколога на первом музыкальном экоквесте «КУЧА», который состоялся 3 июня в г. Люберцы.

Материал подготовил специальный корреспондент журнала в Госдуме РФ С.Е. Матвейчук

Участники конференции рассказали об опыте внедрения Micromine Geobank и использования прикладных инструментов системы

Москва, 30 мая 2022 г.

– Многим ли предприятиям геолого-разведочной и горнодобывающей отраслей знакомо программное обеспечение Geobank компании Micromine? Между тем оно позволяет создать эффективную платформу для сбора, проверки и хранения данных, поступающих из различных источников, а также для управления ими. Это решение использует масштабируемую модель данных, настраиваемую под специфические требования заказчика, и находит применение в компаниях любого размера. В настоящее время большое количество горнодобывающих предприятий задумываются о решении проблем обработки больших данных и автоматизации этих процессов.

24 мая в Красноярске на площадке форума «МИНГЕО СИБИРЬ» прошла первая конференция пользователей Micromine Geobank, на которой присутствовали порядка 40 гостей. Вступая в сообщество пользователей Micromine, пользователи лучше понимают, как и для чего можно применять эту систему в конкретных условиях. Данная конференция стала полезной площадкой для повышения профессиональных навыков работы с системой тем, кто только начинает углубленно знакомиться с Micromine Geobank, и тем, кто работает в ней на ежедневной основе.

В своем докладе «Контроль эксплоразведочного бурения с помощью СУБД Geobank», представитель компании «Мангазея Майнинг» геолог по контролю качества Надежда Просяникова пояснила, что эту информацию нужно собирать, актуализировать, сохранять и представлять в виде отчетов. Выручает Micromine Geobank. Для использования системы, ее настройки, достаточно минимальных навыков программирования.

«Geobank – это, в первую очередь, автоматизация, ускорение всех процессов, исключение человеческих и технических ошибок и оперативное получение отчетов за выбранный промежуток времени», – подчеркнула она. Система позволяет быстро создавать наряд-заказы на бурение для выбранных скважин с генерированием интервалов бурения, экспортировать их в нужном формате и формировать задания для геологов. Получаемые из лабораторий результаты импортируются в базу данных с контролем ошибок. Предприятие недавно начало работать с Micromine Geobank, и у него большие планы его дальнейшего использования.



Как сообщила Мария Дёмина, специалист компании GV Gold, в презентации «СУБД Geobank и ПО Geobank Mobile на геологоразведочных работах и при эксплуатации месторождений» специалисты GV Gold решили разработать систему, включающую в себя Micromine Geobank. «Проект предусматривал документирование керна скважин, внедрение ПО Geobank Mobile, формирование графической отчётности, повышение производительности работ, а также сопровождение эксплуатационной разведки на предприятии, включая обработку и хранение данных, взаимодействие ГИС и СУБД», – рассказала она.

Опытном внедрения и эксплуатации Micromine Geobank на предприятиях ГК «Селигдар» поделился Павел Учаев, начальник отдела геофизических информационных систем. «Селигдар» использует систему на своих участках в Республике Саха (Якутия) и в дочерних компаниях. «В связи



с планами увеличения добычи золота выросла нагрузка на персонал в части проведения геолого-разведочных работ, – сказал он. – Компания приобрела еще три месторождения, увеличились объемы добычи и обрабатываемой информации. Это потребовало внедрения системы управления базой геологических данных».

В ходе реализации проекта система Micromine Geobank была адаптирована под геологоразведочные работы ГК «Селигдар», настроен алгоритм проверки для исключения ввода в БД некорректных данных. Сократилось время получения отчётов и формирования документации, ускорились рабочие процессы, подрядчики быстрее получают нужные данные. И это далеко не полный список аргументов в пользу Geobank.

По словам Валерия Мелкомукова, начальника отдела геоинформационных систем АО «Полиметалл УК», компания начала изучать рынок систем управления геологическими данными еще в 2013 году. «Мы выбрали пять вендоров, которые реализовали пилотные проекты. По результатам этих проектов комиссия отдала предпочтение Micromine Geobank. Одним из факторов стала развитая техподдержка Micromine в России», – пояснил он.

В презентации «Система управления геологическими данными Micromine Geobank в крупной горнорудной компании» он рассказал, что с увеличением количества объектов возникает потребность в развитых инструментах, автоматизации процессов, стандартизации данных и управлении ими. Специалисты разработали на основе Geobank собственное техническое решение. Серверы с Geobank развернуты в регионах. Данные ежедневно реплицируются в офис управляющей компании в Санкт-Петербурге. На местах геологи ведут документацию, заполняя стандартные шаблоны. Администратор наряду с данными из лабораторий загружает эту информацию в Geobank.

«Мы достигли высокого качества баз данных по всем объектам. До внедрения Geobank мы получали по базам регулярные замечания, – пояснил Валерий Мелкомуков. – Теперь этой проблемы нет. С геологов сняты трудоемкие задачи ведения БД. Появилась возможность оперативного управления геолого-разведочными проектами».

Максим Мингалов, технический директор Micromine Geobank ООО «Майкромайн Рус», познакомил аудиторию с конкретными сценариями, позволяющими упростить, автоматизировать и значительно ускорить процессы на горнодобывающем предприятии. Он представил ETL-инструментарий на Python для подготовки реестров исторических данных, отметил, что в отличие от Excel ПО Geobank не имеет ограничений на количество данных и пояснил механизмы подготовки и загрузки данных из таблиц Excel, обогащения данных и удаления дубликатов.

«После загрузки данных в Geobank можно строить различные графики и получать другую полезную информацию, – сообщил он. – В результате первичные геологические данные преобразуются в информацию, необходимую для планирования горных работ и принятия оперативных решений в ходе разведки и отработки запасов месторождения. Это также является основой для решения задач по оценке запасов и моделированию».

Конференция Micromine Geobank – одна из важных деловых встреч отраслевых экспертов. В России насчитывается более 1000 пользователей системы, а в мире – свыше 2000 заказчиков. Программный продукт Geobank рекомендован экспертно-техническим советом Госкомиссии по запасам для решения задач по созданию геологических баз данных на всех этапах геолого-разведочных работ и графической отчётности.

О форуме

Форум «МИНГЕО СИБИРЬ» – это уникальная площадка для обмена опытом и широкого обсуждения участниками проблем недропользования в России и в мире, знакомства персонала горных и геологоразведочных компаний с современными инновационными технологиями в горном бизнесе, с изменениями отечественного законодательства. Как элемент системы партнёрства государства и бизнеса.

О компании

Micromine – разработчик и поставщик инновационных программных решений для горнодобывающей промышленности, охватывающих весь производственный цикл: от геологоразведки и трехмерного моделирования до контроля над горным производством, планирования и управления данными. За время существования стала одним из лидеров мирового рынка по разработке и продаже программных решений для горной отрасли, представительства компании открыты в 12 странах мира.

Micromine Geobank – гибкое и надежное решение для хранения, обработки и работы с базами горно-геологических данных. Система быстро адаптируется под требования пользователя. В среднем внедрение длится от 4-5 месяцев, включая подготовительные работы, развёртывание, настройку, обучение персонала и ввод в эксплуатацию.

Подписано Соглашение о всестороннем и комплексном сотрудничестве между Обществом экспертов России по недропользованию и АООН «НАЭН»



На фото: Третьяков А.В. и Свинтицкий И.Л.

Горно-геологический Форум МИНГЕО продолжает радовать хорошими новостями. Организаторы Форума напомнили, что по итогам проведения круглого стола, посвященного вопросам независимого национального аудита, рейтинговой системе оценки экспертов и актуальным вопросам применения международных кодексов отчетности о ресурсах и запасах полезных ископаемых состоялось знаковое для профессионального горно-геологического сообщества событие – было подписано Соглашение о партнерстве и совместной деятельности между Национальной Ассоциацией по Экспертизе недр (АООН «НАЭН») и Обществом экспертов России по недропользованию (ОЭРН) . Соглашение было подписано директором АООН «НАЭН» – А.В. Третьяковым и исполнительным директором ОЭРН – И.Л. Свинтицким.

Подписанное соглашение направлено на организацию совместной деятельности двух авторитетнейших организаций, стоявших у истоков отечественной системы независимого горно-геологического аудита и экспертизы, с целью активного развития и укрепления в РФ, признанных мировым профессиональным сообществом и фондовыми площадками систем и правил отчетности, коим несомненно является российский национальный кодекс НАЭН/ОЭРН. Вместе с тем совместная деятельность будет активно способствовать формированию российского института компетентных лиц, а также системе отечественного независимого горно-геологического аудита.

Дальнейшее развитие и укрепление в международной системе минерально-сырьевого сектора экономики национального Кодекса, признанного мировым профессиональным сообществом, также позволит развить не только отечественные фондовые площадки поддержки отрасли, но и наладить активное международное сотрудничество в данной стратегически важнейшей отрасли экономики.

.....

Как ускорить освоение минерально-сырьевого потенциала Арктики

28 апреля состоялось заседания Секции государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования НТС Минприроды России.

Заседание было посвящено рассмотрению перспективных направлений реализации минерально-сырьевого и логистического потенциала Арктики, а также вопросам программно-целевого лицензирования недр.

С вступительным словом выступил **А.А. Гермаханов** – директор Департамента государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования (Минприроды), где он обозначил стратегические задачи в области развития геологии и недропользования в Арктике и сформулировал цели заседания Секции.

С докладами по заявленной тематике выступили: **Григорьев М.Н.** (ООО «Гекон») «Стратегические документы по освоению Арктики и направления создания экономически эффективных минерально-сырьевых центров»; **Мельников П.Н.** (ВНИГНИ) «Извлекаемые запасы УВС Арктической зоны и перспективы вовлечения ее в хозяйственный оборот»; **Черных А.И.** (ЦНИГРИ) «Минерально-сырьевая база ТПИ Арктической зоны и рациональные направления ее вовлечения в хозяйственный оборот»; **Костюченко С.Л.** (ООО «Росгео») «Основные направления технико-технологического обеспечения геологоразведочных работ в Арктической зоне РФ».

По вопросам повестки заседания и принятия проекта решения заседания секции выступили члены секции и приглашенные: **Соборнов К.О., Хитров А.М., Ампилов Ю.П., Иванов А.Г., Герт А.А., Третьяков А.В.** и другие.

Член Секции **Григорьев М.Н.** вынес на обсуждение следующие предложения к проекту решения заседания Секции:

1. Необходимо согласование с профильными министерствами (Минтранс, Минэнерго, Минвостокразвития, Минпромторг, Минэкономики, Минфин) сценариев развития нефтегазового и горнорудного комплексов Арктической зоны на средне – и долгосрочную перспективу.

2. Для ресурсного обеспечения действующих, строящихся и планируемых МСЦ Арктической зоны Российской Федерации, считать необходимым провести работы по оптимизации программы лицензирования и проведения геологоразведочных работ за счет федерального бюджета, включающие:

- локализацию значимых МСЦ на основе единого методического подхода и увязку их логистических схем вывоза продукции и завоза грузов обеспечения с существующей комплексной транспортной системой Арктической зоны и планами ее развития;
- оценку обеспеченности добычи сложившихся производств и формирующихся новых МСЦ;
- анализ объектов нераспределенного фонда недр с учетом: развития на горизонте 2035 года, обеспечивающей развитие МСЦ транспортной и энергетической инфраструктуры, конъюнктурной позиции сырья;
- обоснование рекомендаций по конкретным объектам для включения в программы ГРП и лицензирования;
- построение цифровой модели пространственного взаимоотношения развития МСЦ, транспортной инфраструктуры и ожидаемых итогов ГРП при введении в хозяйственный оборот объектов нераспределенного фонда недр.

3. Представить законодательные инициативы – в части предложений по переходу к постановке поисковых буровых работ на УВС за счет средств госбюджета в Арктике с целью постановки запасов на государственный баланс.

4. На основе проведенного анализа МСЦ разработать предложения по внесению изменений в корреспондирующие документы стратегического планирования (транспорт, энергетика) Арктической зоны РФ различных уровней.

По итогам доклада «Основные направления технико-технологического обеспечения геологоразведочных работ в Арктической зоне РФ», Костюченко С.Л., д. геол.- мин. наук, лауреат Государственной премии РФ, член-корр. РАЕН и Грудницкий М.В. (Минприроды России, Отдел шельфа и океана Департамента государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования) представили свои Выводы и предложения:

1. В среднесрочном периоде в рамках технического перевооружения государственных и хозяйствующих субъектов различных форм собственности, доля государства в уставном капитале которых превышает 50%, должна быть проведена замена импортных критических технико-технологических средств на произведенную в Российской Федерации. Финансирование осуществлять за счет средств, предназначенных для технического перевооружения, в том числе предусмотренных фронтальной стратегией «Геология. Возрождение легенды» по согласованной с МПР РФ схеме в объеме не менее 50% от ежегодно направляемых бюджетных средств.

2. Отраслевые планы импортозамещения Минпромторга РФ преобразовать в «Государственный консолидированный заказ по критической технике и технологиям» с предоставлением для его исполнения субсидий из федерального бюджета. При формировании заказа, ввести институт независимых экспертных комиссий, состав которых формируется из представителей соответствующих подразделений РАН и профильных общественных организаций.

3. Для информационного сопровождения и проведения независимой экспертизы консолидированного заказа привлечь ФГБУ НТИМИ, созданного в соответствии с постановлением Совета Министров СССР в 1981 г. при ГКНТ СССР по науке и технике для выявления тенденций развития науки, техники и технологий, обеспечения реализации инновационных проектов, организации внедрения новейших достижений науки, техники и технологий.

4. При формировании консолидированного заказа и последующего его исполнения, помимо предоставления профессиональных «отзывов поддержки» ввести для заявителей нормы участия в финансовом обеспечении или банковской гарантии по 44-ФЗ в сумме не менее обеспечения гарантийных обязательств, для защиты от возможного отказа от приобретения пилотной партии ожидаемой продукции или поддержки ее производства.

5. Разработать нормативные документы по использованию импортной микроэлектроники и комплектующих с учетом степени функционального назначения и надежности их поставок в течение жизненного цикла изделия. Внести в формируемый перечень проектов по развитию российской электронной промышленности предложения по созданию критических электронных средств для геологоразведки.



По итогам доклада генерального директора ФГБУ «ВНИГНИ» П.Н. Мельникова были сделаны следующие предложения в проект решения Секции:

1. Слабая изученность перспективных территорий Арктической зоны требует интенсификации геологического изучения, для чего необходимократно увеличивать финансирование региональных геологоразведочных работ.

2. Опыт представления участков недр в Арктической зоне по заявительному принципу показывает неэффективность на удаленных территориях со слабо развитой инфраструктурой. Предлагается отменить заявительный принцип получения лицензий на геологическое изучение на территории Арктической зоны, как не оправдавший себя.

Директор ФГБУ «ЦНИГРИ» Черных А.И. по итогам своего доклада предложил следующие решения, которые позволят ускорить вовлечение в хозяйственный оборот минерально-сырьевые ресурсы ТПИ Арктической зоны:

- переориентация работ по составлению Госгеолкарты-200/2 в наиболее перспективные на ТПИ районы Арктической зоны Российской Федерации;

- проведение прогнозно-минерагенических работ как основы для создания поискового задела в Арктической зоне;

- создание рабочей группы по составлению, взаимоувязанной по этапам и срокам Программы ГРР в Арктической зоне, с выделением приоритетных районов, видов минерального сырья, установленным финансированием и ответственными исполнителями, на основе Программно-целевого планирования;

- активизация ГРР по трем направлениям – прогнозно-минерагенические работы, освоение минерально-сырьевого потенциала действующих и планируемых к освоению крупных горнопромышленных кластеров и проектов (Песчанка, Павловское, Кючус и др.) и создание условий для привлечения недропользователей для поисков и добычи наиболее ликвидных видов сырья;

- ввод на территории Арктической зоны особого режима согласования разрешительной и проектной документации (предоставления участков лесного фонда (в т. ч. ОЗУ) и др.) и процедуры регулирования возмещения вреда окружающей среды.

СЕКЦИЯ ОТМЕТИЛА:

1. Вклад территории Арктической зоны, занимающей площадь около 5млн. квадратных километров в формировании минерально-сырьевой базы углеводородов уникален: в Арктической зоне сосредоточено 60 % общероссийских запасов нефти и 90 % запасов твердых полезных ископаемых (платиноиды – 98 % от общероссийских, скандий – 90 %, никель – 78 %, редкоземельные металлы – 71 %).

2. Развитие арктического региона в современных условиях имеет огромное значение, как с точки зрения развития добычи стратегических полезных ископаемых, так и их транспортировки по Северному морскому пути. Существует и реализуется большое число, как государственных, так и корпоративных программ и проектов по развитию МСБ Арктики. В тоже время нет документа, объединяющего информацию и перспективные планы по всем направлениям развития МСБ Арктики. Кроме того, многие документы требуют актуализации в изменившейся ситуации.

По итогам заседания СЕКЦИЯ РЕКОМЕНДОВАЛА:

1. Необходимо в кратчайшие сроки под руководством Минприроды РФ подготовить предложения по корректировке Программы геологического изучения Арктики для более эффективной подготовки участков недр в сокращенные сроки и синхронным развитием инфраструктуры минерально-сырьевых центров, предусмотрев в нем:

- ориентацию лицензирования, геологоразведочных работ и последующего освоения на экономически обоснованные эффективные минерально-сырьевые центры с целью скорейшей подготовки коммерчески значимых объектов в рамках реализации проекта «Геология-возрождение легенды» в период 2024-2030 годов;

- подготовку постояннодействующего документа (GIS-проекта) по основным действующим и перспективным минерально-сырьевым центрам с возможностью актуализации, контроля выполнения и накопления базы знаний и данных;

- геолого-экономическое обоснование рациональных вариантов реализации Проекта и мер государственной поддержки;

- программу разработки и производства критически важных аппаратурно-технологических средств проведения геологоразведочных работ в Арктической зоне, отечественных программных комплексов и ИТ- систем;

- реализацию мер для экологически безопасного и социально-ответственного Недропользования;

- придание официального статуса прогнозно-минерагеническим работам;

- возможность создания мультиресурсных полигонов для оценки целесообразности комплексного освоения участков недр;

- предложения по внесению изменений в нормативно-правовую базу;

- обоснование налоговых условий и других мер повышения инвестиционной привлекательности.

2. Для подготовки упомянутых выше Предложений привлечь организации Минприроды, Роснедр, недропользователей, независимых экспертов.



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

ПРИКАЗ

г. МОСКВА

20.12.2021

№ 668

**О внесении изменений в приказ Федерального агентства по недропользованию от 4 июня 2010 г. № 569
«О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссии его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»**

В целях повышения эффективности реализации возложенных на Центральную комиссию Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых полномочий в соответствии со статьей 23.2 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах» (Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1992, № 16, ст. 834; Собрание законодательства Российской Федерации; 2019, № 52, ст. 7823), пунктом 5 Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2010 г. № 118 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, № 10, ст. 1100; 2014, № 14, ст. 1648), пунктом 6.3 Положения о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 26, ст. 2669) п р и к а з ы в а ю:

1. Внести изменения в приказ Федерального агентства по недропользованию от 4 июня 2010 г. № 569 «О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»:

пункт 2 признать утратившим силу;

дополнить пунктом 7.1 следующего содержания:

«7.1. Разместить на официальном сайте Федерального агентства по недропользованию в информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», на информационных стендах, расположенных в помещениях Федерального агентства по недропользованию, информацию об адресах, по которым принимаются заявление и прилагаемые к нему документы, предусмотренные пунктами 15, 16 Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2010 г. № 118, представляемые пользователями недр в Федеральное агентство по недропользованию для согласования, определив его как: 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, дом 31.»;

2. Положение о Центральной комиссии по разработке месторождений твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию (ЦКР-ТПИ Роснедр) (приложение 1 к приказу Федерального агентства по недропользованию от 4 июня 2010 г. № 569) изложить в новой редакции согласно приложению к настоящему приказу.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

Руководитель



Е.И. Петров

Приложение
к приказу Роснедр
от 20.12.2021 № 668

**ПОЛОЖЕНИЕ
О ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОМИССИИ ПО РАЗРАБОТКЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ**

I. Общие положения

1. Центральная комиссия по разработке месторождений твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию (далее - ЦКР-ТПИ Роснедр) является коллегиальным органом, создаваемым Федеральным агентством по недропользованию (далее – Роснедра) в целях реализации статьи 23.2 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах» (Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1992, № 16, ст. 834; Собрание законодательства Российской Федерации; 2019, № 52, ст. 7823), пункта 5 Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2010 г. № 118 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, № 10, ст. 1100; 2014, № 14, ст. 1648), для рассмотрения и согласования технических проектов разработки месторождений твердых полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр (далее - проектная документация).

2. ЦКР-ТПИ Роснедр в своей деятельности руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными законами Российской Федерации, указами Президента Российской Федерации, постановлениями и распоряжениями Правительства Российской Федерации, приказами Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (далее – Минприроды России), приказами Роснедр, настоящим Положением.

3. В состав ЦКР-ТПИ Роснедр включаются представители Минприроды России, Роснедр, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В составе ЦКР-ТПИ Роснедр представителями от Роснедр в соответствии с пунктом 4 Положения о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004,

№ 26, ст. 2669), могут выступать государственные служащие Роснедр, государственные служащие территориальных органов Роснедр и сотрудники подведомственных учреждений Роснедр.

К работе ЦКР-ТПИ Роснедр привлекаются при необходимости специалисты подведомственных учреждений Роснедр для обеспечения ее деятельности, а также для проверки и анализа проектной документации.

4. ЦКР-ТПИ Роснедр осуществляет свою деятельность на принципах профессионализма, независимости и объективности принятия решений.

5. В структуре ЦКР-ТПИ Роснедр могут выделяться секции по группам твердых полезных ископаемых.

6. ЦКР-ТПИ Роснедр возглавляет Председатель, который назначается приказом Роснедр. Секции ЦКР-ТПИ Роснедр по группам полезных ископаемых возглавляют заместители Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр, назначаемые распоряжением Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр.

Лицо, исполняющее обязанности Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр в его отсутствие, назначается распоряжением Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр.

Председатель ЦКР-ТПИ Роснедр или лицо, его замещающее:

- осуществляет управление деятельностью ЦКР-ТПИ Роснедр;
- утверждает состав рабочих групп ЦКР-ТПИ Роснедр и ее секций (при необходимости рассмотрения отдельных вопросов);
- назначает лиц, замещающих его в его отсутствие;
- открывает и ведет заседания ЦКР-ТПИ Роснедр;
- утверждает ежегодный график заседаний ЦКР-ТПИ Роснедр;
- закрывает заседания ЦКР-ТПИ Роснедр при рассмотрении всех вопросов, а также в случае отсутствия кворума;
- утверждает протоколы заседаний ЦКР-ТПИ Роснедр, за исключением протоколов, содержащих решение об отказе в согласовании проектной документации;
- подписывает протоколы, содержащие решение об отказе в согласовании проектной документации;
- принимает иные решения, связанные с обеспечением деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр и осуществлением ей своих полномочий.

7. В целях оперативного управления деятельностью ЦКР-ТПИ Роснедр создается ее президиум, который возглавляет Председатель ЦКР-ТПИ Роснедр или лицо, его замещающее. В состав президиума включаются: первый заместитель Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр, заместители Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр и Ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр - секретарь Президиума.

8. Персональный состав членов ЦКР-ТПИ Роснедр и ее структура, а также вносимые в них изменения утверждаются приказами Роснедр.

Члены ЦКР-ТПИ Роснедр вправе:

- знакомиться с проектной документацией, поступившей на рассмотрение и согласование, а также с документами и материалами, подготовленными и направленными им к соответствующим заседаниям;

- выступать на заседаниях ЦКР-ТПИ Роснедр, вносить предложения по вопросам, входящим в компетенцию ЦКР-ТПИ Роснедр и исключительно в части предмета ее деятельности;

- привлекать по согласованию с Председателем ЦКР-ТПИ Роснедр, лицом, его замещающим, в установленном порядке специалистов подведомственных учреждений Роснедр для разрешения вопросов по рассматриваемой проектной документации;

- голосовать на заседаниях комиссии;

- представлять особое мнение по представленной на согласование проектной документации.

Члены ЦКР-ТПИ Роснедр не вправе делегировать свои полномочия иным лицам, в том числе по доверенности.

Члены ЦКР-ТПИ Роснедр обязаны присутствовать на заседаниях комиссий.

9. Для рассмотрения отдельных вопросов и подготовки соответствующих решений ЦКР-ТПИ Роснедр и ее секциями могут создаваться рабочие группы, составы которых утверждаются Председателем ЦКР-ТПИ Роснедр или его заместителями.

Организацию проведения заседания ЦКР-ТПИ Роснедр осуществляет Ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр или его заместитель.

10. Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр проводится очно и (или) посредством использования видео-конференц-связи.

Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр считается правомочным при участии в нем не менее четверти численного состава членов ЦКР-ТПИ Роснедр. В случае участия в заседании ЦКР-ТПИ Роснедр менее четверти численного состава членов, заседание считается неправомочным, и проектная документация подлежит рассмотрению на новом внеочередном заседании ЦКР-ТПИ Роснедр с учетом его правомочности.

Решения ЦКР-ТПИ Роснедр принимаются на заседаниях комиссии или ее секций открытым голосованием простым большинством присутствующих членов комиссии или ее секции (в голосовании не принимают участие лица, привлекаемые к работе ЦКР-ТПИ Роснедр в соответствии с абзацем третьим пункта 3 настоящего Положения).

Голосование членами ЦКР-ТПИ Роснедр осуществляется очно и (или) в формате видео-конференц-связи. При проведении голосования допускается использование технических средств, позволяющих осуществлять фиксацию принятия решения членом ЦКР-ТПИ Роснедр в электронной форме.

При равенстве голосов принятым считается решение, за которое проголосовал Председатель ЦКР-ТПИ Роснедр или лицо, его замещающее. В случае несогласия с принятым решением член ЦКР-ТПИ Роснедр письменно излагает свое мнение, которое подлежит обязательному приобщению к решению о согласовании проектной документации или об отказе в согласовании проектной документации.

11. В соответствии с пунктами 22, 23 Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки

месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2010 г. № 118, решение ЦКР-ТПИ Роснедр о согласовании проектной документации, подписывается секретарем комиссии, утверждается Председателем ЦКР-ТПИ Роснедр или лицом, его замещающим, скрепляется печатью Федерального агентства по недропользованию. Решение ЦКР-ТПИ Роснедр об отказе в согласовании проектной документации подписывается Председателем ЦКР-ТПИ Роснедр или лицом, его замещающим.

Решение о согласовании проектной документации или о мотивированном отказе в согласовании проектной документации оформляется в форме электронного документа, подписанного электронной подписью в соответствии с Федеральным законом от 6 апреля 2011 года № 63-ФЗ «Об электронной подписи» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2011, № 15, ст. 2036; 2021, № 24, ст. 4188).

II. Задачи ЦКР-ТПИ Роснедр

12. Основными задачами ЦКР-ТПИ Роснедр являются:

12.1. Организация рассмотрения и согласование проектной документации в целях обеспечения выполнения условий пользования недрами, соблюдения требований рационального и комплексного использования и охраны недр, а также требований законодательства Российской Федерации о недрах.

12.2. Согласование нормативов потерь полезных ископаемых (за исключением драгоценных металлов) при их добыче в составе проекта опытно-промышленной разработки месторождения, технического проекта разработки месторождения.

12.3. Согласование нормативов потерь драгоценных металлов при их добыче в составе проекта опытно-промышленной разработки, технического проекта разработки коренных (рудных), россыпных и техногенных месторождений драгоценных металлов.

12.4. Согласование показателей извлечения полезных ископаемых (за исключением драгоценных металлов) в товарные продукты при первичной переработке минерального сырья в составе технологической схемы первичной переработки минерального сырья.

12.5. Согласование показателей извлечения драгоценных металлов в товарные продукты и технологических потерь при первичной переработке минерального сырья (нормативы технологических потерь) в составе технологической схемы первичной переработки минерального сырья.

12.6. Методическое сопровождение деятельности территориальных комиссий по разработке месторождений твердых полезных ископаемых территориальных органов Роснедр, подготовка и обеспечение применения единых методических подходов при рассмотрении и согласовании проектной документации.

12.7. Методическое сопровождение проектирования разработки месторождений твердых полезных ископаемых.

12.8. Участие в подготовке предложений по разработке нормативных правовых актов, регулирующих вопросы проектирования и разработки месторождений твердых полезных ископаемых.

12.9. Организация изучения и обмена опытом в области разработки месторождений твердых полезных ископаемых; проведение научно-практических конференций, семинаров, симпозиумов, совещаний по проблемам разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Заслушивание на своих заседаниях докладов ученых, а также сообщений научных организаций по вопросам дальнейшего совершенствования технологии разработки месторождений твердых полезных ископаемых, подготовка предложений по приоритетным направлениям научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

III. Права и обязанности ЦКР-ТПИ Роснедр

13. ЦКР-ТПИ Роснедр в целях решения своих основных задач вправе:

13.1. Принимать решения о согласовании проектной документации или об отказе в ее согласовании с указанием причин такого отказа.

13.2. Принимать решения о согласовании показателей разработки месторождений полезных ископаемых и первичной переработки минерального сырья, предусмотренных пунктами 12.2 - 12.5 настоящего Положения, или об отказе в их согласовании с указанием причин такого отказа.

13.3. Получать от структурных подразделений Роснедр, его территориальных органов, подведомственных учреждений Роснедр и пользователей недр информацию, необходимую для решения задач, относящихся к сфере деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр.

13.4. Вносить руководству Роснедр и Минприроды России предложения:

- по вопросам внедрения проектных и технических решений, направленных на повышение эффективности разработки месторождений твердых полезных ископаемых;

- по принятию мер, направленных на обеспечение рационального использования и охраны недр, исключение нанесения ущерба недрам при разработке месторождений твердых полезных ископаемых;

- по внесению изменений в условия пользования недрами по соответствующим лицензиям на пользование недрами;

- по вопросам внедрения программных продуктов в практику проектирования и планирования горных работ.

13.5. Подготавливать и утверждать на заседаниях ЦКР-ТПИ Роснедр документы по организации деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр, методические документы в области проектирования разработки месторождений твердых полезных ископаемых и согласования проектной документации, в том числе формы документов, касающихся деятельности комиссии, обязательные для

применения ее членами и специалистами подведомственных учреждений Роснедр, участвующих в работе комиссии.

13.6. Направлять территориальным комиссиям по разработке месторождений твердых полезных ископаемых территориальных органов Роснедр методические документы для их применения при рассмотрении и согласовании проектной документации, а также при подготовке и принятии решений о согласовании или об отказе в согласовании проектной документации.

13.7. Подготавливать предложения по разработке нормативных правовых актов, регулирующих вопросы проектирования и разработки месторождений твердых полезных ископаемых, а также представлять указанные предложения уполномоченным органам государственной власти.

13.8. Проводить анализ и обобщение результатов научных исследований и экспериментальных работ по приоритетным направлениям в области разработки месторождений твердых полезных ископаемых в целях повышения эффективности их разработки и использования минерального сырья.

13.9. Организовывать и проводить научно-практические конференции, семинары, симпозиумы и совещания в образовательных целях и в целях обмена опытом по вопросам разработки месторождений твердых полезных ископаемых, совершенствования технологии разработки месторождений твердых полезных ископаемых, а также с целью подготовки предложений по реализации наиболее приоритетных направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

13.10. Приглашать на заседания ЦКР-ТПИ Роснедр пользователей недр (их представителей), проектировщиков, уполномоченных должностных лиц органов государственной власти и иных лиц, вопросы которых включены в повестку дня ее заседания. Привлекать в установленном порядке к работе ЦКР-ТПИ Роснедр, ее секций и рабочих групп специалистов подведомственных учреждений Роснедр.

14. ЦКР-ТПИ Роснедр в связи с выполнением своих основных задач обязана:

14.1. Строго соблюдать требования законодательства Российской Федерации.

14.2. Обеспечивать полное и объективное рассмотрение и согласование проектной документации.

Утверждены
приказом Минприроды России
от «10» января 2022 г. № 4

Критерии отнесения вопросов согласования технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов строительства и эксплуатации подземных сооружений, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами, к компетенции комиссии, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию, и комиссий, создаваемых его территориальными органами

№ п/п	Наименование полезных ископаемых и видов проектной документации	Единица измерения	Критерии - балансовые запасы полезных ископаемых	
			Комиссия Федерального агентства по недропользованию	Комиссии территориальных органов Федерального агентства по недропользованию
I.	Технические проекты разработки месторождений полезных ископаемых в отношении твердых полезных ископаемых			
1.	Технический проект разработки месторождения и изменения к нему:			
а)	Топливо-энергетические полезные ископаемые			
	Уран	тыс. т	без ограничений	-
	Уголь каменный: антрацит и коксующийся	млн. т	без ограничений	-
	энергетический	млн. т	свыше 50	до 50
	Уголь бурый	млн. т	свыше 100	до 100
	Торф	тыс. т	-	без ограничений
б)	Черные металлы			

	Железные руды	млн. т	свыше 50	до 50
	Марганцевые руды	млн. т	свыше 5	до 5
	Хромовые руды	млн. т	свыше 1	до 1
в)	Цветные и редкие металлы			
	Бериллий	тыс. т	без ограничений	-
	Бокситы	млн. т	свыше 5	до 5
	Вольфрам:			
	коренные месторождения	тыс. т	свыше 10	до 10
	россыпи	тыс. т	свыше 5	до 5
	Висмут	тыс. т	свыше 5	до 5
	Литий	тыс. т	без ограничений	
	Медь	тыс. т	свыше 100	до 100
	Молибден	тыс. т	свыше 10	до 10
	Нефелиновые руды	млн. т	свыше 50	до 50
	Никель, кобальт	тыс. т	без ограничений	-
	Ниобий	тыс. т	без ограничений	-
	Олово:			
	коренные месторождения	тыс. т	свыше 30	до 30
	россыпи	тыс. т	свыше 10	до 10
	Ртуть	тыс. т	свыше 5	до 5
	Свинец	тыс. т	свыше 100	до 100
	Стронций	тыс. т	свыше 100	до 100
	Сурьма	тыс. т	свыше 20	до 20
	Тантал:			

	коренные месторождения	тыс. т	без ограничений	-
	россыпи	тыс. т	без ограничений	-
	Титан :			
	коренные месторождения	млн. т	свыше 5	до 5
	россыпи	млн. т	свыше 1	до 1
	Цезий	млн. т	без ограничений	-
	Цинк	тыс. т	свыше 100	до 100
	Цирконий	млн. т	свыше 0,3	до 0,3
г)	Драгоценные металлы, алмазы и драгоценные камни			
	Золото:			
	коренные месторождения	тонн	свыше 10	до 10
	россыпи	тонн	-	без ограничений
	Платина:			
	коренные месторождения	тонн	свыше 5	до 5
	россыпи		-	без ограничений
	Серебро	тыс. т	свыше 1	до 1
	Алмазы:			
	коренные месторождения	млн. карат	без ограничений	-
	россыпи	млн. карат	без ограничений	
	Драгоценные камни (изумруд, сапфир, рубин, alexандрит)	тыс. карат	без ограничений	-
д)	Горно-химическое сырье			

Апатитовые руды	млн. т	свыше 30	до 30
Борные руды	млн. т	свыше 5	до 5
Минеральные краски	тыс. т	-	без ограничений
Карбонатное сырье для химической промышленности	млн. т	-	без ограничений
Поваренная соль:			
пищевая	млн. т	свыше 100	до 100
химическая	млн. т	свыше 200	до 200
Сода природная	млн. т	свыше 3	до 3
Соли калийные	млн. т	свыше 100	до 100
Соли магниевые	млн. т	свыше 10	до 10
Сера самородная	млн. т	свыше 2	до 2
Сульфат натрия	млн. т	свыше 5	до 5
Фосфоритовые руды	млн. т	свыше 10	до 10
е)	Горнорудное сырье и нерудное сырье для металлургии		
Абразивы	тыс. т	-	без ограничений
Ангидрит	млн. т	свыше 5	до 5
Асбест:			
хризотилковый	млн. т	свыше 2	до 2
антофиллитовый	тыс. т	свыше 5	до 5
амфиболитовый	тыс. т	свыше 0,5	до 0,5
Барит	млн. т	свыше 1	до 1
Бокситы (для производства огнеупоров)	млн. т	свыше 3	до 3
Брусит	млн. т	свыше 5	до 5

Вермикулит	тыс. т	свыше 1	до 1
Волластонит	млн. м ³	свыше 1	до 1
Гипс	млн. т	свыше 5	до 5
Глины бентонитовые, огнеупорные и тугоплавкие, для буровых растворов	млн. т	-	без ограничений
Графит	млн. т	-	без ограничений
Известняки металлургические	млн. т	свыше 50	до 50
Каолин	млн. т	свыше 5	до 5
Магнезит	млн. т	свыше 10	до 10
Мел	млн. т	свыше 30	до 30
Мрамор (архитектурно-строительный, поделочный и статуарный)	млн. т	свыше 2	до 2
Мусковит (листовой, мелкоразмерный)	тыс. т	свыше 2	до 2
Пегматиты	млн. т	свыше 2	до 2
Плавленый шпат	млн. т	свыше 1	до 1
Полевошпатовое сырье	млн. т	свыше 0,5	до 0,5
Тальк и тальковый камень	млн. т	свыше 0,5	до 0,5
Флогопит	тыс. т	свыше 1	до 1
Флюсовые известняки	млн. т	свыше 50	до 50
Формовочные материалы	млн. т	свыше 10	до 10
Цеолиты	млн. т	свыше 1	до 1

ж)	Камнесамоцветное, кварцевое и пьезооптическое сырье			
	Кварц и кварциты	тыс. т	без ограничений	-
	Пьезооптическое сырье	тонн	без ограничений	-
	Цветные камни	кг	без ограничений	-
з)	Сырье для строительной промышленности			
	Доломиты	млн. т	-	без ограничений
	Камни облицовочные	тыс. м ³	свыше 100	до 100
	Стекольное сырье	млн. т	свыше 5	до 5
	Цементное сырье	млн. т	свыше 50	до 50
и)	Прочие полезные ископаемые	-	-	без ограничений
к)	Общераспространенные полезные ископаемые ¹	-	-	без ограничений
2.	Проект опытно-промышленной разработки месторождения и изменения к нему	-	В соответствии с критериями отнесения вопросов согласования технических проектов разработки месторождений по видам твердых полезных ископаемых	
3.	Технологическая схема первичной переработки минерального сырья и изменения к ней	-	В соответствии с критериями отнесения вопросов согласования технических проектов разработки месторождений по видам твердых полезных ископаемых	
II. Технические проекты разработки месторождений полезных ископаемых в отношении углеводородного сырья				
1.	Проект пробной эксплуатации месторождения (залежи) и изменения к нему	-	без ограничений	-

¹ По видам полезных ископаемых, содержащихся в утвержденных перечнях общераспространенных полезных ископаемых по субъектам Российской Федерации в соответствии с пунктом 7² статьи 4 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах» (Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1992, № 16, ст. 834; Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 18, ст. 3067).

2.	Технологическая схема разработки месторождения и изменения к ней	-	без ограничений	-
3.	Технологический проект разработки месторождения и изменения к нему	-	без ограничений	-
III. Технические проекты разработки месторождений полезных ископаемых в отношении подземных вод				
1.	Проект разработки месторождения (участка), проект опытно-промышленной разработки месторождения (участка) и изменения к ним в отношении:			
а)	подземных вод, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технического водоснабжения	тыс. м ³ /сут.	свыше 100	до 100
б)	минеральных подземных вод (за исключением курортов федерального значения)	м ³ /сут.	свыше 200	до 200
в)	минеральных подземных вод и лечебных грязей курортов федерального значения	-	без ограничений	-
г)	теплоэнергетических (термальных) подземных вод	тыс. м ³ /сут.	свыше 5	до 5

д)	промышленных подземных вод	тыс. м ³ /сут.	-	без ограничений
е)	полезных ископаемых, не относящихся к углеводородному сырью, добываемых из подземных вод, извлечение которых связано с разработкой месторождений углеводородного сырья	-	без ограничений	-
ж)	лечебных грязей (за исключением курортов федерального значения)	-	-	без ограничений
2. Технологическая схема разработки месторождения (участка) и изменения к ней в отношении:				
а)	минеральных подземных вод (за исключением курортов федерального значения)	м ³ /сут.	свыше 200	до 200
б)	минеральных подземных вод и лечебных грязей курортов федерального значения	-	без ограничений	-
в)	теплоэнергетических (термальных) подземных вод	тыс. м ³ /сут.	свыше 5	до 5
г)	промышленных подземных вод	тыс. м ³ /сут.	-	без ограничений

д)	полезных ископаемых, не относящихся к углеводородному сырью, добываемых из подземных вод, извлечение которых связано с разработкой месторождений углеводородного сырья	-	без ограничений	-
е)	лечебных грязей (за исключением курортов федерального значения)	-	-	без ограничений
IV	Технические проекты строительства и эксплуатации подземных сооружений			
1.	Технический проект строительства и эксплуатации хранилищ углеводородного сырья и изменения к нему	-	без ограничений	-
2.	Технический проект строительства и эксплуатации подземных сооружений для захоронения радиоактивных отходов (пунктов захоронения), отходов производства и потребления I - V классов опасности (объектов захоронения отходов) и изменения к нему	-	без ограничений	-
3.	Технический проект размещения в пластах	-	без ограничений	-

	горных пород попутных вод, вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд при разведке и добыче углеводородного сырья, вод, образующихся у пользователей недр, осуществляющих разведку и добычу, а также первичную переработку калийных и магниевых солей, и изменения к нему			
4.	Технические проекты строительства и эксплуатации подземных сооружений, за исключением подземных сооружений, предусмотренных строками первой-третьей настоящего раздела, и изменения к ним	-	без ограничений	-
V	Технические проекты ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами			
1.	Технический проект ликвидации или консервации горных выработок, буровых скважин, иных сооружений, связанных с использованием	-	В соответствии с критериями отнесения вопросов согласования технических проектов разработки месторождений по видам твердых полезных ископаемых	

	недрами, и изменения к нему (в отношении твердых полезных ископаемых)			
2.	Технический проект ликвидации или консервации горных выработок, буровых скважин, иных сооружений, связанных с использованием недр, при прекращении права пользования недрами, в том числе досрочном, и изменения к нему (в отношении углеводородного сырья)	-	без ограничений	-
3.	Технический проект ликвидации или консервации горных выработок, буровых скважин, иных сооружений, связанных с использованием недр, при прекращении права пользования недрами, в том числе досрочном, и изменения к нему (в отношении подземных вод)	-	В соответствии с критериями отнесения вопросов согласования технических проектов разработки месторождений подземных вод	
4.	Технический проект ликвидации или консервации подземных сооружений для строительства и эксплуатации хранилищ углеводородного сырья, подземных сооружений для захоронения радиоактивных отходов, отходов производства и потребления I - V классов опасности, а также иных подземных сооружений, и изменения к нему (в отношении подземных сооружений)	-	без ограничений	-



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

ПРИКАЗ

г. МОСКВА

18.05.2022

№ *238*

О внесении изменений в состав Центральной комиссии по разработке месторождений твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию

В целях оптимизации исполнения государственной функции по рассмотрению и согласованию технических проектов и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием недрами, п р и к а з ы в а ю:

1. Внести изменения в состав Центральной комиссии по разработке месторождений твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию, утвержденный приказом Федерального агентства по недропользованию от 10 ноября 2021 г. № 562, согласно приложению к настоящему приказу.

2. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

Руководитель

Е.И. Петров

Приложение
к приказу Роснедр
от 18.05.2022 № 238

СОСТАВ
Центральной комиссии по разработке месторождений твердых
полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию

№	ФИО	Должность
1.	Олейник Д.Н.	Председатель комиссии - советник Руководителя Федерального агентства по недропользованию
2.	Сытенков В.Н.	Заведующий отделом методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождений ТПИ ФГБУ «ВИМС» (первый заместитель председателя комиссии)
3.	Гермаханов А.А.	Директор Департамента государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования Минприроды России (заместитель председателя комиссии) (по согласованию)
4.	Руднев А.В.	Начальник Управления геологии твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию (заместитель председателя комиссии)
5.	Бабилов В.С.	Заместитель начальника Управления геологии твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию (заместитель председателя комиссии)
6.	Куликов Д.А.	Заведующий научным отделением минерально-сырьевой базы ФГБУ «ЦНИГРИ», к.г. – м.н. (заместитель председателя комиссии)
7.	Бурдин Д.Б.	Главный геолог отдела ТЭО ФБУ «ГКЗ», член Президиума Медиасовета Первого общественного экологического телевидения (заместитель председателя комиссии)(по согласованию)
8.	Супрун В.И.	Руководитель лаборатории переработки камня НИТУ МИСиС, д.т.н. (заместитель председателя комиссии) (по согласованию)

9.	Уманская Ю.В.	Ведущий специалист отдела методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождений ТПИ ВИМС (ученый секретарь комиссии)
10.	Ануфриева С.И.	Заведующая отделом ФГБУ «ВИМС», к.т.н.
11.	Башлыкова Т.В.	Заведующая лабораторией НИТУ МИСиС (по согласованию)
12.	Быховский Л.З.	Главный научный сотрудник ФГБУ «ВИМС», д.г.-м.н.
13.	Оксман В.С.	Заместитель начальника отдела организации надзорных мероприятий Управления горного надзора Ростехнадзора (по согласованию)
14.	Горохов К.Д.	Заместитель директора по вопросам лицензирования недропользования ФГКУ «Росгеолэкспертиза» (по согласованию)
15.	Иляхин С.В.	Профессор кафедры разработки месторождений МГРИ-РГГРУ, д.т.н.(по согласованию)
16.	Никитин С.Г.	Заместитель начальника Управления по надзору за подземной угледобычей Ростехнадзора (по согласованию)
17.	Никишин Д.Л.	Заместитель директора по правовым вопросам ФГКУ «Росгеолэкспертиза» (по согласованию)
18.	Прокопович А.В.	Начальник отдела мониторинга лицензионных соглашений Управления геологии ТПИ Федерального агентства по недропользованию
19.	Рогожин А.А.	Первый заместитель генерального директора ФГБУ «ВИМС», к.ф.-м.н.
20.	Ходорович К.К.	Начальник отдела Департамента государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования Минприроды России (по согласованию)
21.	Лопатин Д.Е.	Заместитель директора Департамента внешнеэкономического сотрудничества и развития топливных рынков Минэнерго России (по согласованию)
22.	Рындальцева А.М.	Главный специалист эксперт отдела мониторинга лицензионных соглашений УГТПИ Роснедра (секретарь комиссии без права голоса)
23.	Представитель Росприроднадзора (по согласованию)	

**Царегородцева Т.К.**

ГИН РАН, младший научный сотрудник
лаборатории «Сравнительного анализа
осадочных бассейнов»
tatiana.bakay@bk.ru

**Горкин Г.М.**

аспирант, младший научный сотрудник
лаборатории «Сравнительного анализа
осадочных бассейнов»
gorkin_g96@mail.ru

ВОПРОСЫ ИЗМЕНЕНИЯ СТАТУСА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

В работе рассмотрены перспективы развития территорий, имеющих статус памятника природы на примерах геопарков ЮНЕСКО. Подробно рассмотрены положительные и отрицательные стороны присвоения статуса геопарка различным территориям. А также указаны основные объекты, требующие внимательного рассмотрения для сохранения памятников природы, имеющих особое значение для всемирного наследия. Предложены меры по улучшению положения подобных объектов.

Ключевые слова: памятники природы, геопарк, ЮНЕСКО, особо охраняемые территории, природоохранные мероприятия.

Зачастую новостные ленты средств массовой информации (СМИ) пестрят заголовками об угрозе уничтожения того или иного памятника природы в результате деятельности человека. Подобные ситуации могут возникать по нескольким причинам. Такими являются пересечение лицензионных участков и территорий, имеющими статус особо охраняемые, или отсутствия особого статуса у объекта.

Памятники природы – уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения. Памятники природы могут быть федерального, регионального значения. [9]

Обнажения горных пород, которые имеют особое значение для раскрытия фундаментальных аспектов геологии и геологической истории, называются геологическими памятниками природы. Они являются уникальным отображением того, что пережила планета в прошлом. Часто памятники природы, представляющие особую ценность для научных исследований и полевого обучения, недооценены общественностью, если только участок не окажется эстетически привлекательным или хорошо известным.

Проблемы, с которыми сталкиваются геологи при попытке сохранить подобного рода памятники, в основном связаны с удаленностью и, следовательно, неспособностью контролировать любые правовые ограничения, которые

теоретически могут защитить объект. Геологи не столько заботятся о сохранении тканей и культурных материалов, сколько о том, чтобы люди не наносили физического ущерба участку или не собирали образцы незаконно, что в конечном итоге уничтожило бы саму функцию, которая должна быть защищена.

Проблемы, с которыми сталкиваются геологи, зачастую связаны с отсутствием эталонного разреза или точной неоспоримой границы стратиграфических подразделений для детальной интерпретации геологических обстановок прошлого. Обычно, такие вопросы разрешают детальным изучением стратотипа определенного интервала. Стратотип представляет собой конкретный геологический разрез, указанный и описанный в качестве эталонного для определенного подразделения. Для стратотипического разреза предъявляют особые требования. Это последовательность пород, которая используется для определения или характеристики определяемого стратиграфического подразделения

или границы. Стратотип должны иметь все общие стратиграфические подразделения мельче яруса, а также многие биостратиграфические и литостратиграфические подразделения.

Геологические памятники природы отражают процессы осадконакопления, литогенеза, эволюции и динамики развития бассейнов, существовавших в разных интервалах геохронологической шкалы.

В большинстве случаев такие литолого-стратиграфические объекты являются прекрасными иллюстрациями бассейнового осадконакопления, происходящего в самых разнообразных фациальных палеогеологических обстановках, и обладают высоким геоинформационным потенциалом, использование которого, на основе теоретических разработок и практических предложений, позволяет осуществлять корреляцию и систематизацию разновозрастных и разно фациальных образований, идентифицировать их по стратиграфическим, палеонтологическим, литолого-петрографическим и палео-магнитным параметрам, уточнять особенности их лито- и рудогенеза в решении актуальных задач поиска и оценки минеральных скоплений полезных ископаемых.

Помимо самой сохранности геологических памятников природы, существует проблема признания объекта особо охраняемой природной территорией. В истории неоднократно встречались случаи, когда такие территории были уничтожены из-за того, что не были законодательно возведены в статус особо охраняемых. Таких примеров существует большое количество, одним из наиболее иллюстративных является Мячковский стратотип. Геологами был обнаружен неостратотип мячковского горизонта в районе Домодедово, Московской области (рис. 1). Казалось бы, что проблема решена, но и тут геологический памятник находится под угрозой уничтожения.



Рис. 1. Памятник природы «Стратотипический разрез московского яруса каменноугольной системы».

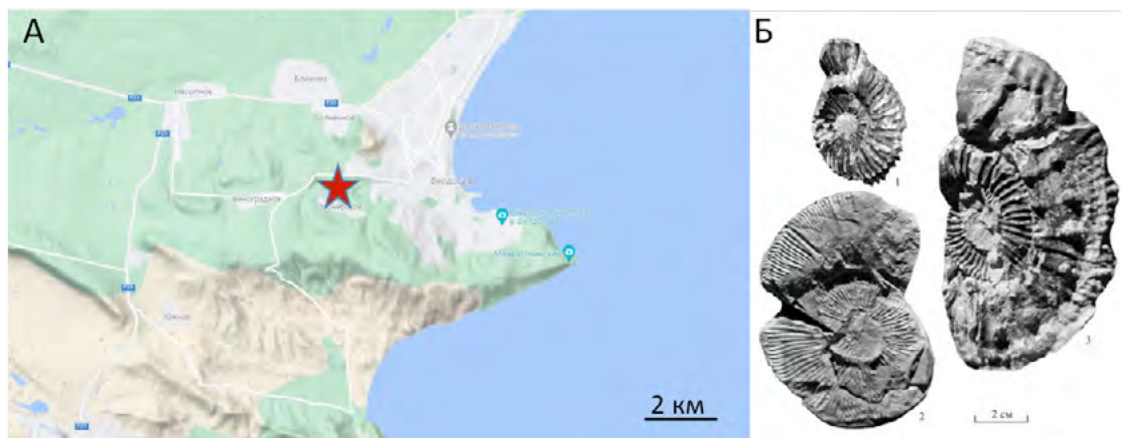


Рис. 2. Разрез берриаса «Заводская балка»: А – местоположение разреза, Б – верхнеберриасские аммониты из карьера в Заводской балке. [7]

Согласно Федеральному Закону N 406-ФЗ [8], при принятии решений о создании особо охраняемых природных территорий учитывается:

а) значение соответствующей территории для сохранения биологического разнообразия, в том числе редких, находящихся под угрозой исчезновения и ценных в хозяйственном и научном отношении объектов растительного и животного мира и среды их обитания;

б) наличие в границах соответствующей территории участков природных ландшафтов и культурных ландшафтов, представляющих собой особую эстетическую, научную и культурную ценность;

в) наличие в границах соответствующей территории геологических, минералогических и палеонтологических объектов, представляющих собой особую научную, культурную и эстетическую ценность;

г) наличие в границах соответствующей территории уникальных природных комплексов и объектов, в том числе одиночных природных объектов, представляющих собой особую научную, культурную и эстетическую ценность.

На основании особенностей режима особо охраняемых природных территорий различают следующие категории указанных территорий: государственные природные заповедники, в том числе биосферные заповедники; национальные парки; природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады. [8]

Сложная процедура признания объекта памятником природы может занимать длительное время. За это время эти объекты, которые должны быть обозначены памятниками, могут быть частично разрушены или уничтожены в результате расширения города или развития инфраструктуры.

Подобного рода урбанизация не позволяет собрать достоверные данные для возрастной оценки многих отложений. Например, памятник природы «Стратотип границы юра – мел» расположен в окрестностях г. Феодосия (рис. 2). В настоящее время граница юры – мела является единственной во всем фанерозое, которая не зафиксирована как разрез и точка глобального стратотипного разреза границы (GSSP – Global Stratotype Section and Point). Граница юра – мел до сих пор является дискуссионной. [6, 7]

Неоднократно предлагалось консервация стратотипа границы юра – мел, установка информационных щитов, которые объясняют геологическое строение и значение этого объекта, как это принято во всем мире и странах Европы (Италии, Швеции, Польши, Чехии и т.д.) для геологических памятников. [6]

С подобной проблемой сталкиваются не только в нашей стране, но и по всему миру. Геопарки ЮНЕСКО (UNESCO Global Geoparks) представляют

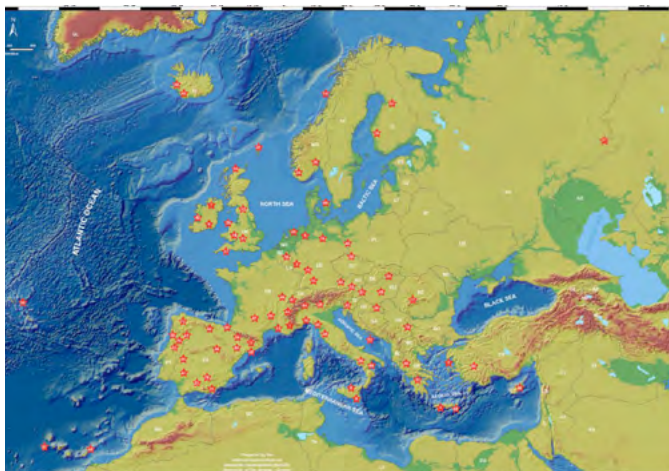


Рис. 3. Схема расположения глобальных геопарков ЮНЕСКО в Европе. [2]

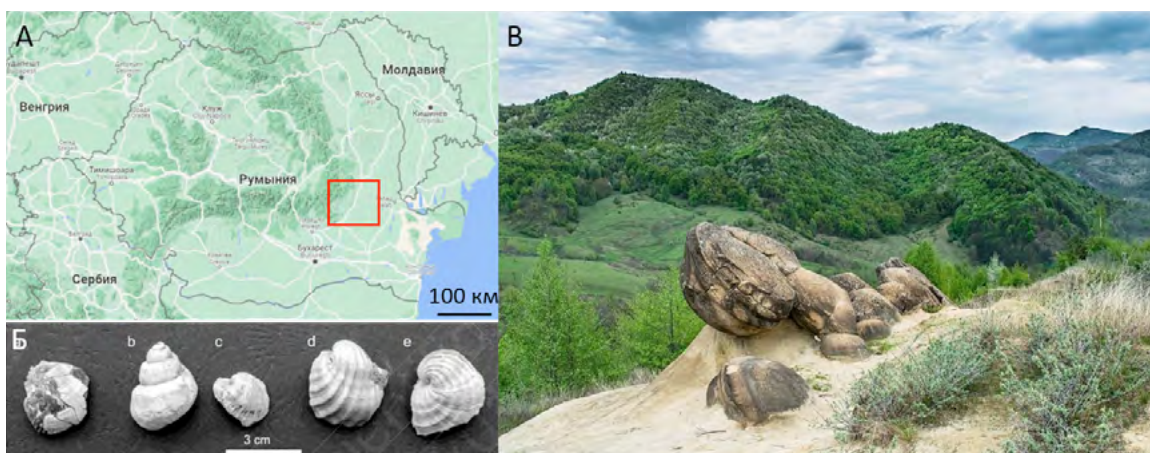


Рис. 4. Геопарк Буззу: А – положение геопарка, Б – Макрофауна из разреза границы между Дакийской и Румынской эпохой, В – Отложения конкреций среднего миоцена. [5]



Рис. 5. Геопарк Троодос: А, Б – внешний вид геопарка [3], В – положение горы Троодос.



Рис. 6. Национальный геологический памятник Норвегии: А – вид на озеро Лека – победителя в конкурсе национального памятника природы Норвегии, В – положение памятника природы. [4]

собой единые унифицированные географические зоны, в которых объекты и ландшафты международного геологического значения управляются на основе целостной концепции защиты, образования и устойчивого развития.

В 1992 году состоялась конференция ООН в Рио-де-Жанейро, в рамках которой была впервые обозначена концепция сохранения значимых гео-

логических объектов. Это событие явилось начальной точкой развития мероприятий по охране геологического наследия. В 2002 г. была создана специальная программа ЮНЕСКО по поддержке в создании всемирной сети национальных геопарков, а 13 февраля 2004 г. была создана Глобальная сеть геопарков (Global Geoparks Network – GGN) – организация, которая всемерно развивает геотуризм, служащий просветительским и экономико-социо-экологическим целям. [1, 2]

Согласно критериям отнесения природных территорий к геологическим паркам, разработанным ЮНЕСКО (рис. 3), геологические парки должны:

- представлять шедевр человеческой созидательной деятельности (уникальные отработанные месторождения, древние горные выработки и т. п.), строительную, архитектурную, технологическую или ландшафтную целостность, величайший природный геологический феномен (геологический памятник);
- обеспечивать обмен человеческими ценностями, сохранность культурных традиций различных эпох цивилизации;
- отражать естественное, традиционное для той или иной эпохи, человеческое поселение или результаты недропользования, геологические эпохи в развитии Земли, развитие форм рельефа или природных геологических процессов;
- характеризовать важнейшие современные эколого-биологические процессы, происходящие на Земле, и естественные среды обитания.

Статус геопарка представляет возможность привлекать внимание исследователей, что может приводить к новым открытиям, значимых для геологического мира. [5]

Примером подобного положительного воздействия является геопарк Бузэу в Румынии. Он расположен в южной части Восточных Карпат. Наиболее известные достопримечательности Бузэу (рис. 4): грязевые вулканы, залежи янтаря, соляные пещеры и диапиры. Кроме того, на территории геопарка находятся обнажения неогенового возраста, которые имеют важное научное значение. Также там обнаружены две плиоцен-плейстоценовые стадии Восточного Паратетиса: дакийский и румынский этапы.

Многим государствам с помощью геопарков удается удовлетворить не только научный интерес, но и финансовый. Самым простым инструментом для этого является привлечение потока туристов на особо популярный в последние годы геотуризм. Такое гармоничное использование геологического наследия организовано, например, в центральной части острова Крит, Геопарк Троодос (рис. 5). Создание его обусловлено обнаруженными здесь выходами

древнего участка океанической коры, обнажившегося в результате столкновения Африканской и Евразийской тектонических плит и субдукции первой под последней. На территории геопарка Троодосе представлена вся последовательность группы офиолитовых пород. Троодос считается наиболее полным и хорошо изученным офиолитом в мире. [3] Сохранение подобных достопримечательностей позволяет с большей достоверностью восстанавливать историю изменения обстановок геологического прошлого.

Следовательно геопамятники – это достояние не только государства, но и человечества в целом, поэтому каждый из нас должен задуматься о том, что смогут увидеть его потомки. В Норвегии в 2010 году Геологическая служба выступили с инициативой отметить геологическое разнообразие своей страны. Общественности было предложено выбрать национальный геологический памятник. Отобранные номинанты были отнесены к геологическому национальному наследию. Далее было проведено голосование, которое освещалось местными СМИ. Затем победителю присвоили статус национального геологического памятника Норвегии. (рис. 6) [4]

Повышая осведомленность о важности геологического наследия региона в истории и обществе сегодня, глобальные геопарки ЮНЕСКО дают местным жителям чувство гордости за свой регион и укрепляют их идентификацию с этим районом. Стимулируется создание инновационных местных предприятий, новых рабочих мест и высококачественных учебных курсов, поскольку благодаря геотуризму создаются новые источники доходов, в то время как геологические ресурсы района защищены.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания (тема «Обстановки накопления и особенности постседиментационных преобразований осадочных комплексов геохимически различных палеобассейнов Русской плиты, Крымско-Кавказской области и смежных регионов», № АААА-А20-120030490100-6).

Литература:

1. <https://en.unesco.org/global-geoparks>
2. <https://globalgeoparksnetwork.org/>
3. <http://www.troodos-geo.org/>
4. R. M. Dahl, H. Carstens, G. Haukdal. The Election of a National Norwegian Geological Monument. A Tool for Raising Awareness of Geological Heritage. // GeoJournal of Tourism and Geosites Year vol. 8, 2011 pp. 178-184
5. Rodica Macalet, Titus Brustur, Dan Jipa, Andrei Briceag. Pliocene stage stratotypes in the Buzau land geopark (Romania) // 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016
6. Анфимова Г.В., Гриценко В.П., Деревская Е.И., Пилипчук Е.Н., Руденко К.В., Шевчук Е.М. (2014) О необходимости охраны стратотипа границы юра – мел в Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. Т. 10. Вып. 2. С. 393-395.
7. Аркадьев В.В., Багаева М.И., Гужиков А.Ю., Маникин А. Г., Перминов В.А., Ямпольская Б. Био- и магнитостратиграфическая характеристика разреза верхнего берриаса Заводская балка (восточный Крым, Феодосия) // Вестник Санкт-Петербургского Университета, 2010, Сер. 7 Вып. 2, с 3-16.
8. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 406-ФЗ. Категории особо охраняемых природных территорий, особенности их создания и развития (ст. 2).
9. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями и дополнениями) Раздел VI. Памятники природы (ст. 25- 27)

Заключение:

Зарубежный опыт демонстрирует, что признание статуса особо охраняемой территории способствует не только сохранению от человеческого воздействия памятников природы, но и является движущей силой в изучении объекта или даже целой системы, также демонстрирует вовлеченность населения в судьбу государства и природного наследия.

Некоторые геологические достопримечательности, такие как объекты всемирного наследия и геопарки, признаны во всем мире. Другие местные достопримечательности могут служить хорошими примерами геологических процессов и явлений, подходящими для полевого обучения в профильных ВУЗах.

Подобное изменение статуса памятников природы в конечном итоге будет, и особенно в научном плане, способствовать общему повышению их рейтинга, как уникальных или типичных геологических памятников природы на территории ряда регионов России.

Работа с общественностью – важный способ привлечь внимание к геологическим процессам, структурам и ресурсам, а также к геологически интересным областям. Что касается защиты и выделения выбранных объектов, необходимо участие местного населения и заинтересованных сторон. Иными словами, инициативы, касающиеся местного географического наследия, лучше, чем национальные, комплексные инициативы, даже если последние могут быть более актуальными и точными с научной точки зрения. Процесс выбора национального геологического памятника в Норвегии продемонстрировал, что интерес широкой публики к геологическому наследию присут.



Tsaregorodtseva T.K.

*Junior Researcher, Laboratory for Comparative Analysis of Sedimentary Basins
tatiana.bakay@bk.ru*



Gorkin G.M.

*postgraduate Student, Junior Researcher, Laboratory for Comparative Analysis of Sedimentary Basins
gorkin_g96@mail.ru*

ISSUES OF CHANGING THE STATUS OF GEOLOGICAL MONUMENTS IN RUSSIA AND ABROAD

The article considers the prospects for the development of territories that have the status of a natural monument on the examples of UNESCO Geoparks. The positive and negative aspects of assigning the status of a Geopark to various territories are considered in detail. It also indicates the main objects that require careful consideration for the preservation of natural monuments of particular importance to the World Heritage. Measures are proposed to improve the position of such objects.

Keywords: monuments of nature, geoparks, UNESCO, specially protected areas, environmental protection measures.

Preserving the ecological balance of our planet is a key issue for the further existence of mankind. Recently, more and more often you can hear from the media about soil degradation, the threat of destruction of a natural monument as a result of human activities, all this deserves public attention. Such situations can arise for several reasons. One of them is the intersection of licensed areas and territories with the status of specially protected, or the absence of a special status for the object.

To begin with, it is worth understanding what exactly is considered a natural monument in Russia. Monuments of nature are unique, irreplaceable, valuable in ecological, scientific, cultural and aesthetic terms, natural complexes, as well as objects of natural and artificial origin. Monuments of nature can be of federal and regional significance. [9]

Rock outcrops that are of particular importance in revealing fundamental aspects of geology and geological history are called geological monuments of nature. They are a unique reflection of what the planet has experienced in the past. Often natural monuments of particular value for scientific research and field training are underestimated by the public, unless the site proves to be aesthetically pleasing or well known. Preservation of such territories is a feature of geological science in general. If a small sample of a rare rock or mineral can be preserved in a museum, then an outcrop of bedrock located somewhere in remote areas of Siberia is much more difficult to preserve, and the value it represents for future scientists is colossal. The problems that geologists face when trying to preserve this kind of monuments are mainly related to remoteness and, therefore, the inability to control any legal restrictions that could theoretically protect the site.

When studying and dating deposits, one of the most common problems that geologists face is the lack of a reference section or an accurate undeniable boundary of stratigraphic units for a

detailed interpretation of the geological settings of the past. As a rule, such questions are resolved by a detailed study of the stratotype of a certain interval. A stratotype is a specific geological section, specified and described as a reference for a particular subdivision. A stratotype section has special requirements, it is a sequence of rocks that is used to define or characterize a defined stratigraphic unit or boundary. The stratotype should have all common stratigraphic units smaller than the stage, as well as biostratigraphic and lithostratigraphic units.

On the whole, geological monuments of nature reflect the processes of sedimentation, lithogenesis, evolution and development dynamics of basins that existed in different intervals of the geochronological scale, sometimes such data can completely change the understanding of the geological history of this area.

In most cases, such lithological and stratigraphic objects are excellent illustrations of basin sedimentation occurring in a wide variety



Fig. 1. Monument of nature «Stratotypical section of the Moscow stage of the Carboniferous system».

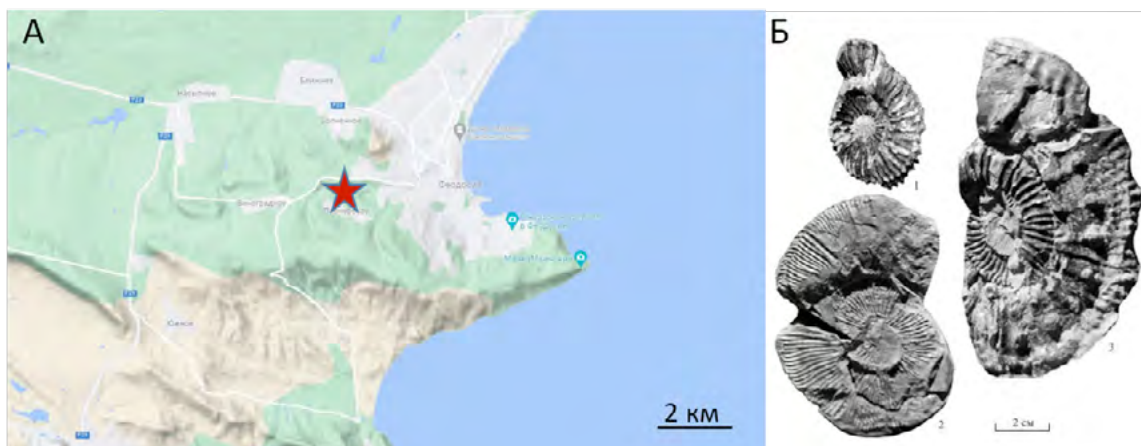


Fig. 2. Berriasian section «Zavodskaya beam» near the city of Feodosia: A – location of the section, B – Upper Berriasian ammonites from the quarry in Zavodskaya beam. [7]

of facies paleogeological settings, and have a high geoinformation potential, the use of which, based on theoretical developments and practical proposals, makes it possible to correlate and systematize formations of different ages and facies, to identify them according to stratigraphic, paleontological, lithological-petrographic and paleomagnetic parameters, to clarify the features of their lithogenesis and ore genesis in solving urgent problems of searching for and evaluating mineral accumulations of minerals.

In addition to the very preservation of geological monuments of nature, there is a problem of recognizing the object as a specially protected natural area. There have been many cases in history when such territories were destroyed due to the

fact that they were not legally elevated to the status of specially protected areas. There are a large number of such examples, one of the most illustrative is the Myachkovskiy stratotype. Geologists discovered a neostratotype of the Myachkovo horizon in the Domodedovo region, Moscow region (*fig. 1*). It would seem that the problem is solved, but even here the geological monument is under the threat of destruction.

According to Federal Law N 406-FL [8], when making decisions on the creation of specially protected natural areas, the following is taken into account:

a) the importance of the relevant territory for the conservation of biological diversity, including rare, endangered and economically and scientifically valuable objects of flora and fauna, their habitats;

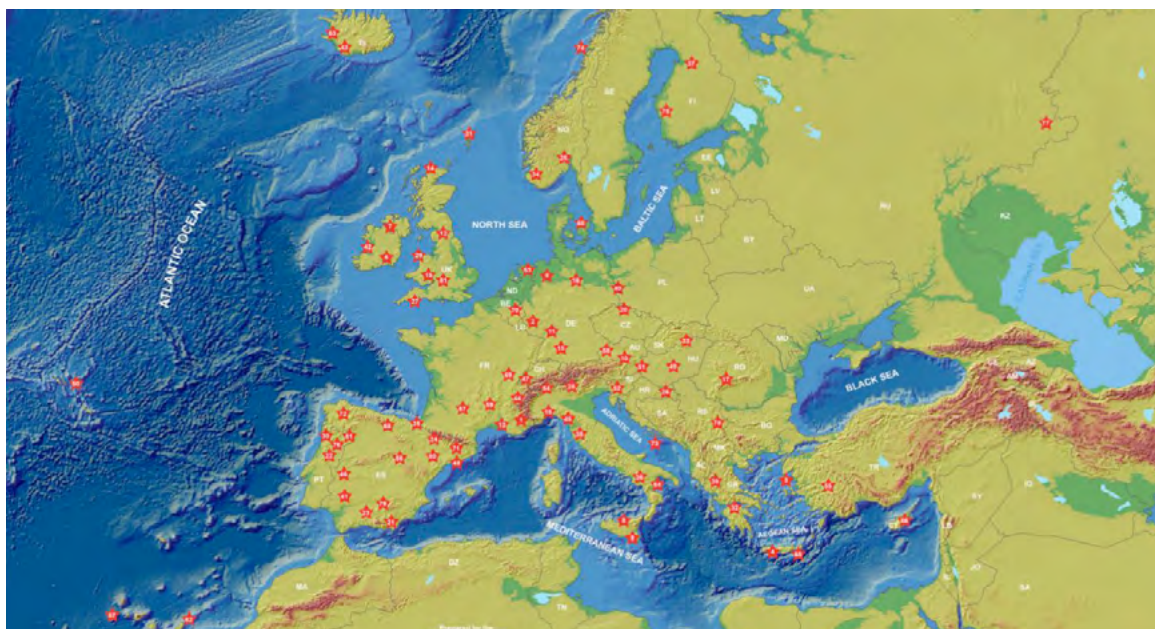


Fig. 3. Location map of UNESCO Global Geoparks in Europe. [2]

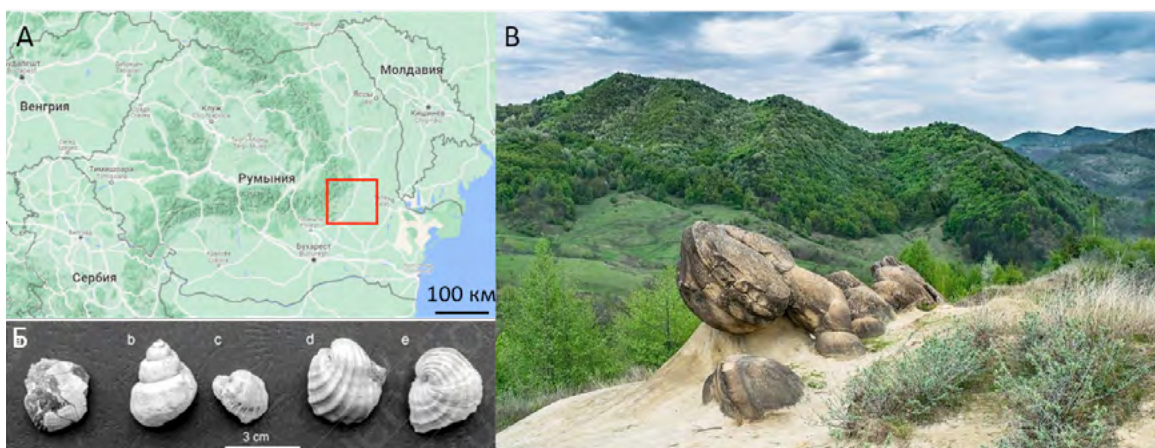


Fig. 4. Buzău Geopark: A - position of the geopark, B – Macrofauna from the section of the border between the Dacian and Romanian epochs, C – Middle Miocene nodule deposits. [5]

b) the presence within the boundaries of the relevant territory of areas of natural landscapes and cultural landscapes, which are of special aesthetic, scientific and cultural value;

c) the presence within the boundaries of the relevant territory of geological, mineralogical and paleontological objects of special scientific, cultural and aesthetic value;

d) the presence within the boundaries of the relevant territory of unique natural complexes and objects, including single natural objects that are of special scientific, cultural and aesthetic value.

Based on the features of the regime of specially protected natural areas, the following categories of these territories are distinguished:

- state nature reserves, including biosphere reserves;
- National parks;
- natural parks;
- state nature reserves;
- monuments of nature;
- dendrological parks and botanical gardens. [8]

The main disadvantage of this classification is that sometimes geological monuments and parks have nowhere to be taken, so they often remain unprotected.

The complex procedure for recognizing an object as a natural monument can take a long time. It often happens that the expansion of the city or the development of infrastructure overtakes the bureaucratic decision on the issue of recognizing the park, and by the time the goal is reached, it will be partially or completely destroyed.

This kind of urbanization does not allow collecting reliable data for the age estimation of many deposits. One of the brightest examples is the natural monument «Stratotype of the Jurassic-Cretaceous border» located in the vicinity of the city of Feodosiya (fig. 2). Currently, the Jurassic-Cretaceous boundary is the only one in the entire Phanerozoic that is not fixed as a section and a point of the Global Stratotype Section and Point (GSSP). The Jurassic – Cretaceous boundary is still debatable. [6, 7]

It was repeatedly proposed to conserve the stratotype of the Jurassic-Cretaceous boundary, to install information boards that explain the geological structure and significance of this object, as is customary throughout the world and European countries (Italy, Sweden, Poland, the Czech Republic, etc.) for geological monuments. [6]

This problem is faced not only in our country, but all over the world. UNESCO Geoparks (UNESCO Global Geoparks) are unified unified geographical areas in which objects and landscapes of international geological significance are managed based on a holistic concept of protection, education and sustainable development.



Fig. 5. Troodos Geopark: A, B – the appearance of the geopark [3], C – the position of the Troodos Mountains.

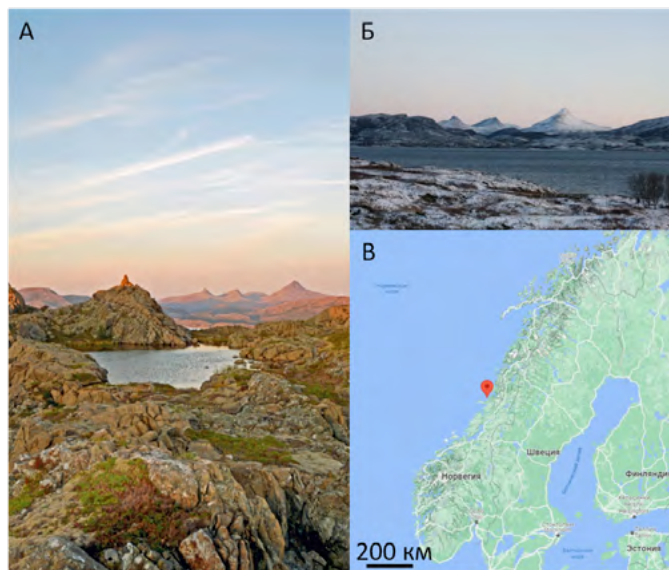


Fig. 6. National Geological Monument of Norway: A – view of Lake Leka – the winner in the competition of the national natural monument of Norway, B – the position of the natural monument. [4]

In 1992, a UN conference was held in Rio de Janeiro, within which the concept of conservation of significant geological objects was first identified. This event was the starting point for the development of measures to protect the geological heritage. In 2002, a special UNESCO program was created to support the creation of a worldwide network of national geoparks, and on February 13, 2004, the Global Geoparks Network (GGN) was created – an organization that develops geotourism in every possible way, serving as an educational, economic, social and environmental goals. [12]

According to the criteria for classifying natural areas as geological parks developed by UNESCO, geological parks (**fig. 3**) must meet the following criteria:

- represent a masterpiece of human creative activity (unique mined deposits, ancient mine workings, etc.), building, architectural, technological or landscape integrity, the greatest natural geological phenomenon (geological monument);
- ensure the exchange of human values, the preservation of cultural traditions of different eras of civilization;
- reflect the natural, traditional for a particular era, human settlement or the results of subsoil use, geological epochs in the development of the Earth, the development of landforms or natural geological processes;
- characterize the most important modern ecological and biological processes taking place on the Earth and natural habitats.

Geopark status makes it possible to attract the attention of researchers, which can lead to new discoveries that are significant for the geological world. [5] An example of such a positive impact is the Buzău Geopark in Romania. It is located in the southern part of the Eastern Carpathians. The most famous sights of Buzău (**fig. 4**) are mud volcanoes, amber deposits, salt caves and diapirs. In addition, the territory of the geopark presents outcrops of the Neogene age, which are of great scientific importance. Two Pliocene-Pleistocene stages of the Eastern Paratethys have also been discovered: the Dacian and Romanian stages.

With the help of geoparks, many states manage to satisfy not only scientific interest, but also financial. The simplest tool for this is to attract the flow of tourists to geotourism, which has been especially popular in recent years. Such a harmonious use of the geological heritage is organized, for example, in the central part of the island of Crete, the Troodos Geopark (**fig. 5**). Its creation is due to the outcrops of an ancient section of the oceanic crust discovered here, exposed as a result of the collision of the African and Eurasian tectonic plates and the subduction of the first under the last. On the territory of the Troodos Geopark, the entire sequence of the group of ophiolite rocks is represented. Troodos is considered the most complete and well-studied ophiolite in the world. [3] Preservation of such landmarks makes it possible to restore the history of changing environments of the geological past with greater certainty.

Consequently, geomonuments are the property of not only the state, but of humanity as a whole, so

each of us should think about what his descendants will be able to see. For example, in Norway in 2010, the Geological Survey launched an initiative to celebrate the country's geological diversity. The public was invited to choose a national geological monument, according to the results of the survey, nominees were selected, who were ranked as a geological national heritage. Then a vote was held, which was covered by local media. The winner was given the status of a national geological monument of Norway (**fig. 6**). [4]


By raising awareness of the importance of the region's geological heritage in history and society today, UNESCO Global Geoparks give locals a sense of pride in their region and strengthen their identification with the area. The creation of innovative local businesses, new jobs and high-quality training courses is stimulated, as new sources of income are created through geotourism, while the geological resources of the area are protected.

Conclusion:

Foreign experience shows that the award of the status of a specially protected area not only contributes to the preservation of natural monuments from human impact, but is also the driving force in the study of an object or even an entire system, there is also an increased interest of the population in the fate of the state and natural heritage.

Some geological landmarks, such as World Heritage Sites and Geoparks, are recognized around the world. Other local attractions can serve as good examples of geological processes and phenomena, suitable for field training in specialized universities, training courses, etc. Establishing the status of natural monuments will ultimately contribute to an overall increase in their rating as unique or typical geological natural monuments in a number of regions of Russia.

Outreach to the public and the media is an important way to raise awareness of geological processes, structures and resources, and areas of geological interest. With regard to the protection and highlighting of selected sites, the participation of the local population and stakeholders is necessary. In other words, local geographic heritage initiatives are better than national, comprehensive initiatives, even though the latter may be more scientifically relevant and accurate.

Most of the foreign geological parks considered by the authors in this article illustrate the financial benefits for the state and the region. Therefore, it is necessary to involve the local population and governments in preserving their heritage for posterity. 

**Шульгина А.А.**

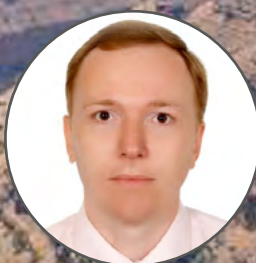
ООО «Тюменский Нефтяной Научный Центр»
 Специалист группы по гидрогеологическому
 сопровождению проектов Восточной Сибири
 и новых активов
aagudkova2@tnnc.rosneft.ru

**Савельев Е.А.**

ООО «Тюменский Нефтяной Научный Центр»,
 Руководитель группы по гидрогеологическому
 сопровождению проектов Восточной Сибири
 и новых активов
easavelyev@tnnc.rosneft.ru

**Белкин И.Ю.**

ООО «Тюменский Нефтяной Научный
 Центр», начальник отдела подсчета
 запасов подземных вод
iybelkin@tnnc.rosneft.ru

**Дубовецкий В.Н.**

ООО «Тюменский Нефтяной Научный
 Центр» Начальник управления аудита
 запасов и мониторинга ресурсной базы
VNDuboveckiy@tnnc.rosneft.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСОПОТАМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ ОДНОЙ ИЗ СТРАН БЛИЖНЕГО ВОСТОКА

Наличие питьевой воды в странах Ближнего Востока с господствующим аридным климатом во многом определяет санитарное и демографическое благосостояние региона. Применительно к условиям разработки месторождений углеводородного сырья наличие внутрипромыслового автономного подземного водозабора также позволит снизить логистические и иные риски, связанные с доставкой питьевой воды. Помимо питьевого водоснабжения, подземные воды мезозойского этажа на глубине от 1000 до 5200 метров обладают высоким экономическим потенциалом как источник геотермального и гидроминерального сырья.

Ключевые слова: Месопотамский артезианский бассейн, подземные воды, питьевое водоснабжение, гидроминеральное сырье, геотермальное сырье, УВС, водозаборная скважина.

На сегодняшний день единственным источником централизованного водоснабжения в Иракском Курдистане являются поверхностные воды, ресурсы которых существенно угнетены засушливостью климата, а также интенсивной техногенной нагрузкой в виде бытовых и промышленных сбросов. Структура потребления воды в целом по стране представлена на **рисунке 1**.

В сложившейся ситуации возрастает спрос на поиск альтернативного источника водоснабжения, которым могут являться подземные воды. Таким образом, проблематика изучения гидрогеологических условий данного региона является весьма актуальной.

В физико-географическом отношении район расположен в предгорной местности. Климат континентальный. Территория находится в зоне дефицитного количества осадков, что обуславливает отсутствие временных водотоков.

В районе изучения основными водными артериями являются р. Тигр и ее приток р. Большой Заб (**Рис. 2**).

Река Тигр является единственным источником централизованного водоснабжения на базе поверхностных вод в рассматриваемой территории. На месторождения углеводородного сырья (УВС), ввиду отсутствия инфраструктуры, пресная вода доставляется посредством автотранспорта с ближайшего водохранилища Мосул. Воды р. Большой Заб используются для орошения, создание водохранилищ, невозможно в связи с большой вероятностью затопления территорий [1].

Район работ расположен в Месопотамском краевом прогибе. Территория характеризуется сложным геологическим строением с развитием надвиговых блоков (**Рис. 3**). В тектоническом плане приурочена к слабоскладчатой зоне с развитием узких протяженных ассиметричных складок.

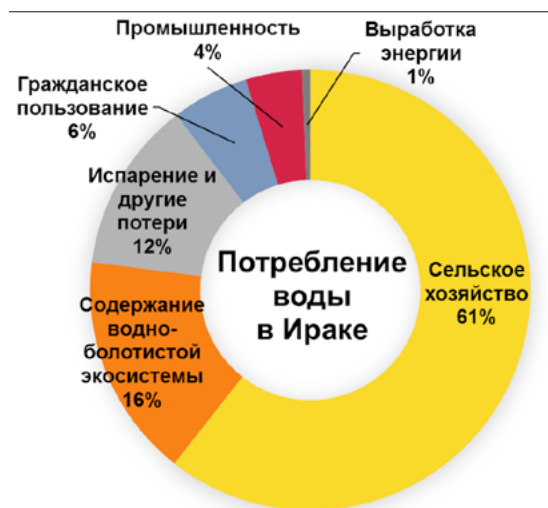


Рис. 1.
Потребление воды в Ираке

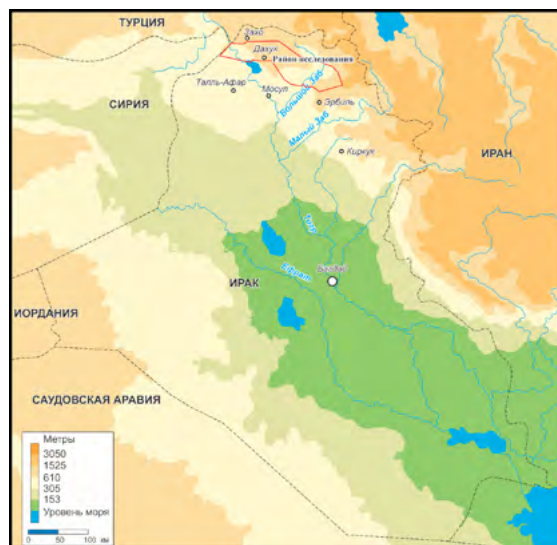


Рис. 2.
Схема расположения района исследования

В гидрогеологическом отношении рассматриваемая территория расположена в северной части Месопотамского артезианского бассейна. Его формирование происходило в морской обстановке осадконакопления.

Основным источником восполнения запасов подземных вод является инфильтрационное питание, получаемое со стороны северо-восточных предгорий и постоянных водотоков. Величина годового стока варьирует от 350 до 550 мм в год. Региональным направлением разгрузки является долина р. Евфрат.

В составе Месопотамского артезианского бассейна выделяется шесть гидрогеологических подразделений, многие из которых имеют выходы на дневную поверхность в результате активных и высокоамплитудных тектонических процессов в кайнозойскую эпоху геологической истории региона:

1. Водоносный четвертичный горизонт;
2. Локально-водоносный неогеновый комплекс;
3. Локально-водоносный палеогеновый комплекс;
4. Локально-водоносный меловой комплекс;
5. Локально-водоносный юрский комплекс (отложения являются продуктивными на нефть и газ);
6. Локально-водоносный триасовый комплекс (отложения являются продуктивными на нефть и газ).

Краткая характеристика гидрогеологических подразделений представлена ниже и на **рисунке 4**.

Водоносный четвертичный горизонт распространен не повсеместно, сложен в основном грубообломочными породами толщиной до 20 м. В районе бассейна выявлены грунтовые воды на глубине 5-15 м. Дебиты связанных с ними родников до 5200 м³/сут и выше. По химическому составу воды горизонта преимущественно пресные, гидрокарбонатные кальциевые [2].



Рис. 3.
Фрагмент геологической карты района работ [1]

Локально-водоносный неогеновый комплекс представлен формациями Бахтиари, Фарс, Джерби и Ефрат. Толщина комплекса составляет от 600 до 1900 м. Комплекс залегает на глубинах от 0 до 1920, имея выходы на дневную поверхность (**Рис. 4**).

К отложениям данных формаций приурочены грунтовые и напорные воды. В северной части Месопотамского бассейна в районе г. Мосул уровень напорных вод залегает на глубине около 130 м. Дебиты скважин, вскрывших напорные воды в песчаниках, достигают 4320 м³/сут [2].

По результатам испытаний разведочных скважин на глубинах 1113-1319 м получен приток воды с дебитом 32-105 м³/сут, температура подземных вод составляет 48-52°C, пластовое давление 18-20 МПа.

По химическому составу подземные воды водоносного неогенового комплекса хлоридные натриевые с минерализацией до 1 г/дм³.

Локально-водоносный палеогеновый комплекс представлен формациями группы Кирук, Пайла Спи, Геркус, Хурмала. Толщина отложений 650-850 м. Залегает на глубинах от 0 до 2770 м (с выходами на дневную поверхность). Комплекс сложен карбонатными породами (известняками,

доломитами, мергелями). Статический уровень устанавливается на отметках 30-170 м. При выходе палеогеновых отложений дебиты скважин достигают 2592 м³/сут [2].

По результатам испытаний разведочной скважины на глубине 1410 м получен приток воды с дебитом 30 м³/сут, температура подземных вод составляет 66°C, пластовое давление 20 МПа.

По химическому составу воды комплекса гидрокарбонатные и сульфатно-хлоридные натриевые. В районе исследования воды пресные (0,5 г/дм³), реже слабосоленоватые (до 1,5 г/дм³) [1].

Локально-водоносный меловой комплекс представлен формациями Акра, Бехме, Кометан, Докан, Камачука и Гарагу. Толщина 915-1220 м. Преимущественно залегает на глубинах от 2770 до 4970 м, однако отложения имеют единичные выходы на дневную поверхность в районе г. Дахук и северо-восточной части территории.

В основном отложения представлены карбонатными породами с прослоями песчаников. В целом по району глубина залегания уровня локально-водоносного мелового комплекса устанавливается на глубине от 13 до 147 м. По результатам испытаний меловых отложений по-

Гидрогеологические подразделения	Глубина, м	Толщина, м	Результаты испытаний			Литологическая колонка
			Т°С	Рпл, МПа	Глубина замера, м	
*Водоносный четвертичный горизонт	до 20	до 20	-	-	-	Пойменные отложения Аллювиальные и флювиальные отложения Бахтияри
Локально-водоносный неогеновый комплекс *	до 1920	600-1900	48-52	18-20	1113-1319	Фарс Джерби Дхибан Серикагни Ефрат
Локально-водоносный палеогеновый комплекс *	до 2770	650-850	66	20	1410	Группа Кирук Пайла Спи Джадала Геркус Алиджи Хурмала Колош
Локально-водоносный меловой комплекс *	до 4970	1415-2220	74-85	26-36	1381-1864	Акра Бехме Шираниш Танжер Кометан Докан Баламбо Камчука Гарагу Сармонд
Локально-водоносный юрский комплекс	до 5890	790-920	88-106	33-41	2071-3261	Чиа Гара Готния Барсарин Ниджмах Наокелекан Саргелу Алан Мус Сехканиян Айдаи
Локально-водоносный триасовый комплекс	до 7565	1175-1675	123-132	50-71	3858-4067	Бутмах Сарки Балути Курра Чайн Джели Хана

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Известняк	Ангидрит	Конгломераты
Ангидритовый известняк	Галит	Аргилит/Сланец/Мергель
Мергелевый известняк	Песчаники/Кварциты	* Имеются выходы на дневную поверхность
Доломит	Алеврит	

Рис. 4. Сводный гидрогеологический разрез

Таблица 1.

Сравнение нормативов ПДК с реальными концентрациями элементов в подземных водах г. Дахук и поверхностными водами р. Тигр.

Показатель	Содержание элементов в подземных водах			Содержание элементов в р. Тигр		ПДК	
	min	max	среднее	Север	Юг	РФ	ВОЗ
Температура, °С	19,6	21,6	20,68	-	-	-	-
Мутность, мг/дм ³	2,9	5,2	4,1	2600	-	1,5	-
pH, д.ед	6,8	8,7	7,8	5,5	8,5	6-9	-
Минерализация, мг/дм ³	735,5	929,5	815,6	280	1800	1000	1000
Растворенный кислород, мг/дм ³	4,2	6,7	5,3	-	-	-	-
БПК, мг/дм ³	1,2	3,1	2	-	-	-	-
ХПК, мг/дм ³	25	53	34,8	-	-	15	-
Хлориды, мг/дм ³	244	376	304	20	519	350	250
Сульфаты, мг/дм ³	226	342	271,2	36	390	500	250
Нитраты, мг/дм ³	17	46	28,5	0,12	11,5	45	50
Кальций, мг/дм ³	119	198	157,6	3	161	-	-
Магний, мг/дм ³	52	91	70,8	16	139	50	-
Натрий, мг/дм ³	8,5	13,2	10,6	4	405	200	-
Калий, мг/дм ³	0,2	2,7	1,4	-	-	-	-
Кадмий, мг/дм ³	-	-	-	0,003	-	0,001	0,003
Свинец, мг/дм ³	-	-	-	0,01	-	0,01	0,01
Ртуть, мг/дм ³	-	-	-	0,001	-	0,0005	0,001
Медь, мг/дм ³	-	-	-	1	-	1	1
Цинк, мг/дм ³	-	-	-	3	-	5	3
Нитриды, мг/дм ³	-	-	-	3	-	3	3
Количество бактерий, коллн/100 мл	0	0	0	1,7•10 ⁶	-	0	0

* ПДК – предельно допустимая концентрация

лучен приток воды с дебитом от 86 до 130 м³/сут. Температура пластовых вод составляет 74-85°С, пластовое давление 26-36 МПа.

По химическому составу, при выходе на поверхность меловых отложений, воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 3 г/дм³. Состав глубоких вод не изучен.

Нижняя часть локально-водоносного мелового комплекса представлена формацией Чиа Гара. Породы данных отложений являются региональным водоупором и представлены переслаиванием глин и алевролитов, содержащими богатые аммонитовые фауны. Толщина отложений составляет от 500 до 1000 м.

Локально-водоносный юрский комплекс представлен формациями Готния, Ниджмах, Саргелу, Алан, Мус, Айдаёа, Сехканиян, Сарки и Бутмах. Отложения являются продуктивными при разработке месторождений УВС.

Водоносный комплекс сложен карбонатными породами толщиной 790-920 м, залегает на глубинах 4970-5890 м. По результатам ис-

пытаний юрских отложений получен приток воды с дебитом, достигающим 3750 м³/сут. Температура подземных вод варьирует от 88 до 106°С, пластовое давление от 33 до 41 МПа. Воды хлоридно-натриевого состава, соленые с величиной минерализации 18,0-28,8 г/дм³ (в среднем 21,3 г/дм³). Тип вод по генетической классификации В.А. Сулина сульфатно-натриевый, реже хлоридный, коэффициент метаморфизации rNa/rCl – 1,02-1,23. По величине водородного показателя среда подземных вод изменяется от нейтральной до слабощелочной (6,45-7,63 ед.pH). Концентрация бора в подземных водах достигает 256,8 мг/дм³, стронция до 112 мг/дм³.

Локально-водоносный триасовый комплекс представлен отложениями формаций Курра Чайн. Комплекс сложен терригенно-карбонатными породами, глубин залегания 5890-7565 м, толщиной 1175-1675 м. Отложения также являются объектом разработки месторождений УВС.

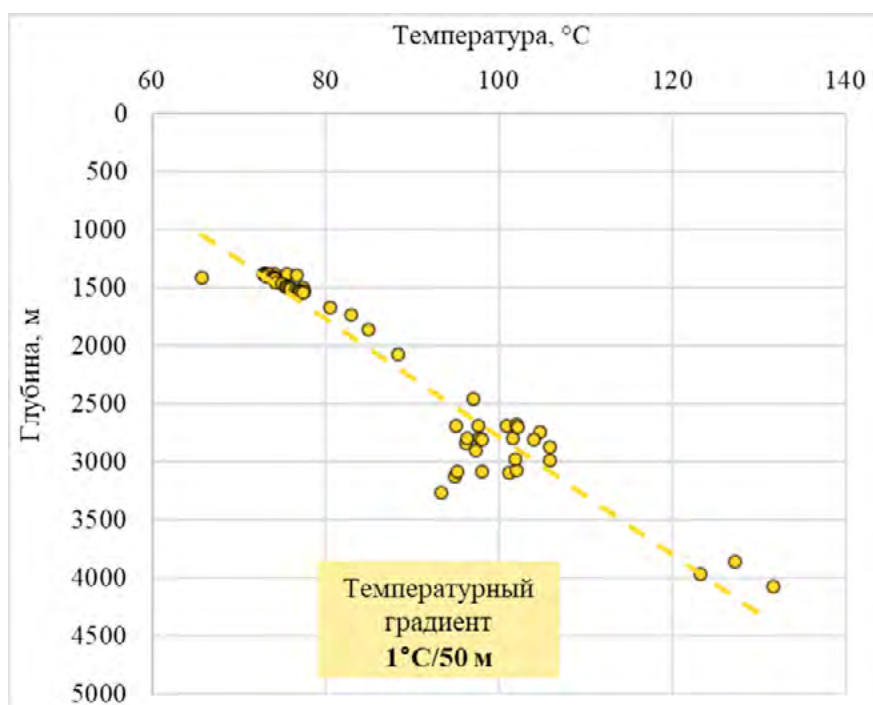


Рис. 5. Результаты точечных замеров пластовой температуры на месторождениях Иракского Курдистана

По результатам испытаний триасовых отложений получен приток воды с дебитом 158,2-2923 м³/сут. Температура пластовых вод составляет 123-132°C, давление 50-71 МПа. Формации накапливались в лагунных и эвапоритовых обстановках, что повлияло на компонентный состав подземных вод. Воды триасового комплекса отличаются высокой минерализацией и относятся к крепким рассолам (204 г/дм³). По составу воды хлоридные натриевые, тип вод по генетической классификации В.А. Сулина хлоридно-кальциевый (коэффициент метаморфизации $r_{Na/rCl} = 0,85$). Основными солеобразующими компонентами являются ионы натрия – 61000 мг/дм³, калия – 8320 мг/дм³, кальция – 11190 мг/дм³, магния – 990 мг/дм³, хлорид-ион – 119390 мг/дм³, сульфат-ион – 1034 мг/дм³, гидрокарбонат-ион – 2887 мг/дм³. Содержание стронция в подземных водах триасового комплекса изменяется от 230 до 235 мг/дм³.

Таким образом, перспективы для питьевого водоснабжения связаны с неогеновым, палеогеновым и меловым водоносными комплексами; юрский и триасовый локально-водоносные комплексы помимо добычи УВС обладают высоким потенциалом для извлечения попутных полезных ископаемых, а также термальных вод.

Ниже будут рассмотрены фактические данные, а также перспективы эксплуатации водоносных подразделений в описанных целях.

В 2011 году вблизи г. Дахук были пробурены 10 водозаборных скважин до глубины 135-220 м, вскрывшие неогеновый водоносный

комплекс [3]. По результатам химического анализа полученные подземные воды сульфатно-хлоридные магниевые-кальциевые с минерализацией 735,5-929,5 мг/дм³ (Табл. 1).

Применяя Российские критерии качества питьевой воды [4], перед подачей потребителю требуется их предварительная подготовка по величине индекса химического потребления кислорода, по содержанию хлоридов, магния, нитратов, а также мутности, что указывает на сравнительно высокий уровень качества данной воды по отношению к поверхностным водам [1, 5, 6, 7] (Табл. 1).

Переходя к следующему перспективному направлению эксплуатации целевых водоносных комплексов, можно отметить, что одним из наиболее выгодных методов освоения компонентов гидроминерального сырья (ГМС) является его извлечение из попутных вод при добыче УВС, поскольку в данном случае нет необходимости для создания отдельной инфраструктуры и горных выработок, а извлечение ГМС, как попутного полезного ископаемого, послужит фактором роста рентабельности разработки месторождений.

Юрский и триасовый локально-водоносные комплексы обладают близкими к промышленным концентрациям бора (до 257 мг/дм³) и стронция (до 235 мг/дм³), как по результатам прямых гидрохимических опробований, так и по литературным данным.

Помимо перечисленных элементов на наличие дополнительных компонентов ГМС в составе

подземных вод указывают следующие геолого-географические предпосылки:

1. Предгорная и горная местность.
2. Высокая минерализация (более 20 мг/дм³);
3. Термобарические условия с высокой температурой, давлением (26-71 МПа) и газонасыщенностью;
4. Застойный режим водообмена;
5. Хлоридно-натриевый тип подземных вод;
6. Наличие эвапоритовых отложений.

Для уточнения концентрации потенциально возможных компонентов ГМС необходимы дополнительные гидрохимические опробования по расширенному перечню показателей.

Температура добываемых попутных вод, описываемых водоносных комплексов составляет от 65°C до 130°C (*Рис. 5*), что дает дополнительную возможность их использования в качестве гидротермального сырья. Температурный градиент в среднем составляет 1°C на 50 м глубины.

Современные технологии позволяют вырабатывать электричество на базе термальных вод с температурой от 90 °C [8], что делает добыва-


емые попутные воды пригодным сырьем для создания небольших и автономных установок по выработке электроэнергии.

Выводы.

1. Подземные воды Иракского Курдистана обладают значительным потенциалом, как для компенсации дефицита питьевой воды, так и для повышения эффективности разработки месторождений УВС.

2. Перспективными для питьевого водоснабжения являются неогеновый, палеогеновый и меловой комплексы. Глубина кровли по участкам недр позволяет организовать экономически обоснованные подземные водозаборы (до 500 м).

3. В пластовых водах объектов разработки зафиксированы высокие концентрации компонентов ГМС по содержанию бора (до 257 мг/дм³) и стронция (до 235 мг/дм³). Установлено наличие геолого-географических предпосылок по содержанию дополнительных элементов ГМС, для чего планируется выполнить дополнительные опробования.

4. Подземные воды мезозойских отложений также могут использоваться как теплоэнергетическое сырье для выработки электроэнергии, что особо актуально в условиях рассматриваемого региона. 

Литература

1. Елердашвили С.И. Гидрогеология и инженерная геология Ирака. Москва, «Недра», 1973, 352 с.
2. Маринова Н.А. Гидрогеология Азии. Москва, «Недра», 1974, 576 с.
3. Dohuk-Kurdistan autonomous region of northern Iraq (KAR) Murphy exploration well. Environmental impact assessment. Murphy Central Dohuk Oil Co, Ltd, 2011, 140 p.
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
5. Джубари М.К.А., Алексеева Н.В. Водные ресурсы Ирака. Водоочистка.Водоподготовка. Водоснабжение. 2019. №7 (139). 14-21 с.
6. Реки Ближнего Востока. Часть 2. Тигр. Информационный сборник: Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии. 2015. №43.-72 с.
7. The statement of 37 issued by the central measure and control the quality, the standard specifications of Iraq. The facts of the Iraq, the place of Iraq, the newspaper the facts of Iraq. 2001. No.3911.1p.
8. <https://portal.tpu.ru/SHARED/n/NASA/Education/NiVIE/Tab/p4.pdf> (версия от 27.12.2021)

UDC 553.041

A.A. Shulgina, Specialist, Hydrogeological Support of East Siberia and New Ventures Projects Tyumen Petroleum Research Center, aagudkova2@tnnc.rosneft.ru

E.A. Savelyev, Team Leader, Hydrogeological Support of East Siberia and New Ventures Projects Tyumen Petroleum Research Center, easavelyev@tnnc.rosneft.ru

V.N. Duboveckiy, Head of Division, Reserves Estimation and Resource Base Monitoring, PhD, Tyumen Petroleum Research Center VNDuboveckiy@tnnc.rosneft.ru

I.Yu. Belkin, Team Leader, Groundwater Reserves Estimation Tyumen Petroleum Research Center, iybelkin@tnnc.rosneft.ru

A CASE STUDY OF A MIDDLE EAST COUNTRY TO EVALUATE THE DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE MESOPOTAMIAN ARTESIAN BASIN AS A SOURCE OF DRINKING GROUNDWATER AND HYDRO-MINERAL RAW MATERIALS

Abstract: The availability of drinking water in the Middle East countries with a dominant arid climate largely determines the sanitary and demographic well-being of the region. With regard to the conditions for the development of hydrocarbon fields, the availability of an in-field autonomous underground water intake will also reduce the logistical and other risks associated with the delivery of drinking water.

In addition to drinking water supply, the Mesozoic underground waters at a depth of 1000 to 5200 meters have a high economic potential as a source of geothermal and hydromineral raw materials.

Keywords: Mesopotamian artesian basin, groundwater, drinking water supply, hydromineral raw materials, geothermal raw materials, hydrocarbons, water-source well.



Лыгач В.Н.
к.т.н., академик РАЕН,
ген. директор ООО «НТЦ «ИКИМСО»
victor-gogb@yandex.ru



Лыгач А.В.
к.т.н., ст.науч.сотр.,
ООО «НТЦ «ИКИМСО»
victor-gogb@yandex.ru

ФОСФАТНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА РОССИИ И ЕЕ РОЛЬ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, А, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

Показана роль фосфора, а, следовательно, фосфорсодержащих минеральных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственной продукции и улучшения его качества. Недостаток в почвах фосфора способствует их деградации, исчезновению гумусового слоя, а, следовательно, и низкой урожайности таких почв. Основным источником для получения вышеуказанных удобрений, являются фосфорсодержащие руды, запасов которых в Российской Федерации достаточно, чтобы обеспечить в них потребности страны. Фосфатное сырье в России представлено кроме дефицитных апатитовых руд Кольского полуострова бедными труднообогатимыми фосфоритами, для которых требуются технологии получения из них концентратов, пригодных для химической переработки на фосфорную кислоту и концентрированные фосфорсодержащие водорастворимые удобрения. К таким рудам в Российской Федерации относятся в основном желваковые и ракушечные фосфориты, на базе которых из-за дефицита апатитовых руд целесообразно создание соответствующих ГОКов. Для этого необходимо: для желваковых руд – разработать эффективную технологию глубокого обогащения желваковых фосфоритов, обеспечивающих получение из них фосфоритного концентрата, содержащего более 28,0 % P_2O_5 и фосфоритной муки, содержащей более 19 % P_2O_5 , а также глауконитового концентрата, содержащего 5-6 % K_2O и различной кварцсодержащей продукции; для ракушечных фосфоритов – усовершенствованную технологию их обогащения с получением фосконцентрата содержащего более 30 % P_2O_5 , доломитовых гравия и муки, фосфордоломитового удобрения и кварцевой продукции различного назначения.

Ключевые слова: фосфор, фосфорсодержащие руды, минеральные удобрения, плодородие почв, урожайность сельскохозяйственной продукции, апатитовые руды, фосфоритные руды Кольского полуострова, ракушечные фосфориты, желваковые фосфориты, прибалтийские ракушечные руды, Кингисеппское месторождение.

Продовольственная безопасность страны требует обеспечения сельского хозяйства необходимым количеством фосфор содержащих минеральных удобрений, т.к. от этого зависит урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Это обусловлено низким содержанием в сельскохозяйственных угодьях фосфора, который особенно необходим растениям, являясь основой их энергетической деятельности. Любой живой организм не может существовать без азота, калия, и, особенно, фосфора, который называют «элементом жизни», т.к. он является составной частью белка любой живой клетки. На питание сельскохозяйственных растений направляется 95 % добываемого в мире фосфора, и это количество будет постоянно расти. Все это указывает на то, что на удовлетворение потребности сельского хозяйства в фосфоре требуется соответствующая фосфатно-сырьевая база, являющаяся основным источником для производства соответствующих фосфорсодержащих минеральных удобрений. [1-6]

Особенно остро вопрос о дефиците фосфора в почвах, а, следовательно, и с проблемой фосфатно-сырьевой базы, стоит во многих странах мира. Из интернета известно, что международная научная группа спрогнозировала всему населению планеты новую катастрофу из-за острого дефицита фосфора. Об этом пишут LIVE24 от 8 октября 2019 г. и Lenta.ru с ссылкой на издание Science Alert (**Science Alert** – просветительное сообщество, повествующее о последних достижениях науки и техники). Ученые отмечают, что одной из причин дефицита фосфора, а, следовательно, и минеральных удобрений, является значительный спрос на них из-за роста численности населения. За последние 50 лет количество используемых минеральных удобрений увеличилось в 50 раз, а к 2050 году они прогнозируют увеличение спроса на них еще в 2 раза. При этом отмечается, что если ничего не будет сделано для сохранения важнейшего химического элемента, то запасы фосфора уже в ближайшей перспективе могут истощиться, а это – голод.

Низкое плодородие большей части почв в нашей стране, а, следовательно, и невысокая, в связи с этим, урожайность сельскохозяйственных культур, явились следствием древнего оледенения, в результате которого на широких просторах России сформировались дреново-подзолистые и серые лесные почвы, характеризующиеся пониженным содержанием фосфора и повышенной кислотностью. Недостаток в таких почвах фосфора способствует их деградации, исчезновению гумусового слоя, а, следовательно, и низкой урожайности сельскохозяйственной продукции. Для повышения урожайности таких почв требуется внесение в них минеральных удобрений, и особенно фосфорсодержащих. [7-9]

Непрерывно растущие потребности народного хозяйства в фосфорных удобрениях требуют соответствующих фосфорсодержащих руд, балансовых запасов которых в настоящее время вполне достаточно, чтобы полностью обеспечить текущие и перспективные потребности страны. Однако значительная часть из них представлена бедным и труднообогатимым сырьем, расположенным в отдаленных и труднодоступных регионах, в связи с чем для их освоения требуется разработка новых эффективных технологий добычи и обогащения, больших капитальных вложений и эксплуатационных затрат. Фосфатное сырье в нашей стране характеризуется невысоким качеством. Если фосфориты наиболее богатых этим сырьем стран – США, Марокко, Алжир, Иордания и др. содержат от 26 до 34 % P_2O_5 , то фосфатное сырье в нашей стране содержит 6-13% P_2O_5 . Перспектив же открытия богатых фосфором руд пока отсутствует. Более того, содержание P_2O_5 в фосфатном сырье будет непрерывно снижаться, в связи с вовлечением в разработку бедных руд (3-8% P_2O_5) и к 2025 году в среднем составит примерно 10%. [10-13]

В настоящее время исходным сырьем для производства таких удобрений являются легко обогатимые, богатые фосфором, апатитовые руды Кольского полуострова, т.к. только из них производится кислотным методом высокоэффективное водорастворимое удобрение. Однако, ориентация на богатые Кольские апатитовые руды из-за ограниченности их запасов, объемов добычи и её достаточно высокой стоимости, в конечном итоге придет к снижению объемов производства апатитового концентрата, а, следовательно, и к снижению урожайности сельскохозяйственной продукции. Поэтому расширение фосфатно-сырьевой базы, а, следовательно, увеличение добычи и переработки фосфатного сырья будет базироваться на использовании бедных фосфоритовых руд, прежде всего, желваковых и ракушечных фосфоритов, т.к. роль апатитов в обозримом будущем несколько уменьшится. По прогнозам экспертов после 2030 г. вследствие уменьшения количества богатых фосфором запасов апатитовых руд на разведанных месторождениях Кольского полуострова, возможно снижение объемов производства апатитового концентрата, что негативно приведет к дефициту сырья для фосфорсодержащих удобрений, а, следовательно, росту цен на фосфатное сырье и фосфорсодержащие удобрения. В связи с этим уже сегодня необходимо принять меры для масштабного привлечения в производство более бедных в сравнении с апатитовыми рудами желваковых и ракушечных фосфоритов Центральных регионов России, запасы которых составляют более 5 млрд. тонн.

Для решения этой проблемы необходимо разработать эффективную технологию глубокого обогащения труднообогатимых, бедных фосфором, фосфоритных руд с получением из них не только 19% по P_2O_5 фосфоритной муки, но и фосфоритных концентратов, пригодных для химической переработки на фосфорную кислоту и сложные водорастворимые минеральные удобрения, т.к. необогащенные желваковые и ракушечные фосфориты из-за низкого содержания в них фосфора и высокого содержания вредных примесей, не пригодны без обогащения для производства высококачественных минеральных удобрений.

В настоящее время в лабораторном масштабе нами разработана такая технология для глубокого обогащения желваковых фосфоритов, которая обеспечивает получение из нее фосконцентрата, содержащего 28,3% P_2O_5 , фосфоритной муки, содержащей 19-22% P_2O_5 , глауконитового концентрата, содержащего 5-6% K_2O и различной кварцсодержащей продукции. [14-17] С помощью такой технологии могут быть вовлечены в промышленное освоение руды наиболее крупных Егорьевское, Вятско-камское и Полпинское месторождения желваковых фосфоритов, на базе которых ранее функционировали крупные ГОКи, производящие на уровне 4 млн т 19% по P_2O_5 фосфоритной муки – простейшего, природного, экологически чистого минерального удобрения. Кроме того, путем создания небольших мобильных и стационарных горно-обогачительных производств возможно вовлечение в промышленное освоение и малых месторождений желваковых фосфоритов, общее количество которых в центральных регионах России превышает 50. На базе вышеуказанных крупных и особенно малых месторождений желваковых фосфоритов возможно в короткие сроки осуществить производство 3,0 млн и 1,5 млн т более 16% по P_2O_5 фосфоритной муки соответственно.

Большой практический интерес для промышленности по производству минеральных удобрений представляют также и ракушечные фосфориты. [8] Основные месторождения ракушечных фосфоритных руд в России сосредоточены в Прибалтийском фосфоритноносном бассейне, который протягивается широкой полосой вдоль Финского залива, пересекая Ленинградскую область и Эстонию.

Важное географическое положение этого бассейна, значительные запасы фосфорсодержащих руд, простой их вещественный состав, достаточно легкая обогатимость, небольшая глубина залегания рудного тела, а также целый ряд и других положительных факторов, создают хорошие предпосылки для эксплуатации фосфоритных месторождений Прибалтики.

Основные запасы ракушечных фосфоритов в Ленинградской области сосредоточены на Кин-

гисеппском и Молосковицком месторождениях, а также Елизаветинском перспективном участке фосфоритов. Кроме того, на восточном, южном и юго-западном флангах Кингисеппского месторождения выявлены запасы и ресурсы фосфоритноносных пород в количестве 48,8 млн. тонн P_2O_5 при среднем содержании P_2O_5 в пласте 5,77% (глубина залегания пласта в среднем – 35 м, а на флангах колеблется в пределах 45-100 м). Наряду с этим, в полосе между г. Кингисепп и реки Сясь на востоке области, выявлено 9 небольших месторождений с суммарными запасами 40 млн. тонн P_2O_5 при глубине залегания полезной толщи менее 35 м и имеющую среднюю мощность по месторождениям в пределах 1,7-3,9 м, а содержание P_2O_5 в пласте от 4,1 до 7,7%.

Кингисеппское месторождение ракушечных фосфоритов является одним из крупнейших не только в прибалтийском бассейне, но и в России. Балансовые запасы руд по этому месторождению по категории А+В+С1 составляют более 200 млн. тонн (примерно 16 млн. тонн P_2O_5) со средним содержанием P_2O_5 около 7%. Общие же запасы руды в проектных контурах карьеров с учетом «пассивных» запасов фосфоритов в целиках вдоль транспортных коммуникаций, газопроводов, линий электропередач обеспечит функционирование карьеров в течение более 50 лет, при сохранении проектного уровня в 6,5 млн. тонн руды в год производства. Доля таких «пассивных» запасов руды на Кингисеппском месторождении составляет 50% от всех его запасов. Кроме того, следует иметь в виду, что на Кингисеппском месторождении имеются фосфаты на глубине более 35 м, т.е. за пределами проектного контура открытых горных работ, которые не учитывались при подсчете запасов. Следует отметить также, что на южном участке этого месторождения утверждены запасы кварцевых песков для различного назначения и торфа.

Молосковицкое месторождения ракушечных фосфоритов, также, как и Кингисеппское, относится к достаточно крупным. Разведанные запасы полезного компонента на оконтуренной площади месторождения по категории С₂ составляет 14 млн. тонн P_2O_5 , при среднем содержании пятиоксида фосфора 8,8%. Кроме того, на площади 55 км² подсчитаны ресурсы по категории Р₁ со средним содержанием P_2O_5 в руде 7,75% в количестве 12 млн. тонн. На Молосковицком месторождении продуктивный пласт фосфоритов, мощностью в среднем 2,6м, залегает на глубине 97-115 м от поверхности и характеризуется средним содержанием P_2O_5 по скважинам от 6 до 18% при низком магниевым и железистым модулях (менее 0,13), а также отсутствием внутренней вскрыши и легкой обогатимостью, позволяющей получать концентраты с содержанием до 30% P_2O_5 .

На Елизаветинском участке пласт фосфоритов мощностью около 2 м с содержанием P_2O_5 не менее 6% занимает площадь около 105 км². Из них на площади 67 км² прогнозные ресурсы по категории P_2 фосфоритоносного пласта, залегающего на глубине 120-135 м со средней мощностью не менее 1,3 м и содержанием P_2O_5 около 8%, составляют 12,6 млн. тонн P_2O_5 . При этом продуктивный пласт характеризуется низким магниевым и железистым модулями (не более 0,1).

Отличительной особенностью руд Прибалтийских ракушечных месторождений является предпочтительная концентрация доломитизированных песчаников в классе +2 мм (примерно 50%), фосфоритных ракушек в классе -0,2+0,5 мм, в которых содержание P_2O_5 достигает 20%, а в классах -0,5+0,18 мм свободных зерен кварца (до 80%), и в -0,18 мм совместно с фосфатом – карбонатов. Из этого следует, что для таких руд характерен относительно простой их минеральный состав, крупное вкрапление минералов, обособленность зерен фосфата и кварца при значительном их размере, небольшое содержание доломита и глинистых веществ и существенные различия физико-химических свойств зерен фосфата и кварца, т.е. основных разделяемых минералов. Эти факторы определяют достаточно эффективное обогащение таких руд при применении сравнительно простых схем и режимов. Руды Прибалтийских фосфоритов представлены в основном, фосфорсодержащей ракушкой (16-29,5%), доломитом (1,0-7,7%), кварце (60-68%) и другими сопутствующими минералами. Именно поэтому из таких руд одновременно с фосфатом легко извлекаются самостоятельные товарные продукты доломит и кварц, обеспечивая тем самым комплексное их использование.

Фосфат в ракушечных фосфоритах представлен фтор-карбонат-апатитом, содержание P_2O_5 в котором колеблется от 33 до 35% P_2O_5 , что значительно ниже, чем в Кольских апатитах. Это указывает на то, что при обогащении таких руд, полученный из них фосфоритный концентрат не будет превышать 35% P_2O_5 .

На базе Кингисеппского месторождения ракушечных фосфоритов в бывшем СССР был создан горно-обогатительный комбинат ПО «Фосфорит», проектная мощность по исходной руде которого, составляла примерно 7 млн. тонн в год. Обогащение фосфоритной руды, содержащей 6-8% P_2O_5 успешно осуществлялось на обогатительной фабрике с получением из нее примерно 1,4 млн. тонн фосфоритного концентрата, содержащего 27-28% P_2O_5 .


Обогащение Кингисеппских фосфоритов на этой фабрике осуществлялось по технологии ГИГХСа, в основе которой была положена флотация

фосфата из измельченной до крупности -0,18 мм и обесшламленной по классу 0,040 мм исходной руды с получением из нее фосконцентрата вышеуказанного качества при извлечении P_2O_5 в концентрат на уровне 70-80%. В Советский период времени, т.е. при плановой экономике, когда показатели переработки фосфорсодержащих ГОКов рассчитывались средними по отрасли, Кингисеппский ГОК считался рентабельным. При переходе страны на рыночную экономику, производимая в начале 2000-х годов на Кингисеппском ГОКе фосфорсодержащая продукция вышеуказанного качества при цене на нее на тот период времени была убыточной, в связи с чем, производство фосконцентрата на этом предприятии было прекращено, а сам ГОК был полностью ликвидирован.

В результате в настоящее время производство минеральных удобрений в нашей стране базируется, как указывалось выше только на богатых апатитовых рудах Кольского полуострова. Однако, учитывая ограниченность запасов последних, необходимо для обеспечения продовольственной безопасности страны освоение и прибалтийских ракушечных фосфоритов, и в первую очередь, Кингисеппского месторождения. Для этого требуется создание принципиально новых экономически целесообразных и экологически чистых технологий добычи и переработки таких руд, которые обеспечивали бы, во-первых, получение высококачественных фосконцентратов, при максимально возможном извлечении полезного компонента и при минимально возможной себестоимости конечного продукта, и во-вторых, комплексное использование сырья. В этом аспекте Институтом комплексного использования минерального сырья и отходов («НТЦ «ИКИМСО») разработана принципиально новая флотационная технология обогащения таких руд с применением для флотации фосфата реагентов многофункционального действия. Применение таких реагентов в собирательной смеси, используемой ранее на Кингисеппской обогатительной фабрике, позволяют получать из руды, содержащей 6-7% P_2O_5 фосконцентрат, содержащий от 30 до 34% P_2O_5 , при извлечении P_2O_5 в концентрат свыше 80%. Один из таких реагентов, типа ОКР, был испытан на пробах измельченной мокрым способом руды и крупнозернистого фабричного концентрата. Эти исследования показали, что в случае подачи во флотационный процесс совместно с фабричной собирательной смесью, модифицированного полисахарида, т.е. реагента ОКР, в количестве от 5 до 50 г/т, был получен фосконцентрат, содержащий от 31 до 34% P_2O_5 , при извлечении свыше 80%. Кроме того, эти опыты показали, что, во-первых, такие результаты были получены также при флотации фосфата из необесшламленной пульпы, а

во-вторых, при использовании ОКР более, чем в 2 раза снижается расход аполярного реагента (керосина) в собирательной смеси. Этот реагент с положительными результатами был испытан ранее в ЦЗЛ ОАО «Фосфорит». В настоящее время в ООО «НТЦ «ИКИМСО» имеются и более эффективные реагенты многофункционального действия, которые успешно проверены, как на апатитовых, так и на различных фосфоритовых рудах.

В связи с вышеизложенным, считаем, что на основании результатов выполненных исследо-

ваний ООО «НТЦ «ИКИМСО» существует реальная перспектива создания высокоэффективных малоотходных производств на базе желваковых и ракушечных фосфоритов вышеуказанных месторождений. Осуществление этих проектов будет способствовать реализации программы развития сельского хозяйства центральных регионов России путем его химизации, повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, а, следовательно, и решение проблемы обеспечения населения страны продуктами питания. 

Литература

1. Филько А.С. и др. «Фосфатные руды России» Минеральные ресурсы России, - М. 1994, - №5 – с. 18-25
2. Киперман Ю.В., Филько А.С. «Фосфатное сырье: Перспективы удовлетворения народно-хозяйственной потребности» Горный вестник АГН, Специальный выпуск '96 проблемы фосфатной геологии. – М. 1995. – с. 50-53
3. Файзулин Р.М. и др. «Диагностика фосфатно-сырьевой базы Российской Федерации. Возможность ее освоения и развитие в рыночных условиях» Сборник материалов Всероссийского симпозиума «Проблемы фосфатного сырья» (секция литологии фосфатных формаций РАН) – Люберцы. 1996. – с. 11-19
4. Тимченко А.И. «Ресурсы горно-химического сырья и продовольственная безопасность России – возможность ее освоения и развития в рыночных условиях» Сборник материалов Всероссийского симпозиума «Проблемы фосфатного сырья» (секция литологии фосфатных формаций РАН) – Люберцы. 1996. – с. 8-11
5. Соколов А.С. «Классификация и закономерности размещения месторождений фосфоритов» 27-й международный геологический конгресс «Неметаллические полезные ископаемые» Т. 15. – М. Недра. 1984 – с. 48-58
6. Государственный баланс Запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 01.01.2011 №43. – фосфоритовые руды. – М: МПРИЗ.2011. – 79 с.
7. Дербунович Н.Н. «Термофосфаты (опыт разработки, комплексное использование сырья, обогащение охрана окружающей среды, агрохимия): учебное пособие. – М: РАЕН, Горно-металлургическая секция 2005. – с. 22-36
8. Ратобильская Л.Д. и др. «Обогащение фосфатных руд»: учебное пособие. – М. Недра 1979. – 260 с.
9. Ангелов А.И. и др. «Фосфатное сырье» - М. Недра 2000
10. Классен П.В., Завертеева Т.И. «Исследование технологии фосфатных удобрений с использованием сырья различных месторождений» Труды НИИУИФ – 85 лет. – М. 2004
11. Ангелов А.И. и др. «Перспективы вовлечения низкосортного фосфатного сырья в производство удобрений» Труды НИИУИФ – 85 лет. – М. 2004
12. Классен П.В. и др. «Изучение возможности использования отечественных фосфоритов на примере Егорьевских для получения экстракционной фосфорной кислоты и фосфорсодержащих удобрений» Химическая промышленность сегодня №2 – М. 2010 – с. 26-31
13. Левин Б.В. и др. «Актуальность и практические шаги по вовлечению низкосортного фосфатного сырья в переработку на сложные удобрения» Химическая промышленность сегодня №11 – М. 2006 – с. 11-18
14. Смирнов Ю.М. и др. «О получении фосфатного сырья для производства сложных удобрений и желваковых фосфоритов Егорьевского и Верхне-Камского месторождений» Химическая промышленность сегодня №1 – М. 2011 – с. 18-25
15. Ладыгина Г.В. и Лыгач А.В. «Разработка технологии труднообогащаемых желваковых фосфоритов» Материалы международной научно-практической конференции. – М. НИИУИФ. 2015 – с. 123-127
16. Лыгач А.В. и др. «Флотационное обогащение бедных желваковых руд» Материалы международной конференции «Ресурсосбережения и охрана окружающей среды при обогащении и переработке минерального сырья» (Сборник трудов конференции) С.-П. 2016 – с. 529-532
17. Лыгач А.В. «Разработка технологии комплексного обогащения желваковых фосфоритов с использованием реагентов многофункционального действия» диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – М. 2019

UDC 622.7

V.N. Lygach, Cand. Sc. (Tech.), Member of Russian Academy of Natural Sciences; Director General, NTC IKIMSO LLC, victor-gog6@yandex.ru
A.V. Lygach, Cand. Sc. (Tech.), Senior Research Fellow, NTC IKIMSO LLC, victor-gog6@yandex.ru

RUSSIAN PHOSPHATE-BEARING RAW MATERIAL BASE AND ITS ROLE IN SOLVING THE PROBLEM OF FOOD, AND THEREFORE THE COUNTRY'S FOOD SECURITY

Abstract: The role of phosphorus, and, consequently, phosphorus-containing mineral fertilizers, is shown to increase the yield of agricultural products and improve its quality. The lack of phosphorus in soils contributes to their degradation, the disappearance of the humus layer, and, consequently, the low yield of such soils. The main source for obtaining the above fertilizers are phosphorus-containing ores, the reserves of which in the Russian Federation are sufficient to meet the needs of the country. Phosphate raw materials in Russia are represented in addition to the scarce apatite ores of the Kola Peninsula by poor hard-to-enrich phosphorites, which require technologies for obtaining concentrates from them suitable for chemical processing into phosphoric acid and concentrated phosphorus-containing water-soluble fertilizers. Such ores in the Russian Federation mainly include nodular and shell phosphorites, on the basis of which, due to the shortage of apatite ores, it is advisable to create appropriate GOKs. To do this, it is necessary: for jelly ores – to develop an effective technology for deep enrichment of jelly phosphorites, ensuring the production of phosphorite concentrate containing more than 28.0% P₂O₅ and phosphorite flour containing more than 19% P₂O₅, as well as glauconite concentrate containing 5-6% K₂O and various quartz products; for shell phosphorites – an improved technology for their enrichment with the preparation of the concentrate, it contains more than 30% P₂O₅, dolomite gravel and flour, phosphordolomite fertilizer and quartz products for various purposes.

Keywords: phosphorus, phosphorus-containing ores, mineral fertilizers, soil fertility, agricultural productivity, apatite ores, phosphorite ores of the Kola Peninsula, shell phosphorites, nodular phosphorites, Baltic shell ores, Kingisepskoye deposit.



Зубков М.Ю.
кандидат геолого-минералогических наук,
ООО «Западно Сибирский Геологический Центр»
ZubkovMYu@mail.ru

ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКОЕ И ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЗОН ДЛЯ РАЗВЕДКИ И ВЫБОРЕ СПОСОБОВ РАЗРАБОТКИ

На примере простейших тектонических структур, выделенных по данным сейсморазведки выполнено тектонофизическое моделирование их формирования двумя методами: оптико-поляризационным и тектоно-седиментационным, причем последний метод представлен двумя вариантами – двумерным и трехмерным. На основе проведенного тектонофизического моделирования установлен механизм формирования зон разуплотнения (просадки) осадков, где возникает дополнительная вторичная пористость в гранулярных коллекторах, а первоначально монолитные кремнистые и карбонатные пласты приобретают трещинную и трещинно-каверновую вторичную емкость. Установлены участки, в которых происходит всестороннее сжатие пород-коллекторов, и они в значительной степени теряют первичную пористость. Рассмотрен принцип работы тектонического «насоса», получены зависимости между размерами и формой поднятий, с одной стороны, и плотностью и раскрытостью трещин, величиной трещинной «пористости», формирующихся над ними, а также латеральными размерами зон тектоногенной трещиноватости, с другой. Трёхмерное тектоно-седиментационное моделирование дало возможность помимо получения зависимостей между теми же параметрами, что и при двумерном седиментационном моделировании, установить связь гидрографии земной поверхности моделируемой площади и зон разуплотнения, вышедших на поверхность моделей на этом же участке, что, в свою очередь, может служить поисковым признаком при разведке высокопродуктивных зон в породах-коллекторах, содержащих углеводородные залежи, присутствующих в пределах таких участков. Полученные в процессе экспериментального моделирования зависимости между морфологией и размерами антиклинальных структур и зонами вторичной (тектоногенной) трещиноватости используются при построении прогнозных схем с зонами разуплотнения, в которых формируются участки, характеризующиеся повышенной продуктивностью различных категорий, для чего в качестве исходных данных используются результаты сейсморазведочных работ. Успешность выполняемых на основе тектонофизического моделирования прогнозов варьирует от 66 до 100%, что зависит от качества исходной геолого-геофизической информации. Приведен пример оборудования и способа его использования с целью определения направления «главного стресса» на полноразмерных образцах керна и его привязки к сторонам света с помощью палеомагнитного метода. Уточнён смысл понятия «главный стресс». В статье освещены природные и геотехнологические условия одного из крупнейших и богатейших Юбилейного месторождения алмазов (Западная Якутия). И те и другие условия относятся к категории экстремальных, что значительно усложняет освоение. Показаны история отработки и ближайшие перспективы объекта.

Ключевые слова: Бажено-абалакский комплекс, сейсмические разрезы, тектонофизическое моделирование, оптико-поляризационный и тектоно-седиментационный методы, зоны разуплотнения и сжатия, направление «главного стресса», палеомагнитный метод.

В настоящее время большинство старых месторождений углеводородов (УВ) находятся на завершающей стадии разработки, поэтому нефтяным и газовым компаниям приходится вести разведку и последующую разработку сложных объектов с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС), запасы в которых часто относятся к категории трудно извлекаемых (ТРИЗы). К таким объектам, в частности, относятся отложения баженовской свиты и её аналогов, а также ачимовская толща. Поэтому остро стоит проблема поисков в таких отложениях участков с достаточно высокими ФЕС. Кроме того, существует необходимость выбора способов разработки этих сложных в геологическом отношении объектов.

Накопленная к настоящему времени геолого-промысловая и геофизическая информация свидетельствует о неравномерном распределении напряжений, существующих в осадочном чехле, что приводит к возникновению зон сжатия и растяжения (разуплотнения). Если напряжения, возникающие в чехле, превышают предел прочности пород, входящих в его состав, то происходит формирование вторичной (тектонической) трещиноватости. В зависимости от величины напряжений она проявляется либо в виде мелких трещин, имеющих ту или иную протяженность и раскрытость без смещения разделенных трещинами участков относительно друг друга, или же образуются крупные разрывы, разбивающие осадочную толщу на блоки, которые имеют большую или меньшую амплитуду смещения относительно друг друга. В результате этого в пределах месторождения возникают участки, имеющие различные по абсолютной высоте ВНК, а в продуктивных пластах формируются зоны с резко неоднородными ФЕС, обусловленные возникновением вторичной (тектонической) трещиноватости.

Анализ успешности осуществления гидроразрывов продуктивных пластов (ГРП) в пределах различных месторождений, а также величины кратности повышения дебитов после их проведения показывает, что оба эти параметра изменяются в очень больших пределах, что трудно объяснить только возникновением трещин гидроразрыва и преодолением скин-эффекта. Отмеченные несоответствия также могут быть связаны с присутствием в осадочном чехле природной (тектонической) трещиноватости.

Таким образом, прогноз геодинамического состояния осадочного чехла имеет важное практическое значение, так как позволяет повысить достоверность геологических и гидродинамических моделей конкретных поисковых или разрабатываемых участков с целью размещения

разведочных и/или эксплуатационных скважин, а также при выборе методов повышения нефтеотдачи, например, с использованием ГРП.

Для решения этих задач предлагается использовать комплексирование данных сейсморазведки с выполненным на их основе тектонофизическим моделированием, а также результаты определения направления «главного стресса» на полноразмерном керне с последующей привязкой его к сторонам света палеомагнитным методом.

Аппаратура и методы исследований

В качестве основы для тектонофизического моделирования выбирались главные разновидности тектонических структур, встреченные в осадочном чехле Западно-Сибирского мегабассейна, для чего использовались результаты сейсморазведочных работ. С этой целью использовались структурные карты, построенные по главным отражающим горизонтам и сейсмические разрезы.

На основе сейсмических разрезов осуществлялось двумерное моделирование образования разнообразных антиклинальных структур. С целью трёхмерного тектонофизического моделирования использовались объёмные модели антиклинальных структур, которые строились на основе структурных карт по отражающему горизонту А (кровельная часть фундамента).

При проведении тектонофизического моделирования в качестве основного признака подобия между моделью и природным объектом считалось их геометрическое сходство друг с другом [1-7].

Тектонофизическое моделирование осуществлялось двумя способами оптико-поляризационным (далее для краткости просто «оптическим») и тектоно-седиментационным (также для краткости далее по тексту просто «седиментационным»). Причем седиментационное моделирование проводилось двумя способами двумерным и трехмерным.

Оптический метод исследования напряжений основан на явлении двулучепреломления в прозрачных аморфных оптически активных материалах, таких как желатин, эпоксидные смолы или оргстекло), подвергнутых деформации. В результате деформации изменение двойного лучепреломления в оптически активных материалах находится в прямой зависимости от величины напряжений, которые формируются в деформируемом теле [1-8].

При оптическом моделировании эквивалентным материалом служили 12-18% водно-глицериновые растворы желатина, моделирующие упруго-хрупкие и упругие тела.

На основе съёмки изохром и изоклин осуществлялось построение траекторий нормальных

и касательных напряжений, возникающих в под-
вергшейся деформации модели в результате фор-
мирующегося в ней двулучепреломления [1-11].

Изохроматические полосы отвечают равным
значениям разности показателей преломления
($n_1 - n_3$), и, соответственно, равным значениям
разности главных нормальных напряжений σ_1
и σ_3 , что равно половине максимального касател-
ельного напряжения τ_{max} . Картины изохром
позволяют получить представление о характере
распределения напряжений в испытуемой мо-
дели, их относительной величине, которая соот-
ветствует номеру полосы по всему полю, а также
о положении зон концентрации напряжений (по
плотности полос) и расположении изотропных
точек, где $\sigma_1 = \sigma_3$, а $\tau_{max} = 0$ [6].

Оптический метод применяется для уста-
новления участков с повышенными значениями
касательных напряжений τ_{max} и прогноза в их
пределах разрывных нарушений (трещин), со-
впадающих по направлению с траекториями
нормальных и касательных напряжений, постро-
енных по карте изоклин оптического поля [1-11].

Поскольку прогноз разновидности разрыв-
ного нарушения – отрыва, скола или сдвига
связан с необходимостью нахождения предель-
ных значений разрушающих напряжений в мо-
делируемых объектах, то на диаграммах на-
носятся оба возможных их вида (нормальные
и касательные). Формирование того или иного
типа напряжений обусловлено определенной
тектонической обстановкой: при односторон-
нем сжатии возможны сколы и/или отрывы, а
в зонах растяжения – только отрывы. Там, где
происходят сдвиги возможно формирование
сколов и отрывов.

Седиментационный метод представлен
двумя разновидностями.

Первая разновидность – **двумерное** sedi-
ментационное моделирование.

Прежде чем начинать строить двумерные
седиментационные модели, анализировались
масштабные характеристики моделируемых
тектонических структур, а также определялись
мощности всех юрских и меловых осадков, мо-
делируемых с помощью этого метода.

Двумерное моделирование проводилось в
камерах с линейными размерами 50x30x10 см.
В нижней части камеры помещались подвижные
блоки, с помощью которых моделировался рост
поднятий заданной формы [2-7].

Модели изготавливались из двух основ-
ных типов осадков: прочных (компетентных),
имитирующих карбонатные, кремнистые по-
роды, песчаники и алевролиты с карбонатным
цементом, а также некомпетентных (пластич-
ных), имитирующих песчано-алевритовые и

глинистые пласты. Первые изготавливались из
цемента, а вторые – из песчано-алевритового и
глинистого материала [2-7].

Вторая разновидность – **трёхмерное** sedi-
ментационное моделирование.

В отличие от двумерного седиментационного
моделирования, которое позволяет имитировать
только отдельные плоские вертикальные фраг-
менты рассматриваемой территории по анало-
гии с сейсмическими разрезами, трёхмерные
седиментационные модели позволяют получать
более полную информацию о плотности трещин,
формирующихся вследствие роста одного или
нескольких антиклинальных блоков в пределах
выбранной площади по её высоте [2-7]. С этой
целью используются данные о структуре поверх-
ности выбранного антиклинального участка, по
отражающему горизонту «А», по которому из-
готавливаются объёмные модели интересующих
поднятий. В трёхмерную седиментационную мо-
дель, также, как и в двумерную, закладываются
тонкие (толщиной 2-4 мм) компетентные (це-
ментные) слои с целью последующего опреде-
ления ориентации и плотности трещин, которые
образуются в них вследствие их деформации
воздымающимися трёхмерными антиклиналь-
ными блоками [2-7].

После окончания экспериментов оба типа
седиментационных моделей подвергаются по-
слойной разборке с целью изучения характера
распределения трещин в каждом из компетент-
ных слоёв, их ориентации в пространстве, про-
тяженности, плотности, а также их величины
раскрытости [2-7].

Отметим также очень важное для тектоно-
физического моделирования обстоятельство,
что все исследованные нами структуры имели
постседиментационный, то есть очень моло-
дой (вероятнее всего кайнозойский) возраст.
Этот факт подтверждается тем, что все анти-
клинальные структуры, установленные на сейс-
мических разрезах, прослеживаются до самых
верхних горизонтов, входящих в состав оса-
дочного чехла Западно-Сибирского осадочного
бассейна, а зоны разуплотнения, возникающие
над вершинами поднятий, часто проявляются
на дневной поверхности, о чём более подробно
будет сказано позднее.

Определение направления «главного стрес-
са» осуществлялось следующим образом.

Деформации, возникающие в образце в ре-
зультате его одноосного сжатия, определялись
измерителями линейных перемещений (ЛИР
19), которые распределялись по диаметру пол-
норазмерного образца через 30° друг от друга
(рис. 1). Предварительно на его торце обяза-
тельно проводилась «нулевая» линия, чтобы после

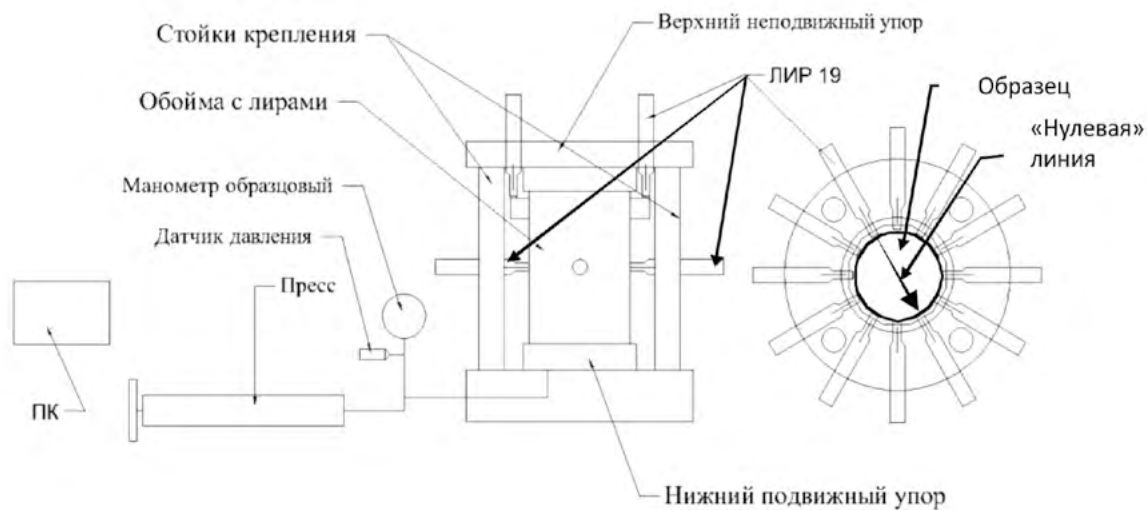


Рис. 1. Схема установки для определения направления «главного стресса» (по [12])

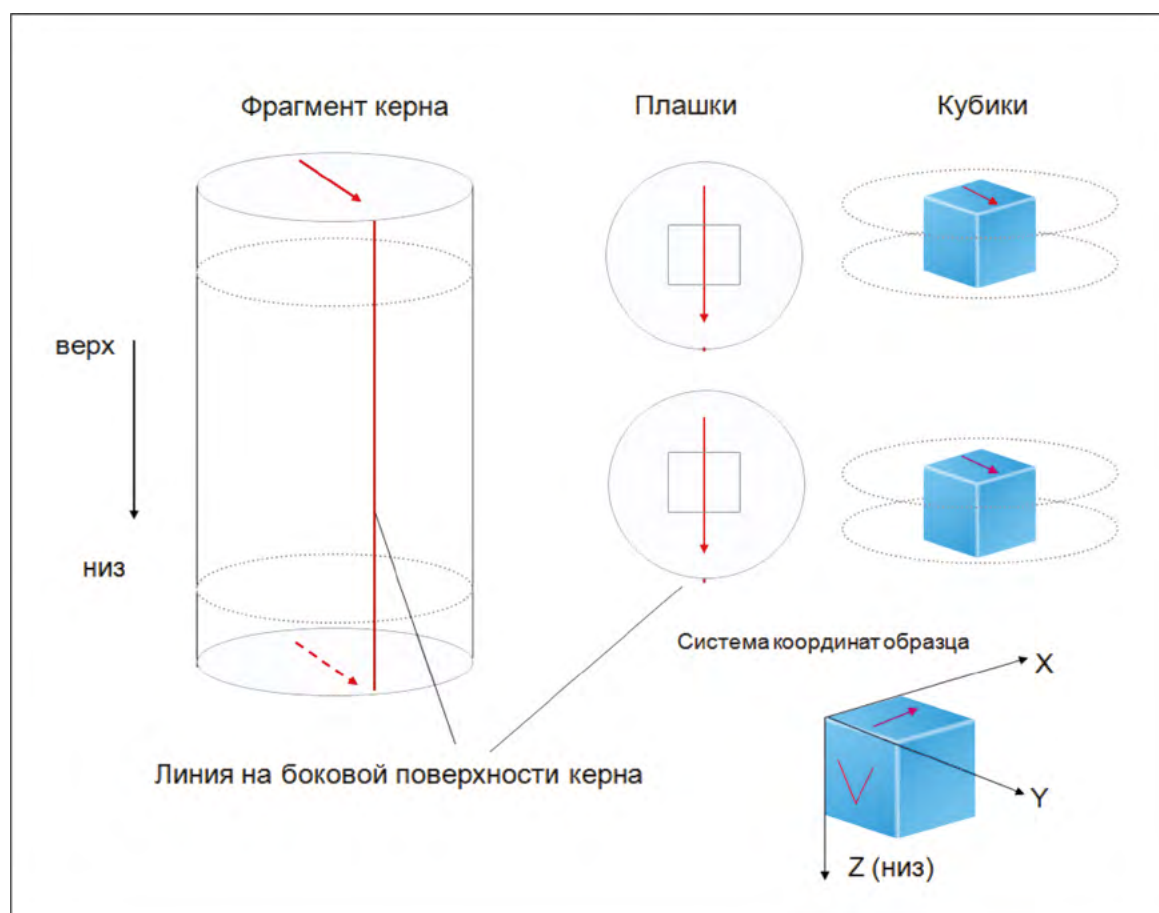


Рис. 2. Последовательность маркировки полноразмерных образцов керна с целью их привязки к сторонам света палеомагнитным методом ([по 12])

завершения измерений по ней можно было сориентировать полученное направление «главного стресса» по сторонам света с помощью палеомагнитного метода [12].

Помимо определения величины деформации образца, происходящей в результате постепенного роста одноосной нагрузки, в тех же направлениях устанавливались скорости распространения продольных волн (V_p). По полученным данным определялись направления, в которых наблюдались максимальные значения деформаций и скоростей (V_p). Нагружение образцов в процессе проведения исследований с целью определения величины их деформации при одноосном сжатии производилось с шагом в 0.5 МПа. При определении значений V_p шаг увеличения одноосного давления составлял 1.5 МПа. Нагружение образцов заканчивалось при давлении 7.5 МПа, поскольку при более высоких давлениях существует высокая степень вероятности, что образцы могут деформироваться и даже разрушиться [12].

После завершения измерений деформационных и акустических свойств полноразмерных образцов из них изготавливаются «плашки» вы-

сотой 2 см, которые отрезались от верхней и нижней частей каждого из исследованных образцов. Затем из них изготавливались кубики с таким же ребром, равным 2 см (рис. 2). Для того, чтобы не запутаться, сначала на плашках, а затем и на кубиках наносились стрелки, которые указывали на нарисованную ранее на торце полноразмерного образца вертикальную («нулевую») линию (рис. 2). Чтобы не перевернуть кубик «вверх ногами», на одной из его граней наносится знак V, указывающий направление «низ» по оси Z (см. рис. 2).

У образцов измерялись следующие их скалярные магнитные характеристики: k - объемная магнитная восприимчивость; NRM - величина естественной остаточной намагниченности и рассчитывался фактор Q (он же фактор Кегигсбергера), равный отношению остаточной намагниченности к наведённой [13]. Процедура ориентирования керна состояла в определении направления вязкой намагниченности образца, в предположении, что она показывает направление современного магнитного поля в месте бурения [13].

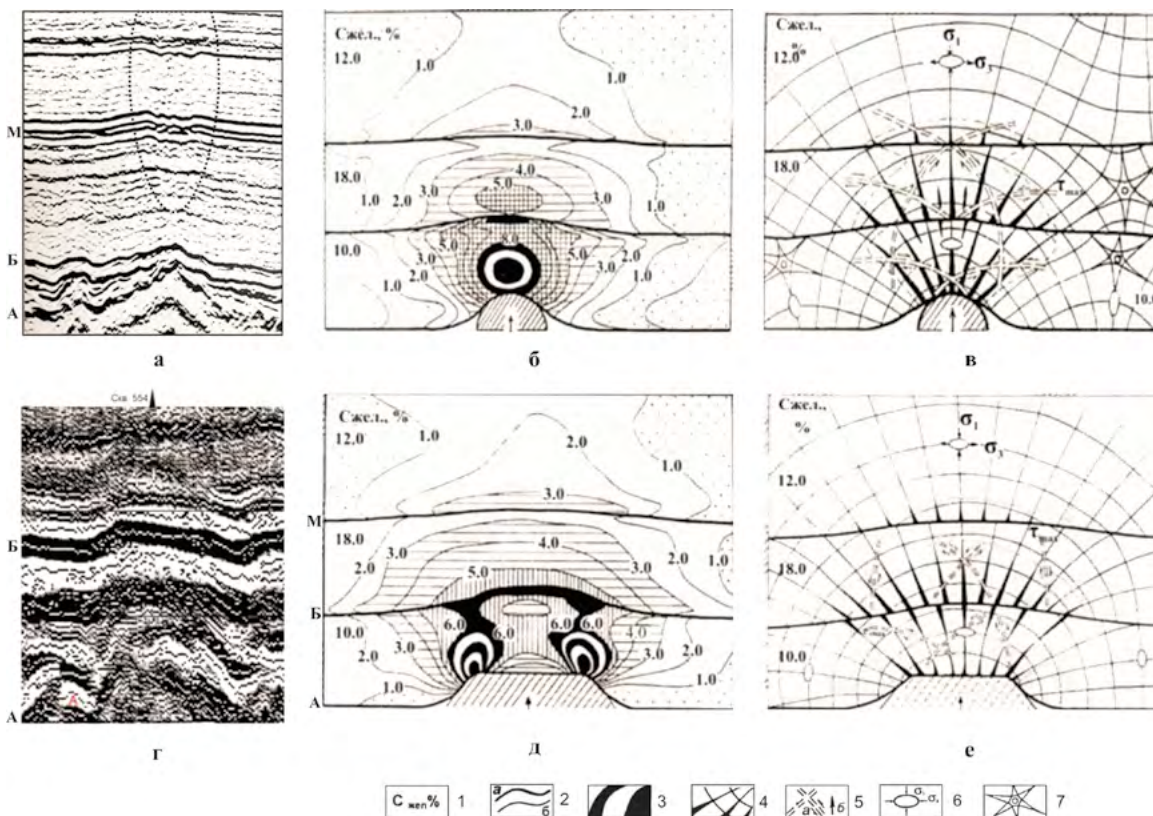


Рис. 3. Примеры базовых сейсмопрофилей (а, г) и расшифровка построенных на их основе оптико-поляризационных моделей (б, в, д, е); а - Пальняновская площадь, г - Салымское месторождение. Условные обозначения: 1 - концентрация желатина; 2 - границы между желатиновыми слоями, б - изохромы (уровни касательных напряжений); 3 - максимальные значения изохром (более 8); 4 - траектории нормальных напряжений (σ_1), их уширения - прогнозируемые трещины; 5: а - траектории касательных напряжений (τ_{max}), б - направление движения антиклинальных блоков; 6 - эллипсоид деформации; 7 - изотропная точка (по [6] с изменениями)

Определение вязкой намагниченности (VRM) осуществлялось по результатам полного ступенчатого размагничивание образца на основе диаграмм Зийдервельда (совмещение на одном рисунке двух ортогональных проекций траектории движения конца вектора остаточной намагниченности в процессе ее разрушения) [14]. Оптимальный интервал выделения вязкой намагниченности определялся экспериментальным путем и для выбранного в качестве примера образца он определялся в интервале температур от 80 до 200°C, что согласуется с теоретическими расчетами [15]. Направление оси X из вертикальной системы координат в географическую систему координат осуществляется по направлению вязкой намагниченности с учетом местного магнитного склонения (*Dz*), рассчитанного с помощью онлайн калькулятора с сайта Geomagnetism для географического положения изучаемой скважины. При расчётах учитывается также величина местного магнитного склонения [12].

Результаты исследований

Рассмотрим результаты оптического моделирования на примерах двух простейших антиклинальных структур, встречаемых на сейсмических разрезах различных месторождений и площадей Западной Сибири (*рис. 3*).

В моделях условно выделены три слоя. Нижний слой имитирует юрские отложения (интервал от кровли фундамента (А) – до кровли баженовской свиты (Б), средний (интервал Б-М) – это преимущественно неокомские осадки, а верхний (выше М) – более молодые меловые отложения [6].

Первая оптическая модель позволяет изучить распределение напряжений и осуществить прогноз тектонической трещиноватости в осадках, возникающих в результате роста симметричного поднятия, напоминающего своеобразный «подземный вулкан» (*рис. 3а*). Забегая вперед, обратим внимание на то, что над вершиной высокоамплитудного симметричного поднятия, присутствующего на сейсмическом разрезе, изображенном на этом рисунке, на некотором расстоянии от его вершины образовалась зона разуплотнения или просадки (см. *рис. 3а*).

Вследствие роста симметричного поднятия в желатиновой модели возникают напряжения, уровню которых соответствуют изохромы различных порядков. Чем выше порядок изохром, тем значительнее напряжения, существующие в этом участке, и тем больше вероятность возникновения в этих участках трещинных дислокаций (*рис. 3б, в*).

Чтобы определить наиболее вероятную ориентацию трещин, которые могут возникнуть в

участках с повышенными значениями напряжений, используются направления изоклин, присутствующих в оптических моделях. Полученные результаты свидетельствуют о том, что максимальная концентрация напряжений и, соответственно, максимальная трещиноватость будет наблюдаться непосредственно над вершиной антиклинальной структуры, причём трещины будут иметь субвертикальную ориентацию (см. *рис. 3в*). Зона дробления будет увеличивать латеральные размеры по направлению вверх, достигая максимальной ширины на границе нижнего («юрского») и среднего («неокомского») желатиновых слоёв в интервале залегания «баженовской свиты», а затем она вновь начинает уменьшаться в латеральных размерах, полностью исчезая немного выше границы между средним и верхним (верхнемеловым) слоями (см. *рис. 3в*).

По мере роста поднятия сначала возникают трещины в области сжатия, образующейся непосредственно над его вершиной. Позднее в результате продолжающегося его роста постепенно на некотором удалении (на границе нижнего (юрского) и среднего (неокомского) слоёв, а также в самом («неокомском» слое) возникает зона растяжения, которая также характеризуется повышенными значениями касательных напряжений и в которой также возникают условия для образования субвертикальных трещин отрыва. Постепенно по мере роста этого поднятия трещины, сформировавшиеся в нижней зоне сжатия, поднимаются вверх, а трещины отрыва, образовавшиеся в зоне растяжения, расположенной в верхних слоях, устремляются вниз и в некоторый момент обе зоны дробления могут соединиться, образовав единую высокопроницаемую субвертикальную зону по которой становится возможной эффективная миграция флюидов снизу-вверх или в обратном направлении в зависимости от направления градиентов пластовых давлений между нижними и верхними породами-коллекторами или нефтематеринскими толщами и породами-коллекторами [6].

Распределение напряжений, возникающих в результате вздымания трапециевидного поднятия заметным образом, отличается от рассмотренного выше, сформировавшегося над симметричным поднятием (*рис. 3д*). Так, если в модели с симметричным поднятием первый участок максимальных концентраций напряжений (в зоне сжатия) формируется непосредственно над вершиной этого поднятия, а второй на некотором удалении от него (зона разуплотнения), то в рассматриваемой модели с трапециевидным поднятием участки с максимальными напряжениями или зонами сжатия сформировались над его крыльями, а в непосредственной близости

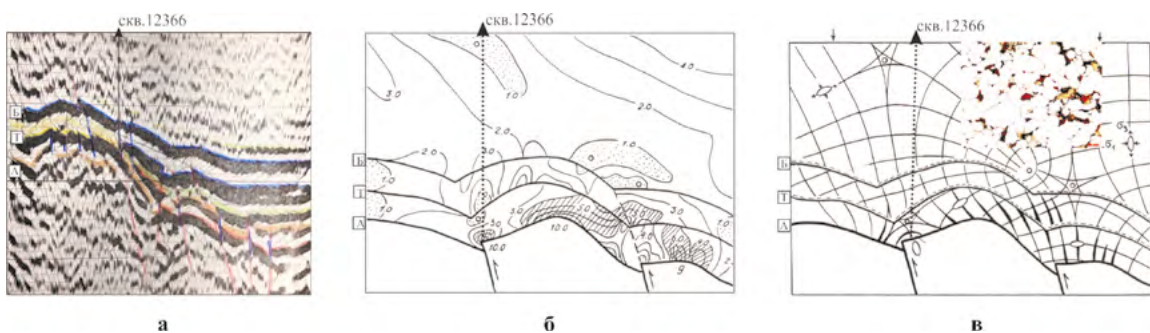


Рис. 4. Фрагмент сейсмического разреза Пальяновской площади с расположенной на нём скв. 12366 (а) и результатами интерпретации оптико-поляризационной модели, построенной на его основе (б, в); на врезке (в) приведена фотография шлифа кварцевого песчаника, отобранного из интервала тюменской свиты, вскрытой этой скважиной. Отражающие горизонты: А – кровля фундамента, Т – кровля тюменской и Б – баженовской свит; (условные обозначения см. на рис. 3), стрелками показаны направления движения антиклинальных блоков (по [6])

от его плоской вершины присутствует участок с низкими значениями напряжений (см. *рис. 3д*). Вторым участком повышенных напряжений (зона растяжения) в этой модели возник также на некотором удалении от её вершины, причём он имеет гораздо большую латеральную протяженность, чем таковая, сформировавшаяся над первой (симметричной) моделью (см. *рис. 3б, д*). Высокопроницаемые трещинные зоны с субвертикальной ориентацией в этой модели прогнозируются на краях этого поднятия, а в центральной части над его плоской вершиной вполне могут сохраниться нераздробленные участки (см. *рис. 3д, е*). Поэтому интенсивная вертикальная миграция флюидов в этом случае возможна лишь на бортах трапецевидного поднятия, а не в его центральной части [6].

Обратим внимание на тот немаловажный факт, что высокодебитная скважина 554Э, пробуренная на Салымском месторождении, имевшая начальный дебит газоконденсата 350 м³/сут, попала именно в такую же, рассмотренную ранее, структурно-тектоническую ситуацию. Её «виртуальный» ствол находится как раз в субгоризонтальной протяженной зоне дробления, приуроченной к границе нижнего («юрского») и среднего («неокомского») слоёв оптической модели, имитирующих зону распространения верхнеюрских отложений, представленных бажено-абалакским комплексом (БАК) (см. *рис. 3г-е*).

В обеих рассмотренных ранее моделях прогнозируемые трещины ориентированы субвертикально по отношению к вершинам поднятий, а на их крыльях и вниз к основанию поднятия, они начинают наклоняться и принимать всё более пологое (вплоть до субгоризонтального) положение (см. *рис. 3в, е*).

В качестве примера более сложной оптической модели рассмотрим таковую с надвигово-взбросовыми дислокациями, имитирующими структурно-тектоническую ситуацию, в которой

находится скв. 12366, пробуренная в пределах Пальяновской площади (*рис. 4а*).

Анализ результатов оптического моделирования показал, что зоны, где происходит концентрация касательных напряжений, приурочены к кровельным частям надвиговых блоков и к их выдвигающимся вдоль разрывных нарушений участкам (см. *рис. 4б*). Важно обратить внимание на тот факт, что непосредственно над таким участком центрального блока сформировалась изотропная точка, вблизи которой, нормальные напряжения одинаковы во всех направлениях, а касательные напряжения практически равны нулю [6]. То есть рассматриваемый участок расположен в условиях всестороннего сжатия, поэтому в нём не образовались вторичные тектогенные трещинные дислокации (см. *рис. 4б, в*). Более того, в этом участке происходит интенсивное сжатие осадков, что приводит к резкому ухудшению их фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС). Анализ результатов сейсморазведки показал, что скв. 12366 расположена именно в таком участке, поэтому чисто кварцевый песчаник, поднятый из этой скважины из подошвенной части тюменской свиты имеет пористость всего около 5-6 %, а по внешнему виду он очень напоминает кварцит, несмотря на сравнительно небольшую глубину его залегания – всего 2350 м (см. врезку с фотографией его прозрачного петрографического шлифа на *рис. 4в*). Исходя из полученных данных можно заключить, что бурить разведочные и/или эксплуатационные скважины в рассматриваемой структурно-тектонической ситуации не следует, так как в таких участках породы-коллекторы характеризуются крайне низкими ФЕС.

Двумерные седиментационные модели также позволяют разобраться с механизмом возникновения зон просадки или разуплотнения в осадках, которые часто наблюдаются на сейсмических разрезах на некотором расстоянии от

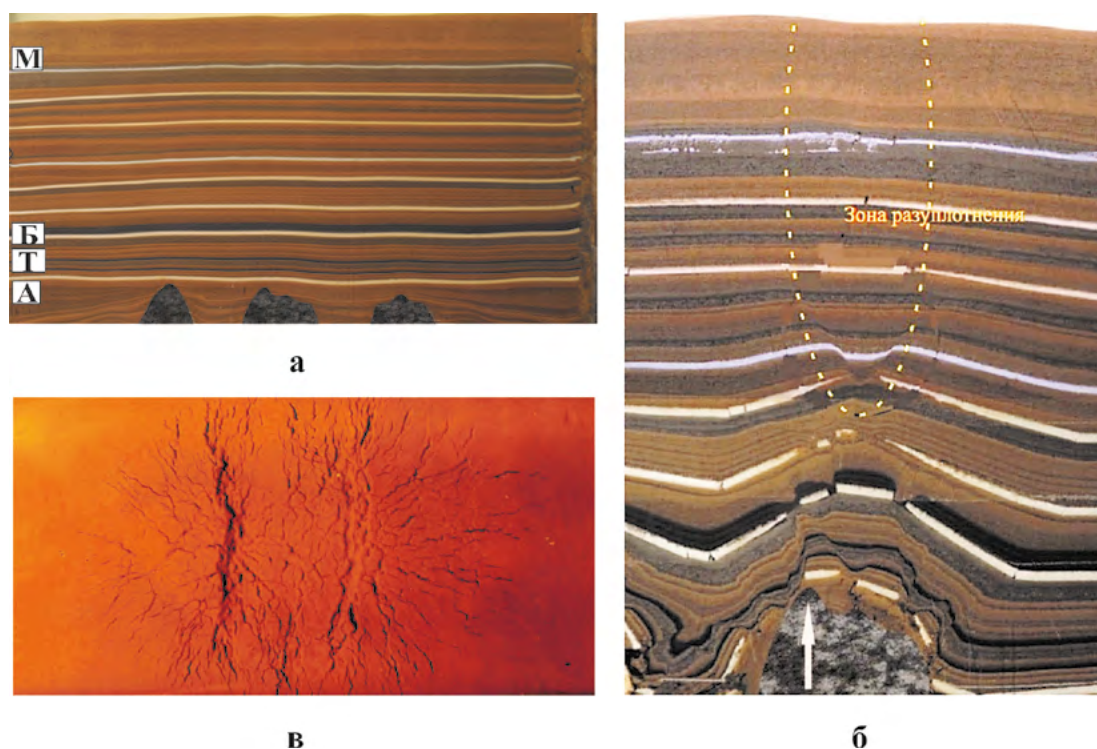


Рис. 5. Фотографии двумерной седиментационной модели в исходном состоянии (а), после роста центрального поднятия с образованием над ним зоны разуплотнения или просадки осадков (б) и вид сверху на вышедшую на поверхность модели зону разуплотнения (в) (по [6])

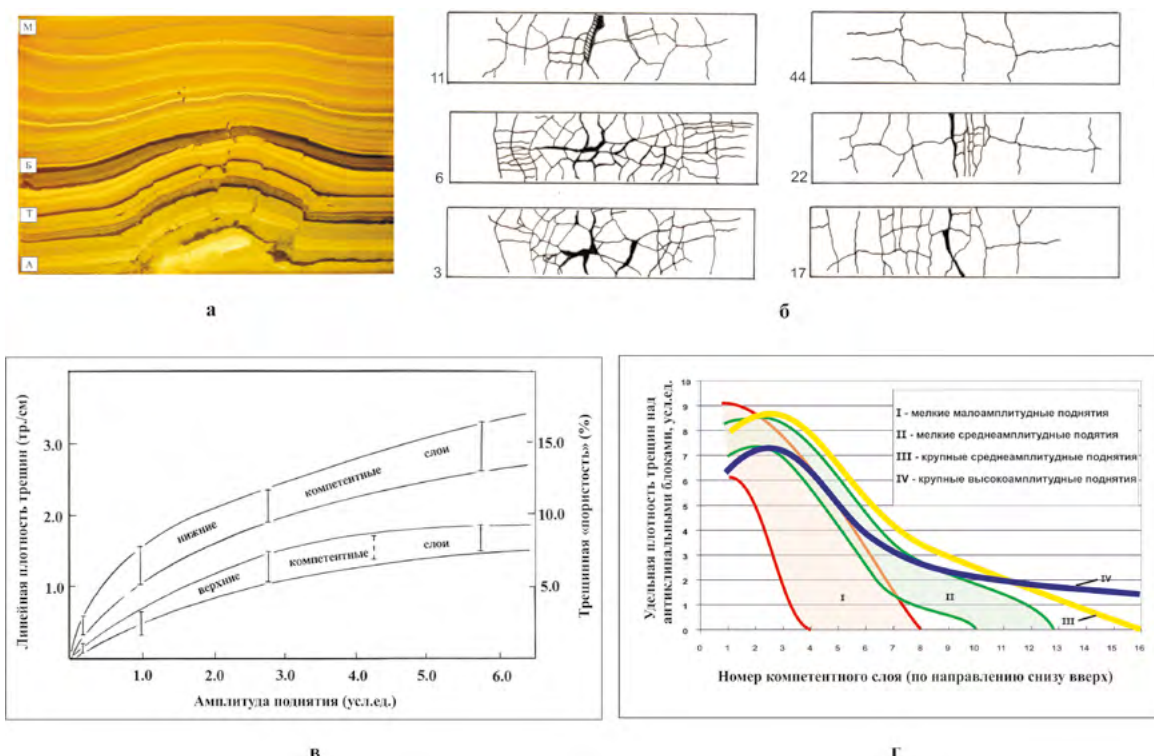


Рис. 6. Результаты препарирования компетентных слоёв двумерной седиментационной модели главного поднятия Кальчинского месторождения (а) с распределением в них разрывных дислокаций (б), зависимости линейной плотности трещин и трещинной «пористости» от амплитуды поднятия (в) и удельной плотности трещин над антиклинальными блоками в зависимости от номера компетентного слоя для поднятий различных размеров (г); цифрами обозначены номера компетентных слоёв по направлению снизу-вверх (по [6] с изменениями)

вершин поднятий, о чём уже говорилось ранее (см. *рис. 3а*). Для этого проведем сравнение исходной седиментационной модели и той же модели после завершения роста центрального поднятия (*рис. 5а, б*). На этих рисунках хорошо видно, что вследствие его роста в слоях, расположенных над ним, сформировалась зона разуплотнения в виде просадки осадков (*рис. 5б*). Зоны разуплотнения или просадки образуются следующим образом. Воздымающийся антиклинальный блок перемещает перекрывающие его осадки не только вверх, но и в стороны (в субгоризонтальном направлении). Именно поэтому на некотором расстоянии от его вершины возникает зона растяжения, которая проявляется в виде просадки осадков над его вершиной (см. *рис. 5б*). Формирование такой зоны разуплотнения или просадки было предсказано ранее при рассмотрении оптических моделей (см. *рис. 3а-в*).

В том случае, когда антиклинальный блок имеет достаточно крупные размеры и большую амплитуду, образующаяся над ним зона разуплотнения вполне может проявиться на поверхности седиментационной модели и в зависимости от его формы проявиться на ней, например, в виде грабенообразного провала с многочисленными трещинными дислокациями (*рис. 5в*). Следует обратить внимание на то, что наблюдаемый провал расположен в центре малоамплитудного поднятия, которое образовалось на поверхности модели вследствие роста антиклинального блока (см. *рис. 5б*).

На примере седиментационной модели с центральным высокоамплитудным поднятием, расположенным на Кальчинском месторождении, рассмотрим закономерности распределения трещинных дислокаций, сформировавшихся в компетентных слоях, в результате роста этого поднятия, начиная от самых нижних и заканчивая самыми верхними (*рис. 6а*). В препарированных компетентных слоях хорошо проявились главные закономерности распределения и морфологии сформировавшихся в них трещин, а также величина их раскрытости (см. *рис. 6б*). Перечислим установленные закономерности [6]:

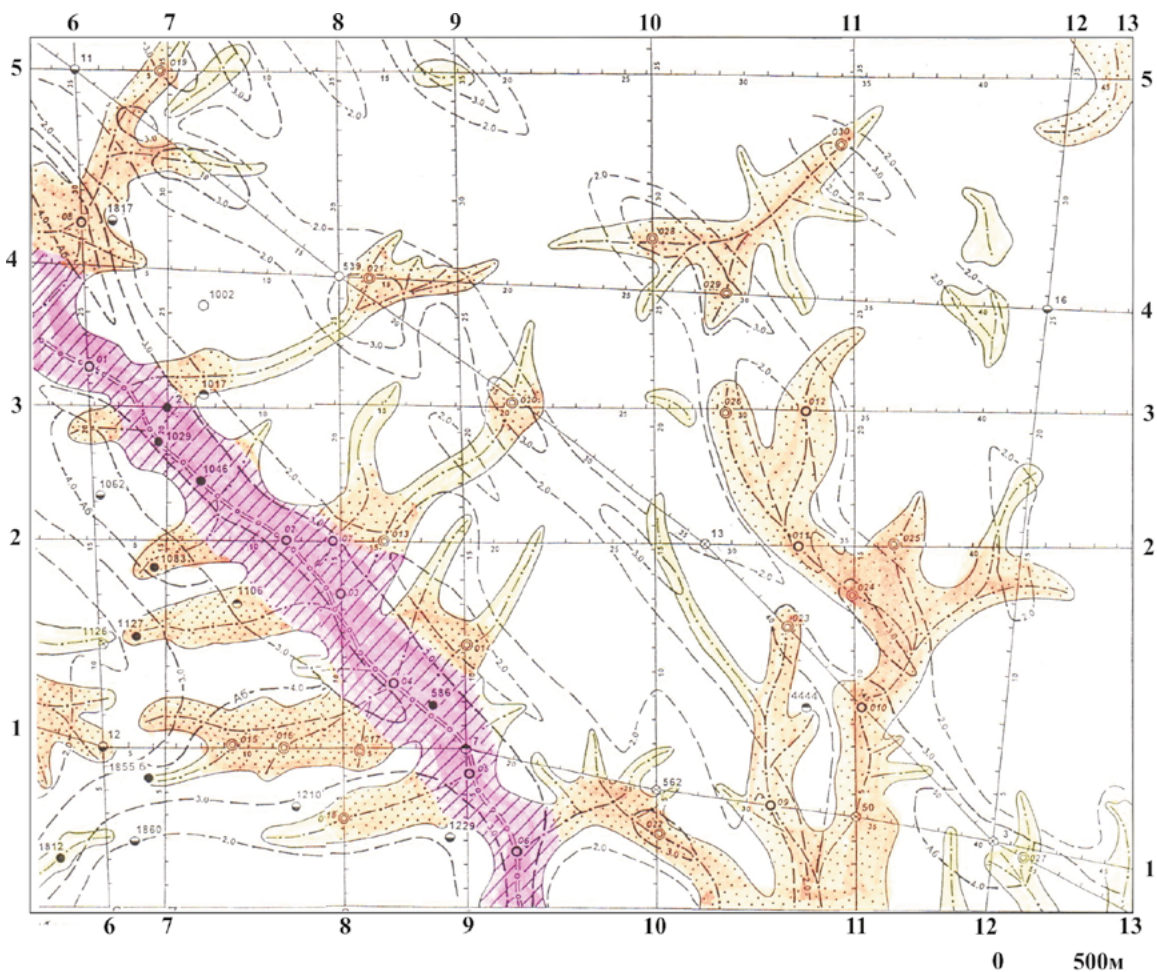
- в нижних компетентных пластах ориентация сформировавшихся трещинных дислокаций похожа на структуру «разбитой тарелки», а по направлению вверх они ориентируются ортогонально;
- плотность трещин и их раскрытость по направлению вверх уменьшаются;
- в каждом компетентном слое сформировалась своя индивидуальная система трещин, которая не повторяет таковую даже в соседних подстилающих и перекрывающих их компетентных пластах;
- только над апикальной частью поднятия наблюдается единственная тещина, которую ус-

ловно можно считать главной (с максимальной раскрытостью), которая более или менее совпадает по направлению простираения в чередующихся компетентных слоях, начиная с самых нижних и до самых верхних (см. *рис. 6б*).

Таким образом трещины, образующиеся в различных компетентных пластах, имеющих небольшую мощность, как правило, не совпадают по своему расположению и ориентации, поэтому не следует ожидать существования линейных разрывных нарушений, протягивающихся на значительные расстояния в неоднородной по составу и физико-механическим свойствам осадочной толще. Вероятнее всего, что зоны дробления и, в частности, разуплотнения, представляют собой участки, в пределах которых многочисленны, вертикально ориентированные трещинные дислокации, несмотря на их различное расположение и ориентацию в осадочной толще, тем не менее, пересекаются друг с другом, формируя взаимосвязанную систему, по которой возможно осуществление эффективной вертикальной фильтрации флюидов в направлении падения величины пластового давления. Необходимо обратить особое внимание на то, что всё вышесказанное справедливо по отношению к осадочным толщам, состоящим из маломощных компетентных слоёв, перемежающихся с пластичными, а их деформации происходят в результате роста антиклинальных блоков. В мощных прочных (компетентных) породах, таких, как, например, известняки, кремнистые сланцы и других породах со схожими прочностными свойствами, в результате воздействия на них значительных по величине тектонических напряжений вполне вероятно возникновение протяженных трещин, пересекающих все эти мощные толщи компетентных пород от их подошвы до самой кровли.

Следует также отметить, что зоны разуплотнения формируются в осадках любого типа. Однако в гранулярных типах коллекторов, представленных, например, песчаниками и алевролитами, они часто маскируются присутствующей в них первичной межзерновой пористостью и проницаемостью. Однако такие участки выделяются на фоне окружающих высокими дебитами расположенных в их пределах скважин, а керн, отобранный в таких участках, характеризуется повышенными ФЕС.

Однако существуют породы, в которых коллектора образуются лишь в результате тектоно-гидротермального воздействия на них. Именно к таким отложениям относятся баженовская и абалакская свиты, в которых коллектора являются вторичными и формируются только в результате тектонических напряжений, например, вызванных растущими поднятиями (как в рассмотренных ранее примерах). В них образу-



Условные обозначения:

Скважины: ○ - «сухие»; ◐ - малодебитные; ◑ - среднедебитные;

● - высокодебитные; ☢ - нет данных испытания; ○₀₂ ○₀₁ - проектные.

○ - оси зон максимальной трещиноватости; ● - оси зон умеренной и слабой трещиноватости;

Зоны деструкции и трещинного коллекторообразования: ◐ с высокими удельными

запасами углеводородов; ◑ со средними запасами углеводородов;

◒ с низкими удельными запасами углеводородов;

Предполагаемые (прогнозные) границы распространения трещинных коллекторов бажендовской и абалакской свитах.

◒ - по данным о частоте трещиноватости в компетентных слоях, отвечающих горизонтам Аб и Б в тектоно-седиментационных моделях;

— 2.0 — — 3.0 — — 4.0 — Аб — - границы вероятного трещинообразования по величине касательных напряжений в компетентных слоях горизонтов Аб и Б в оптических моделях.

Рис. 7.

Структурно-прогностическая схема размещения трещинных коллекторов в бажендовской и абалакской свитах восточного участка. Ем-Еговской площади (по данным сейсморазведки и тектонофизического моделирования)

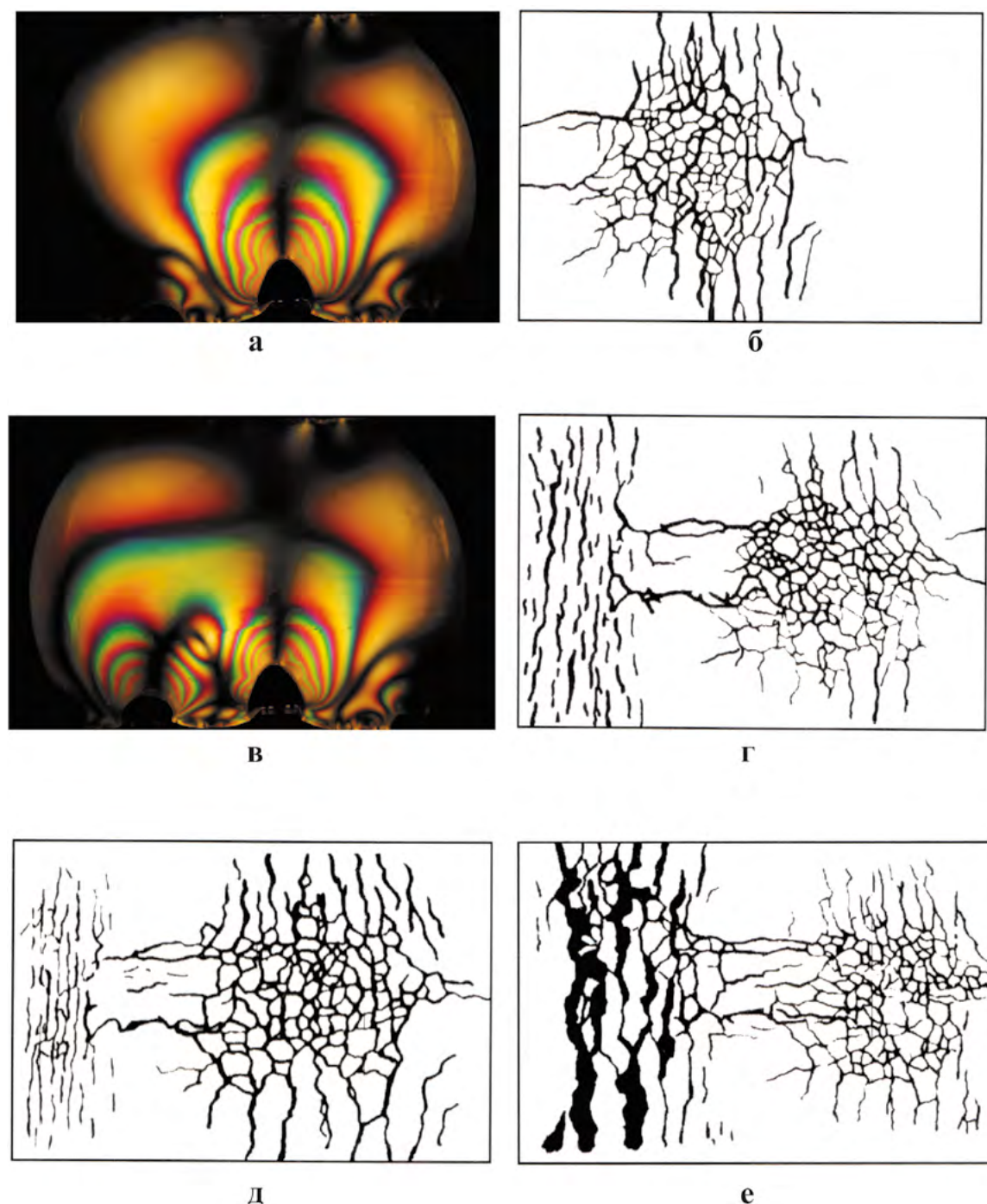


Рис. 8. Фотографии оптической модели последовательно растущих антиклинальных блоков (а, в), а также седиментационной модели с теми же блоками (б, г-е) – с изменяющимися размерами зон трещиноватости и раскрытости трещин, присутствующих в них, образовавшихся над попеременно растущими поднятиями (пояснения в тексте) (по [2 и 6])

ются вторичные коллекторы трещинного и/или трещинно-кавернового типов в кремнистых и карбонатных литологических типах пород, соответственно, названных автором потенциально продуктивными или сокращённо ППП [2-6].

В результате проведения тектонофизического моделирования были установлены зависимости между размерами и морфологией поднятий, с одной стороны, и геомеханическими свойствами

вторичных коллекторов трещинного типа, а также размерами зон, в пределах которых они могут образовываться. Часть полученных зависимостей приведена на рис. 6в и г. Эти зависимости дали возможность осуществить прогноз площади распространения перспективных участков для поисков углеводородных залежей в БАК на ряде площадей и месторождений [2-6]. Примером такого прогноза, может служить структурно-прогнозная

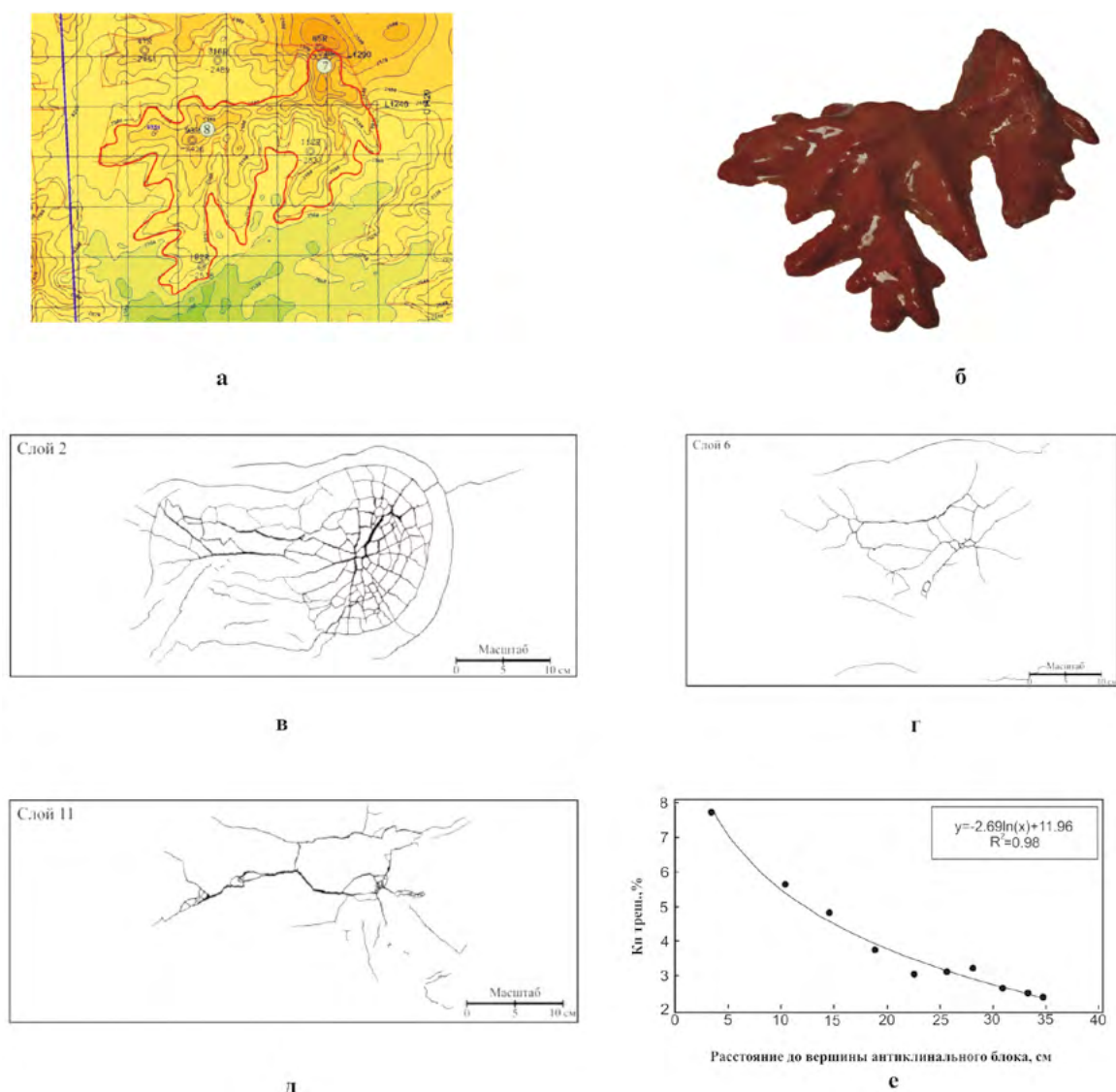


Рис. 9. Фрагмент структурной карты Восточно-Каменной площади по горизонту А (а), фотография антиклинального блока, имитирующего эту положительную структуру (б), распределение трещин в компетентных слоях трёхмерной седиментационной модели, образовавшихся в них вследствие роста этой антиклинальной структуры (в-д) и зависимость трещинной «пористости» образовавшейся в компетентных слоях этой модели от расстояния до вершины антиклинального блока (е); нумерация компетентных слоёв идет по направлению снизу-вверх

схема, построенная в пределах. Ем-Еговского месторождения с использованием данных сейсморазведочных работ 3Д и проведенного на их основе тектонофизического моделирования (рис. 7).

На этой площади из-за сравнительно небольшой толщины осадочного чехла и, напротив, довольно больших амплитуд сформировавшихся поднятий, над их вершинами на дневной поверхности сформировалась зона просадки, механизм образования которой рассматривался выше. Именно по возникшей зоне просадки в настоящее время протекает река. Ем-Еган [6]. Анализ продуктивности скважин, пробуренных на БАК в пределах этой площади, показал, что все высокодебитные скважины, сосредоточились

в пределах этой прогнозной высокоперспективной зоны разуплотнения, к которой приурочена максимальная плотность вторичной тектоногенной трещиноватости, расположенной, вдоль русла реки. Ем-Еган (см. рис. 7).

В завершение рассмотрения двумерных оптических и седиментационных моделей проанализируем условия возникновения и принцип работы тектонического «насоса», работа которого дает возможность эффективно перекачивать пластовые флюиды, находящиеся в поровом пространстве пород-коллекторов в латеральном направлении [2, 6].

В результате роста симметричного антиклинального блока в оптической модели над ним формируется фотоизохроматическая картина, также

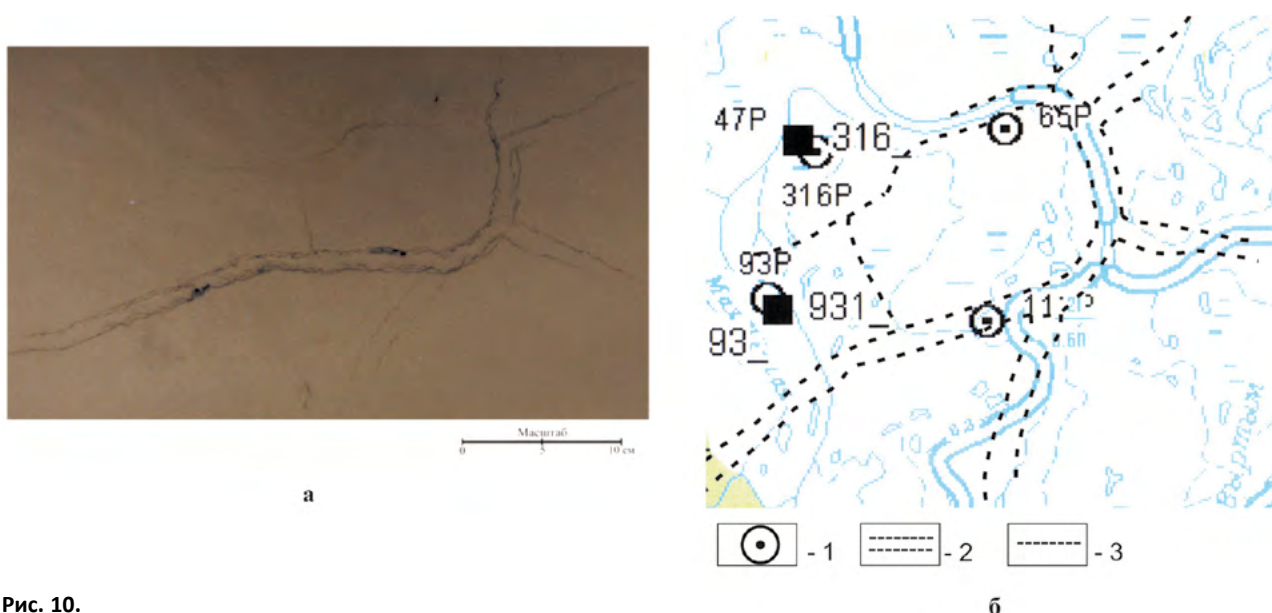


Рис. 10. Фотография зоны разуплотнения трехмерной седиментационной модели Восточно-Каменной площади (см. предыдущий рисунок), вышедшая на её поверхность (а) и её проекция на гидрографическую карту этого же участка (по [6])

Условные обозначения: 1 – скважины; 2 – грабеновидные провалы; 3 – трещины

имеющая симметричную форму (рис. 8а). Зона напряжений, образующаяся над вершиной этого же блока в седиментационной модели, выделяется в виде участка разуплотнения или вторичной тектогенной трещиноватости, имеющей более или менее равномерное распределение дислокаций в этой трещинной зоне. Однако наиболее протяженные трещины в этой зоне всё же преимущественно направлены вдоль оси поднятия параллельно коротким сторонам модели (рис. 8б).

Рост соседнего с ним поднятия происходит уже не в изотропной среде, а в напряженной обстановке, возникшей в осадках, благодаря росту первого поднятия. На фотоизохроматической картине, образовавшейся вследствие роста этого поднятия, хорошо видно, что уровень напряжений, существовавший до этого момента над первым поднятием, заметно уменьшился по величине после роста второго поднятия, в примыкающей к нему зоне, а над вторым поднятием, напротив, сформировалась зона повышенных напряжений, проявившихся в появлении изохром высоких порядков (рис. 8в). В результате этого роста трещины, образовавшиеся над вторым поднятием, оказались ориентированными вполне определённым (субпараллельным) образом в соответствии с распределением напряжений, возникших вследствие роста первого поднятия (рис. 8г). Второе важное следствие роста второго поднятия заключается в том, что возникшая ранее зона деструкции над первым поднятием заметно уменьшилась в своих размерах, а раскрытость трещин, образовавшихся над ним, также резко сократилась (см. рис. 8г). Иными

словами, рост второго более молодого поднятия вызвал сжатие трещинной зоны, возникшей над первым более старым поднятием и как следствие – переток флюидов, заполнявших эту более раннюю трещинную зону над первым поднятием, в новую зону дислокаций, сформировавшуюся над вторым более молодым поднятием [6].

Возобновившийся рост первого поднятия вновь приводит к расширению образовавшейся ранее зоны трещинных дислокаций и увеличению степени их раскрытости но, напротив, резко уменьшению раскрытости трещин, образовавшихся ранее над более молодым вторым поднятием (рис. 8д). Очевидно, что флюиды, заполнявшие ранее субпараллельную трещинную зону, возникшую над вторым поднятием, по системе трещин, соединяющей обе зоны деструкции, вновь перетекли в реанимированную трещинную зону разуплотнения над первым поднятием.

Наконец, вследствие возобновления роста второго поднятия, над ним вновь восстановилась и даже расширилась существовавшая ранее зона деструкции. Трещины, которые находились в ней, резко увеличили свою раскрытость (рис. 8е). Напротив, зона деструкции и разуплотнения, существовавшая до этого момента над первым поднятием, вновь значительно уменьшилась в своих размерах, а присутствовавшие в ней трещины сжались из-за резкого уменьшения их раскрытости (см. рис. 8е). Очевидно, что возобновившийся рост второго поднятия вновь привёл к перетеканию флюидов, насыщавших зону разуплотнения, существовавшую над первым поднятием, по той же сети трещин, соединяю-

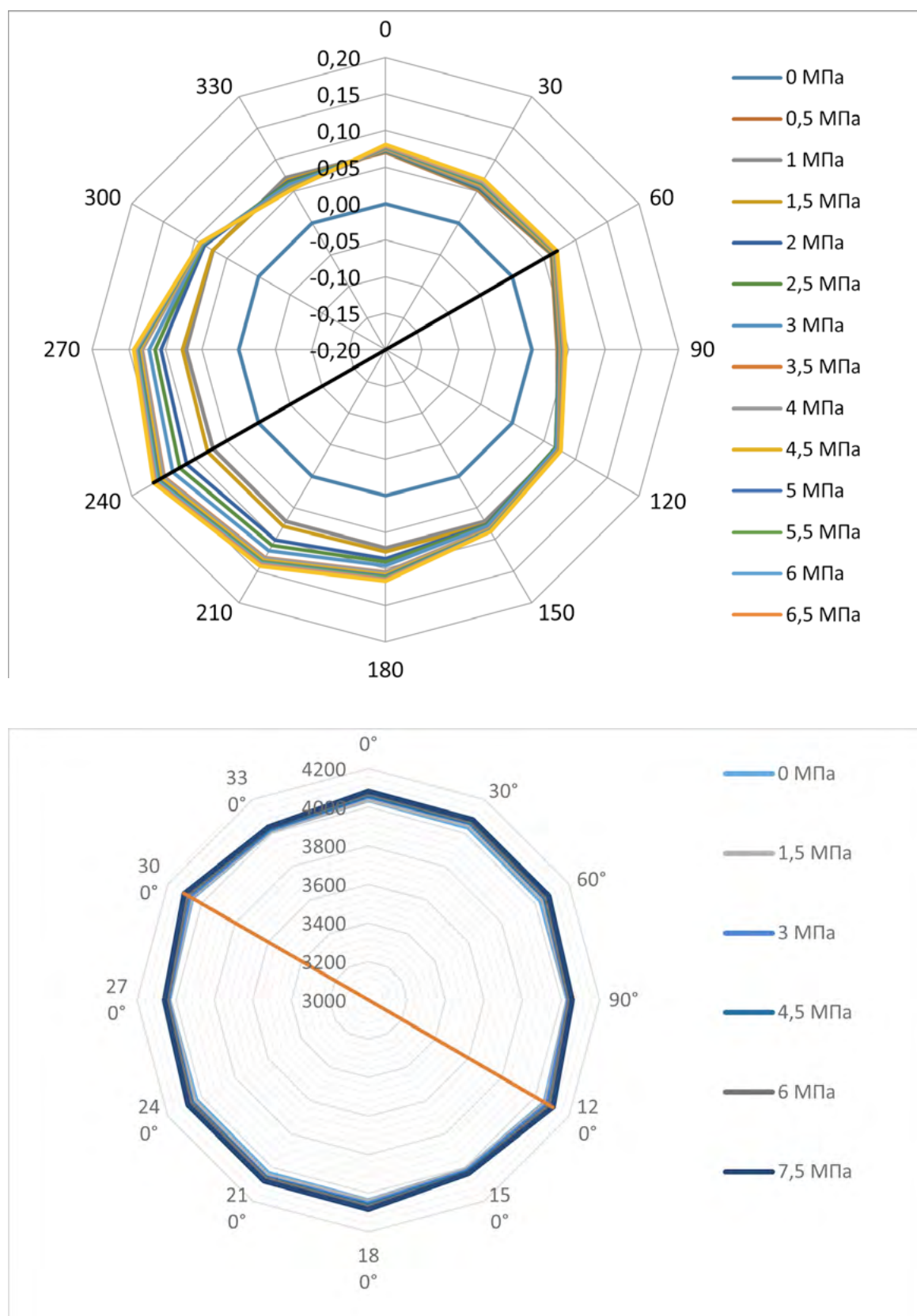


Рис. 11. Направления максимальной деформации (а) и максимальной скорости продольной волны (б) в образце с однонаправленным типом деформации (по [12] с изменениями)

щей обе зоны разуплотнения в возобновленную и значительно увеличившую свою трещинную ёмкость зону разуплотнения, возникшую над вторым поднятием (см. *рис. 8е*).

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в случае последовательного роста двух близко расположенных (взаимодействующих между собой) поднятий они способны осуществлять перекачку флюидов в латеральном направлении из зон разуплотнения (деструкции), расположенных над их вершинами, причём наиболее перспективной будет зона разуплотнения, образовавшаяся над самым молодым поднятием, которое воздымалось в последнюю очередь. Поэтому прежде, чем выбирать место для заложения поисково-разведочной или эксплуатационной скважины следует провести палеотектоническую реконструкцию последовательности роста соседних поднятий в пределах рассматриваемой площади или месторождения.

Примером трёхмерной седиментационной модели, построенной на основе сейсморазведочных данных, может служить фрагмент с антиклинальным блоком, выбранным в пределах Каменной площади (*рис. 9а*). На основе выбранной антиклинальной структуры была изготовлена модель, повторяющая все её морфологические особенности (*рис. 9б*). Затем осуществлялось моделирование роста этого поднятия. После завершения моделирования, так же, как и в случае двумерного седиментационного моделирования, производилось её послойное препарирование и исследовались закономерности распределения трещин в компетентных слоях, возникших после роста поднятия (*рис. 9в-д*).

На основе полученных результатов были построены зависимости подобные рассмотренным ранее при изучении двумерных седиментационных моделей. Примером может служить, величина трещинной, то есть «двумерной пористости» от расстояния до вершины антиклинального блока (*рис. 9е*). Полученные зависимости позволили построить структурно-прогнозную схему размещения трещинных коллекторов в БАК Каменной площади подобную рассмотренной ранее, подготовленную для Ем-Ёговской площади (см. *рис. 7*).

Так как антиклинальный блок, который использовался в рассматриваемой трёхмерной седиментационной модели имел достаточно высокую амплитуду, то зона разуплотнения, образовавшаяся над его вершиной, проявилась на поверхности модели в форме протяженных узких грабенообразных провалов и трещин (*рис. 10а*). Подобная ситуация описывалась ранее при анализе зоны разуплотнения (просадки), сформировавшимися над антиклинальными структура-

ми в пределах. Ем-Ёговского месторождения, где река. Ем-Еган протекает непосредственно по такой зоне, представляющей собой малоамплитудный грабенообразный провал.

В связи со сказанным любопытно провести сопоставление расположения зоны разуплотнения, сформировавшейся на поверхности рассматриваемой трёхмерной седиментационной модели и рассмотренного ранее фрагмента Каменного месторождения (см. *рис. 10а*), с реальной дневной поверхностью этого же участка. Наложение образовавшейся при моделировании зоны разуплотнения на гидрографическую карту поверхности этого же участка позволило установить, что идеального совпадения просадок (отвечающих рассматриваемым зонам разуплотнения) и русел речных протоков и ручьёв не наблюдается (*рис. 10б*).

Действительно, если в восточной части рассматриваемого участка отмечается прекрасное совпадение зоны разуплотнения, сформировавшейся на поверхность модели, с расположением протока реки Оби. При этом даже ширина зоны разуплотнения, полученная при выполненном трёхмерном седиментационном моделировании, практически полностью совпадает с шириной русел этих протоков (см. *рис. 10б*). То в западной половине этого же участка зоны разуплотнения, протянувшиеся в западном направлении (установленные по результатам седиментационного моделирования) совпадают гораздо хуже с реальной гидрографической обстановкой. Отмечается лишь цепочка мелких озёр, примыкающих к самой крупной из зон разуплотнения и небольшой ручей, протекающий по этой же зоне разуплотнения в юго-западной части рассматриваемого участка (см. *рис. 10б*). Отсутствие полного совпадения зон разуплотнения, полученных по результатам седиментационного моделирования и реальной гидрографией этого участка, вероятнее всего, объясняется особенностями регионального уклона земной поверхности на рассматриваемой территории. В восточной части уклон поверхности совпадает с направлением зоны разуплотнения и обские протоки совпадают с этими зонами разуплотнения, а в западной части этой территории отсутствуют сколько-нибудь значительные водные артерии. Поэтому зоны разуплотнения, которые были получены в результате трёхмерного тектонофизического моделирования на этом участке, практически никак не проявились в условиях гидрографии рассматриваемого участка земной поверхности, если не рассматривать цепочки мелких озёр и ручьёв, тяготеющих к этим зонам (см. *рис. 10б*).

Полученные результаты моделирования позволяют сделать предположение, что огром-

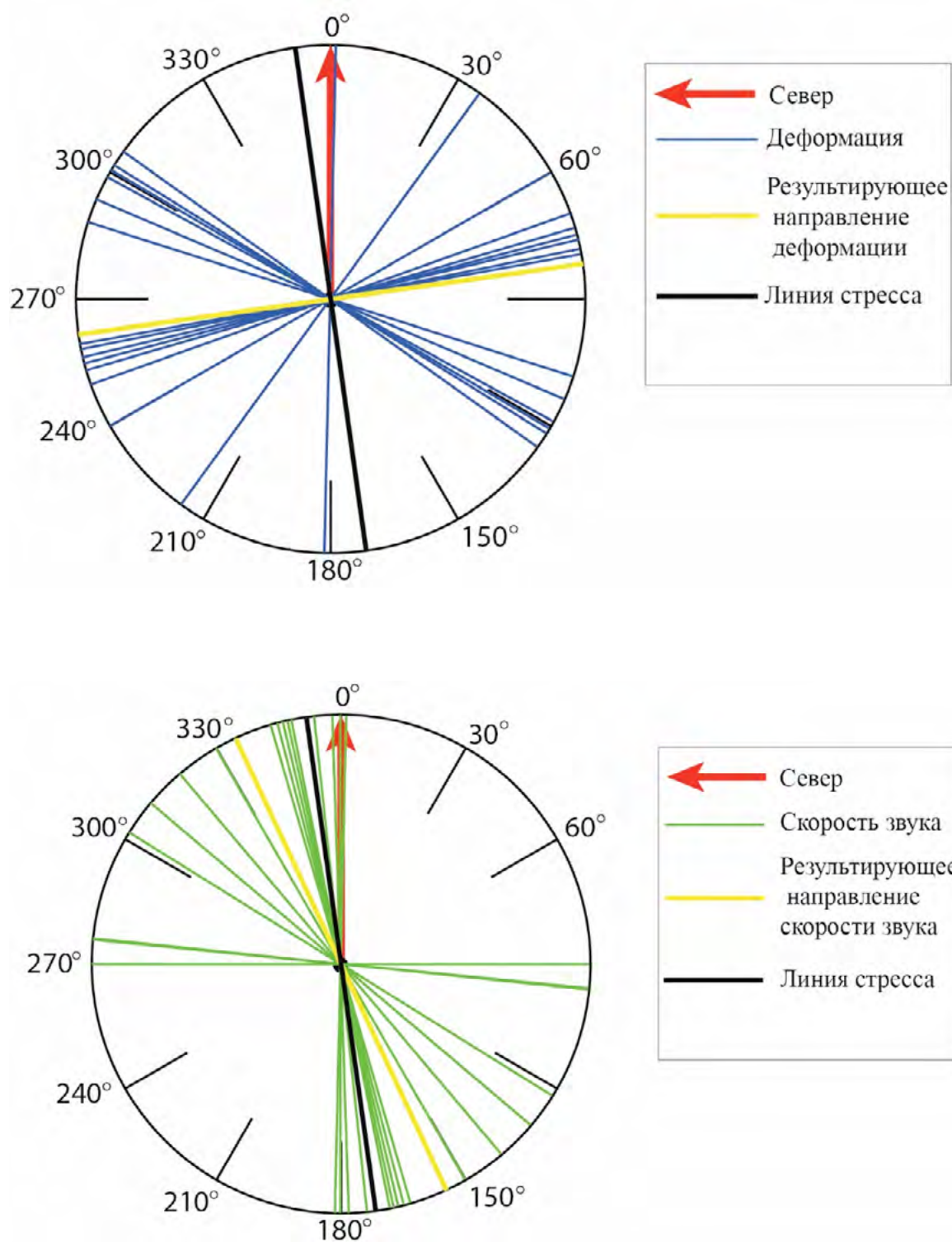


Рис. 12. Направления максимальных деформаций, исследованных образцов с усреднённым их направлением (а), направления максимальных скоростей продольной волны в тех же образцах с усреднённым их направлением (б), а также привязкой полученных усреднённых значений к сторонам света и выделением направления «главного стресса» обоими методами (по [12] с изменениями)

ная зона разуплотнения возникла в районе Самотлорского месторождения, а само озеро Самотлор находится в самом центре этой зоны разуплотнения, вышедшей на поверхность в виде просадки. Причём само озеро находится в центре малоамплитудного поднятия, то есть немного приподнято над окружающей его территорией, чем отдаленно напоминает кальдеру вулкана. Похожая тектоно-структурная ситуация была смоделирована с использованием двумерной седиментационной модели (см. *рис. 5б*). В рассматриваемой ситуации газы и, в первую очередь, метан, поднимающиеся из глубины по этой зоне разуплотнения, пронизанной субгоризонтальными трещинными дислокациями, насыщают воду озера, из-за чего она становится непригодной для существования живых организмов, что послужило причиной того, что в переводе с хантейского оно называется «мёртвым озером» [6].

Перейдем к следующей важной теме, связанной с определением «главного стресса» в осадочной толще с использованием образцов полноразмерного керна.

Керн, поднятый на поверхность из скважины и даже пролежавший какое-то время в кернохранилище, характеризуется своеобразной «деформационной памятью», обусловленной сохранившимися в нём микротрещинами, образовавшимися вследствие неоднородного распределения напряжений, существовавших в пластовых условиях, в которых он находился до того, как был поднят на поверхность. Этим объясняется тот факт, что в процессе одноосного сжатия его диаметр изменится закономерным образом, как бы «вспоминая» неоднородность поля напряжений, существовавших в пласте [12].

В качестве примера рассмотрим диаграмму, полученную при испытании образца, имеющего преимущественно однонаправленное увеличение его диаметра при постепенном росте одноосного сжатия (*рис. 11а*).

По результатам акустических исследований также определено направление максимальных значений V_p на завершающем этапе сжатия образца (см. *рис. 11б*).

Поскольку, как известно, микротрещины, имеющиеся в образце ориентированы вдоль или параллельно направлению «главного стресса», которому подвергалась порода, из которой был выбурен этот образец, то максимальные скорости распространения V_p совпадают с его ориентацией [12].

Напротив, максимальное увеличение диаметра образца при его одноосном сжатии происходит в перпендикулярном по отношению к «главному стрессу» направлении. Следова-

тельно, максимальные значения скорости V_p и диаметра образца при последовательном увеличении одноосной нагрузки в идеале должны быть ориентированы перпендикулярно по отношению друг к другу (см. *рис. 11а, б*).

Нанесение результатов исследований на диаграммы максимальных деформаций и скоростей распространения V_p показало, что, направления главного стресса, полученные обоими методами, практически совпадают, а расхождение в их направлениях составляет всего 17° (*рис. 12а, б*). В рассматриваемом случае ориентация «главного стресса», определённая по результатам исследованного образца обоими способами, почти совпадает с направлением север-юг (см. *рис. 12а, б*).

В заключение обратим внимание на то, что термин «главный стресс», в том смысле как он обычно употребляется не совсем корректен, поэтому в тексте настоящей публикации он взят в кавычки. На самом деле в осадочной толще максимальное нормальное напряжение (σ_1) ориентировано вертикально. Именно поэтому в образцах керна, отобранных из вертикальных скважин, трещины, присутствующие в отобранном из них керне, представленным компетентными породами (карбонатами, песчаниками с карбонатным цементом и т.п.) практически всегда ориентированы субвертикально. В описанном в настоящей работе способе определения направления «главного стресса» напряжение σ_1 имитировалось именно путём создания одноосного сжатия образца [12].

Более правильно под термином «главный стресс» следует понимать среднюю величину нормального напряжения (σ_2). И среднее, и минимальное (σ_3) значения нормального напряжения ориентированы в горизонтальной плоскости, но направление образовавшихся природных трещин всегда будет совпадать именно с ориентацией напряжения σ_2 . Как раз это направление и было определено на примере описанного ранее образца. Важно отметить, что в этом же направлении будут распространяться и трещины гидроразрыва.

В тех случаях, когда в условиях пласта величина σ_2 достаточно велика по сравнению с σ_3 и в осадках уже образовались трещины тектоногенного происхождения, то гидроразрыв пласта будет происходить именно по этим уже «готовым» природным трещинам. В случае выбора направления при бурении горизонтальных скважин также важно знать ориентацию «главного стресса» или σ_2 , так как их направление должно быть перпендикулярным к направлению σ_2 . При проведении многостадийного гидроразрыва пласта в такой скважине направление трещин

гидроразрыва будет совпадать с ориентацией «главного стресса» или σ_2 .

Обсуждение полученных результатов

Из анализа полученных результатов моделирования можно заключить, что зоны разуплотнения над поднятиями возникают в любых типах осадочных пород, слагающих Западно-Сибирский осадочный бассейн. В гранулярных коллекторах более высокие ФЕС пород-коллекторов в таких зонах отчасти маскируются исходной межзерновой пористостью и проницаемостью. Однако по данным разработки в этих участках отмечаются повышенные дебиты нефти и/или газа, а при петрофизических исследованиях образцов, отобранных из этих участков, устанавливаются так называемые «двойные» пористость и проницаемость, которые объясняются присутствием в этих образцах как исходной межгранулярной, так и вторичной трещинной пористости, и особенно проницаемости [6].

Гораздо более важным является решение задачи прогноза этих зон в отложениях, характеризующихся отсутствием первичных пород-коллекторов, в которых появление эпигенетических коллекторов связано с воздействием вторичных тектонических и/или тектоно-гидротермальных процессов [4, 5]. Примером таких вторичных пород-коллекторов, являются коллекторы, образующиеся в БАК Западной Сибири [3-5]. С целью прогноза их расположения, а значит и содержащихся в них залежей УВ, проанализируем более подробно результаты тектонофизического моделирования.

Для этого рассмотрим закономерности, наблюдаемые в распределении трещин и их плотности в зависимости от амплитуды поднятий, а также толщины компетентных слоёв, имитирующих карбонатные и кремнистые пласты (ППП), входящие в состав БАК, а также их положения в осадочном разрезе [3-6].

В результате проведенных тектонофизических экспериментов было установлено, что плотность трещин, формирующихся в компетентных слоях, а также величина их раскрытости и площадь формирующейся над поднятием зоны деструкции, при прочих равных условиях, зависит от их мощности: чем толще компетентный слой, тем меньше плотность образующихся в нём трещинных дислокаций, однако больше их раскрытость и значительно больше площадь их распространения. Наоборот, чем тоньше компетентные пласты, тем больше в них плотность трещин, но меньше их раскрытость и площадь их распространения. Кроме того, радиус зоны трещиноватости, формирующейся над поднятием, зависит от его линейных размеров – чем он больше (при

одинаковой амплитуде поднятий), тем значительно больше латеральные размеры зоны дробления, возникающей над ним [6]. Необходимо также иметь в виду, что если образовавшиеся поднятия расположены близко по отношению друг к другу, то зоны дробления, сформировавшиеся над ними в осадках, моделирующих отложения БАК, сливаются в единую обширную зону деструкции. Поэтому в такой зоне в реальных (природных) осадках БАК могут находиться значительные по объёму запасы УВ.

Для практического применения полученных при тектонофизическом моделировании результатов большое значение имеет прогноз средних расстояний между трещинами, образующимися в компетентных пластах (ППП), так как от этого будет зависеть степень вероятности попадания в трещину или трещины ствола пробуренной скважины.

Наибольшая плотность трещин или, соответственно, минимальные расстояния между образовавшимися тектоногенными трещинами должны сформироваться в самых тонких ППП, поэтому максимальная вероятность попадания в процессе бурения скважины в трещинную зону существует в самых маломощных кремнистых и/или карбонатных слоях, входящих в состав БАК. Если принять в качестве оценочных, полученные экспериментальные данные, то можно предположить, что расстояние между трещинами в этих слоях будет примерно соответствовать их мощности в участках максимального дробления (вблизи оси зоны разуплотнения) или превышать их мощность в 4-6 раз в зонах умеренной трещиноватости (на заметном удалении от оси этой зоны). Поэтому если в 0.3-0.5 метровом ППП минимальное расстояние между трещинами может составить те же 0.3-0.5 метров в зоне максимального дробления, то в участках с умеренной трещиноватостью расстояние между ближайшими трещинами в пластах такой же мощности составит около 1.5-2.5 м, а в среднем – 0.5-1.0 м. В ППП, имеющих толщину 1.5-2.0 м, соответствующие расстояния между ближайшими трещинами будут изменяться от 1.5-2.0 м до 7.5-10.0 м [6].

Из результатов седиментационного моделирования вытекает очень важный в практическом отношении вывод, что все трещины, образующиеся в ППП в пределах зоны деструкции, взаимосвязаны друг с другом, поэтому при попадании скважиной хотя бы в одну из трещин ею будет дренироваться вся эта зона.

Используя приведённые выше оценки расстояний между ближайшими трещинами в компетентных пластах различной мощности, при бурении скважин на обсуждаемые верхнеюрские объекты, чтобы не пропустить зону тектониче-

ского дробления (зону разуплотнения), после бурения скважин необходимо делать хотя бы неглубокий (малообъёмный) гидроразрыв пласта с протяженностью трещин порядка 15-20 м [6].

Следующей чрезвычайно важной с точки зрения разработки трещинных коллекторов задачей является достоверный прогноз ориентации возникающих тектоногенных трещин. На основе полученных экспериментальных данных можно заключить, что над небольшими изометричными поднятиями формируются округлые зоны дробления, напоминающие по форме структуру «разбитой тарелки», в которой по краям образуются дугообразные трещины, а в центральной части радиальные и реже – субперпендикулярные (см. *рис. 6б*). Над крупным продолговатым поднятием формируется субперпендикулярная сеть трещин, причём преобладают трещины, ориентированные вдоль его оси и бортов, эти же трещины имеют максимальную раскрытость. Поэтому при бурении наклонных и горизонтальных скважин необходимо учитывать морфологию поднятия, над которым прогнозируется существование тектоногенной зоны трещиноватости.

Уточнить направление прогнозируемых трещин можно используя описанный ранее способ определения направления «главного стресса» на полноразмерных образцах с привязкой к сторонам света с помощью палеомагнитного метода (см. *рис. 11, 12*).

Несомненный интерес также представляет оценка латеральных размеров зоны трещиноватости, возникающей над образовавшимися поднятиями. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что можно очень грубо (на качественном уровне) определить ширину такой зоны, связав её размеры с амплитудой этих поднятий. Максимальная ширина трещиновой зоны разуплотнения, формирующейся над поднятиями примерно в 5-6 раз больше их амплитуды. Поэтому, если амплитуда антиклинального блока составляет порядка 100-150 м, то максимально возможная ширина зоны дробления над таким блоком может варьировать в пределах от 500-600 м до 750-900 м [6].

Анализ зависимости расстояния продуктивных скважин, пробуренных на БАК от оси зоны разуплотнения и их дебитом показал, что скважины, в которых получены притоки нефти из ППП, входящих в состав БАК, расположены на расстоянии не более 500-1000 м от оси зон разуплотнения. Расстояние наиболее высокодебитных скважин в обе стороны от оси зоны разуплотнения не превышает 300-350 м [3, 6]. Таким образом, полученные на основе моделирования результаты, хорошо согласуются с данными промысловых испытаний.

Анализ степени успешности прогнозов, выполненных на основе комплексирования данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования на примере 14 площадей, показало, что этот показатель изменяется от 66 до 100 % [6]. Было установлено, что степень достоверности прогнозов напрямую зависит от качества исходной геолого-геофизической информации. Поэтому при проведении поисково-разведочного и эксплуатационного бурения скважин на площадях, освещенных сейсморазведочными работами, чтобы грамотно организовать разведку и/или разработку УВ залежей в пределах этих площадей, следует проводить тектонофизическое моделирование в их пределах с целью выделения наиболее перспективных участков с максимально высокими ФЕС пород-коллекторов. Ориентацию трещин следует уточнять с помощью методики определения направления «главного стресса» на полноразмерном керне [12].

Выводы

1. Комплексирование данных сейсморазведки и выполненных на их основе результатов тектонофизического моделирования позволило объяснить механизм формирования зон разуплотнения (просадки) в осадочном чехле, зон уплотнения, в которых породы-коллекторы имеют крайне низкие ФЕС и принцип работы «тектонического насоса», способствующего эффективному формированию УВ залежей.

2. Реконструкция механизма образования зон вторичной (тектоногенной) трещиноватости, выполненная на основе тектонофизического моделирования и данных сейсморазведки, даёт возможность осуществлять прогноз распространения продуктивных зон в БАК (главным образом в ППП, входящих в его состав), а также в любых других (гранулярных) осадках, слагающих Западно-Сибирский мегабассейн.


3. На основе комплексирования результатов определения деформационных и акустических свойств образцов в процессе их одноосного сжатия возможно восстановление направления «главного стресса» в анализируемой осадочной толще.

4. Микротрещины, присутствующие в образцах, ориентированы параллельно направлению «главного стресса», поэтому максимальные значения скорости продольной волны направлены в том же направлении, а максимальные значения деформации образцов, наоборот, в перпендикулярном по отношению к направлению «главного стресса».

5. В предлагаемом способе определения направления «главного стресса» максимальные значения нормального напряжения, которое в

пластовых условиях ориентировано вертикально, моделируются путём одноосного сжатия полноразмерных образцов.

6. Направление «главного стресса» или максимального нормального напряжения (σ_1) ориентировано в вертикальном направлении, а в горизонтальной плоскости (параллельно отло-

жению осадков или слоистости) определяется ориентация промежуточного значения нормального напряжения (σ_2), в направлении которого ориентированы природные микротрещины, уже присутствующие; в этом же направлении в пласте будут возникать новые (искусственные) трещины в случае проведения в нём ГРП. 

Литература

1. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М. Наука. 1975. 536 с.
2. Зубков М.Ю., Бондаренко П.М. Прогноз зон вторичной трещиноватости на основе данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования. Геология нефти и газа. 1999. № 11-12. с. 31-40.
3. Зубков М.Ю., Бондаренко П.М., Трухан Я.А., Лазарев А.Г. Прогноз углеводородных залежей в трещинных коллекторах баженовской и абалакской свит Восточно-Пальяновской площади на основе результатов сейсморазведки и тектонофизического моделирования. Ред. В.А. Волков. Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск: «Путеведь», 2000. С. 174-187.
4. Зубков М.Ю. Коллекторы в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири и способы их прогноза. Геология нефти и газа. № 5. 2014. с. 58-72.
5. Зубков М.Ю. Тектоногидротермальные процессы в юрских отложениях Западной Сибири. Геология нефти и газа. 2017. № 1. С. 60-76.
6. Зубков М.Ю. Применение методов экспериментальной тектоники в нефтяной геологии на примере месторождений Западной Сибири. Геотектоника. № 3. 2019. С. 92-109.
7. Патент на изобретение № 2183332 «Способ прогнозирования зон развития вторичных коллекторов трещинного типа в осадочном чехле». Авт.: М.Ю. Зубков, П.М. Бондаренко. Приоритет от 0.8. 11. 2000.
8. Осокина Н.Д. Пластичные и упругие низко модульные материалы для исследования напряжений в земной коре методом моделирования. М.: Изд-во АН СССР, 1963, 196 с.
9. Фрохт М.М. Фотоупругость. М.: Гостехиздат, 1948, Т. 1, 432 с.
10. Фрохт М.М. Фотоупругость. М.: Гостехиздат, 1950, Т. 2, 488 с.
11. Хаимова-Малькова Р.И. Методика исследований напряжений поляризационно-оптическим методом. М.: Наука, 1970. 116 с.
12. Зубков М.Ю. Определение направления «главного стресса» в осадочной толще и его ориентация по сторонам света с помощью палеомагнитного метода. «Каротажник». НТВ АИС, Вып. 2 (296), 2019, с. 23-33.
13. Большаков В.А. Использование Магнетизма горных пород при изучении новейших отложений М., ГЕОС, 1996, 192 с.
14. Zijdeveld J.D.A. A.C. demagnetization of rocks: analysis of results. Methods in paleomagnetism. Eds. Collinson D.W., Creer K.M., and Runkorn S., Elsevier, Amsterdam, 1967, p.254-286.
15. Буров Б.В., Балабанов Ю.П., Ясонов П.Г., Храмов А.Н., Ржевский Ю.С. Способ ориентирования скважин в пространстве. Авт. свидетельство. М. кл.Г. 01 в. 3/08, 1978.

UDC 550.34.013.4:553.98.061.4

M.Yu. Zubkov, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, LLC «West Siberian Geological Center», ZubkovMYu@mail.ru

TECTONOPHYSICAL AND PETROPHYSICAL MODELING – INNOVATIVE DIRECTIONS IN FORECASTING PROMISING ZONES FOR EXPLORATION AND SELECTING METHODS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROCARBON DEPOSITS

Abstract: On the example of the simplest tectonic structures identified according to seismic survey data, tectonophysical modeling of their formation was performed by two methods: optical-polarization and tectonic-sedimentary, the latter method being represented by two variants: two-dimensional and three-dimensional. On the basis of the conducted tectonophysical modeling, a mechanism was established for the formation of zones of decompaction (subsidence) of sediments, where additional secondary porosity occurs in granular reservoirs, and initially monolithic siliceous and carbonate layers acquire fractured and fractured-cavernous secondary capacity. Areas have been identified in which there is a comprehensive compression of reservoir rocks and they largely lose their primary porosity. The principle of operation of the tectonic «pump» is considered, the dependences between the sizes and shape of uplifts, on the one hand, and the density and opening of fractures, the magnitude of fracture «porosity» formed above them, as well as the lateral dimensions of tectonic fracture zones, on the other hand, are obtained. Three-dimensional tectono-sedimentary modeling made it possible, in addition to obtaining dependencies between the same parameters as in two-dimensional sedimentation modeling, to establish a relationship between the hydrography of the earth's surface of the modeled area and the decompaction zones that came to the surface of the models in the same area, which, in turn, can serve as a search feature in the exploration of highly productive zones in reservoir rocks containing hydrocarbon deposits present within such areas. The dependences between the morphology and sizes of anticlinal structures and zones of secondary (tectonogenic) fracturing, obtained in the course of experimental modeling, are used in the construction of predictive schemes with decompaction zones, in which zones characterized by increased productivity of various categories are formed, for which the results of seismic surveys are used as initial data. The success of forecasts based on tectonophysical modeling varies from 66 to 100%, which depends on the quality of the initial geological and geophysical information. An example of the equipment and the method of its use in order to determine the direction of the «principal stress» on full-sized samples and its binding to the cardinal points using the paleomagnetic method is given. The meaning of the concept of «main stress» is clarified.

Keywords: Bazheno-Abalaksy complex, seismic sections, tectonophysical modeling, optical-polarization and tectonic-sedimentary methods, zones of deconsolidation and compression, direction of «main stress», paleomagnetic method.



Мессерман И.З.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе
messerman39@yandex.ru



Воронцов В.А.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе
vorontsov1947@yandex.ru



Яшина В.И.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе
yashina1950@bk.ru

ОРЕОЛЫ ДЕКОНЦЕНТРАЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассмотрены ореолы снижения концентраций химических элементов в пределах золоторудных месторождений различных промышленных типов, определяющих характер метасоматических процессов и интенсивность рудообразования. Предложены мультипликативные отношения с применением элементов деконцентрации, позволяющие повысить геологическую обоснованность оконтуривания рудных образований и оптимизировать выбор кондиций при разведочных работах.

Ключевые слова: ореолы деконцентрации, мультипликативное отношение.

При оценке интенсивности рудообразующих процессов важное значение имеет выявление групп химических элементов, обладающих стабильным поведением в пределах рудных объектов, изучаемых на стадиях локального прогнозирования. Установлена важная роль сидерофильной группы элементов Co-Ni-Mn-Mg-Ti-V-Sc, а также ряда петрогенных элементов, которые обладают тенденцией к выносу или деконцентрации в пределах рудных объектов [4].

Ореолы деконцентрации (снижения концентраций) ряда химических элементов в пределах рудных образований связаны с метасоматическими изменениями, определяющими процессы рудообразования и практически пространственно совмещены с ореолами привноса (повышения концентраций химических элементов). Ореолы снижения концентраций, вероятно, характерны для различных типов коренных месторождений и визуально фиксируются в виде зон метасоматических преобразований, обычно сопровождающих рудные тела, в изменении минерального и петрографического состава пород, несколько изменяясь в зависимости от интенсивности процессов рудообразования.

Практическое применение такой дополнительной информации позволяет значительно повысить эффективность геологоразведочных работ при разведке потенциально рудоносных рудных объектов, повышает геологическую обоснованность оконтуривания рудных образований при выборе кондиций для оконтуривания при разведочных работах.

Однако, количественная оценка степени проявленности ореолов выноса химических элементов при использовании литохимических методов, и соответственно оценка интенсивности процессов рудообразования затруднена, что и определяет их относительно редкое достаточно достоверное описание и фиксацию. Это связано с методиками оценки литохимических ореолов, основанной на статистической оценке и оконтуривании литохимических аномалий, обычно применяющейся для резко контрастных рудогенных элементов, однако не эффективных при оценке слабо изменчивых концентраций породообразующих, петрогенных, или определяющих кислотность-щелочность растворов, элементов кларковых рядов А и В геохимического ряда концентрационной зональности [6], обычно определяющих группы элементов выноса.

Применение методов тренд-анализа, основанных на выделении детерминированной составляющей в пределах статистических окон сглаживания, необходимой геометрии, сопоставимых по размерам с площадными размерами объектов оценки, позволяет фиксировать даже незначительные закономерные изменения в концентрациях и таким образом позволяет устанавливать пространственную геометрию литохимических ореолов выноса. Применение таких методических приемов позволило устанавливать пространственное положение и ин-

тенсивность проявления литохимических ореолов выноса для золоторудных месторождений различных промышленных типов, для разных масштабных уровней их проявления [1,2,5].

В качестве наиболее информативного метода при решении прикладных задач геологоразведки является совместное использование комплекса химических элементов-индикаторов оруденения и элементов деконцентрации, характеризующих интенсивности метасоматических процессов, в виде мультипликационных отношений, которые позволяют наиболее контрастно определять границы проявленности оруденения [3]. Такие комплексы элементов обычно характеризуются высокой корреляционной зависимостью внутри группы и отрицательной – между группами. При этом характерно пространственное совмещение в проявленности указанных групп при обработке исходных данных методами тренд-анализа. Так для золоторудных месторождений в черносланцевых толщах, приуроченных к зонам линейного смятия типа «вязких разломов», метасоматические изменения которых представлены каолинизацией, пиритизацией, серицитизацией, характерно снижение концентраций элементов сидерофильной группы – Ni, Co, Mn, позволяющее фиксировать пространственное положение не только месторождений, но и элементов неоднородности в его пределах – рудных зон и рудных тел, по мультипликативному отношению $Aq*As*Sb/Co*Ni*Mn$, применение которого позволяет получить геологическое обоснование бортового содержания для оконтуривания рудных тел при разработке кондиций (рис.1). Для месторождений золото-серебряной формации в вулканитах. В геологическом строении рудной зоны, представленной дроблением, кварцевым выполнением, брекчи-

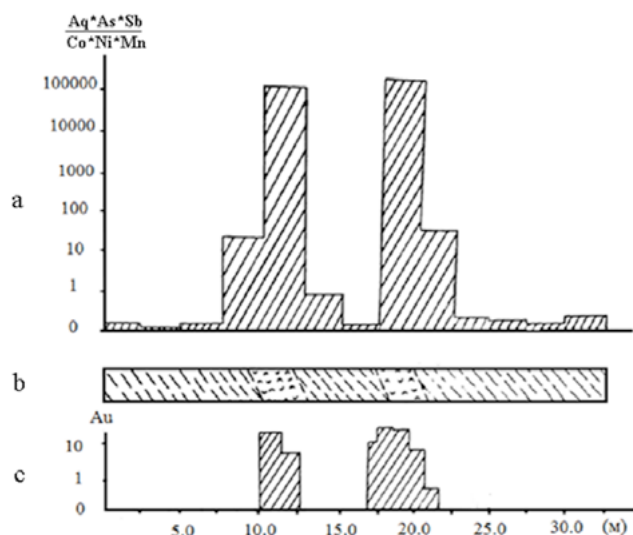


Рис. 1
 а – мультипликативное отношение $Aq*As*Sb/Co*Ni*Mn$ по золоторудному пересечению в черносланцевых толщах;
 б – пересечение рудной зоны: 1 – рудные зоны; 2 – вмещающие породы;
 с – контуры рудных тел, выделенных по бортовому содержанию (в условных единицах).

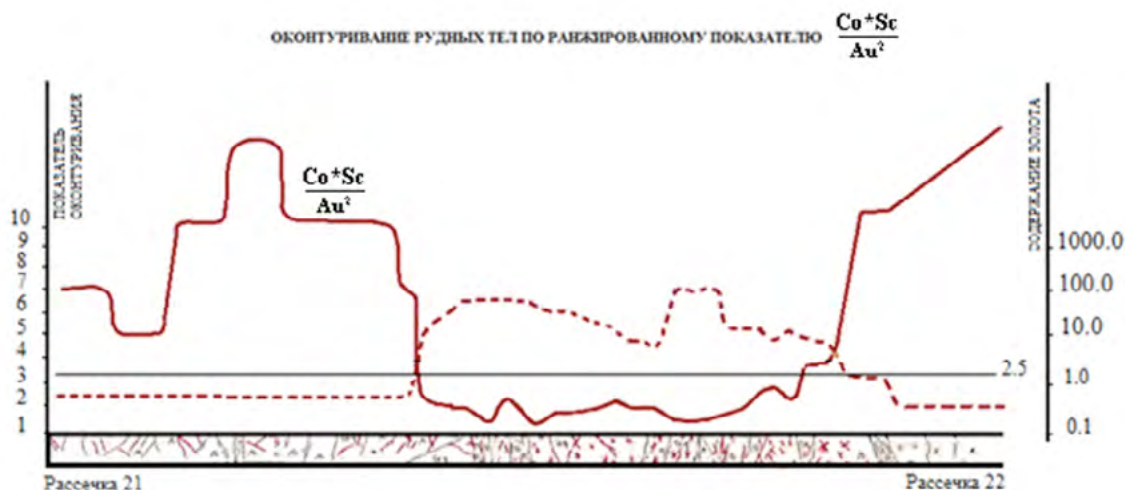


Рис. 2
 Оконтуривание рудного тела золотосеребряного месторождения в вулканитах: 1 – ранжированный показатель отношения $Co*Sc/Au^2$; 2 – содержание золота в условных единицах

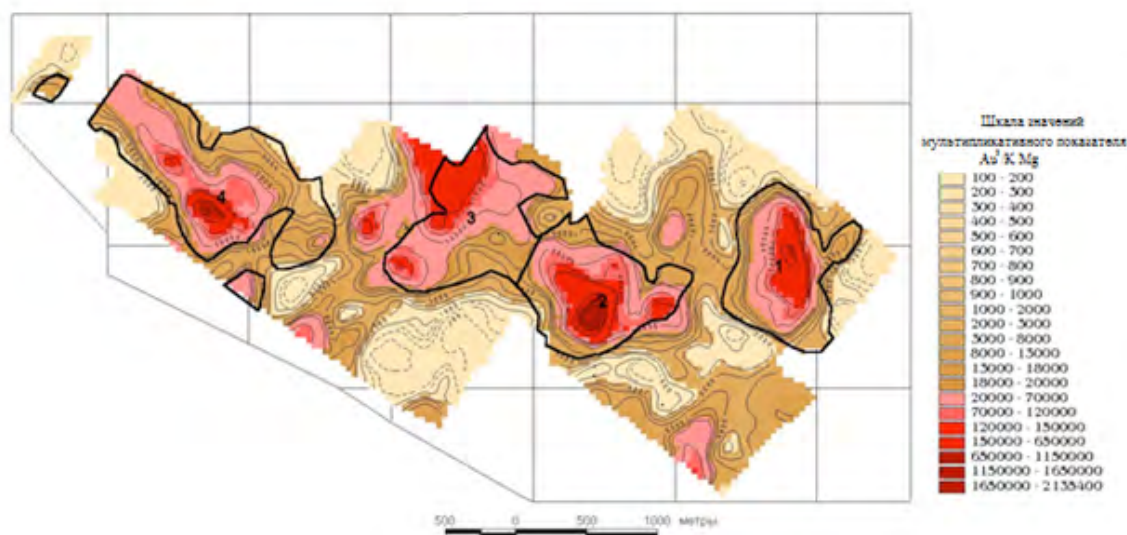


Рис. 3
Распределение мультипликативного отношения $Au_2/K \cdot Mg$ в пределах золоторудного месторождения во вторичных кварцитах: 1 – контуры проектных участков для постановки оценочных работ.

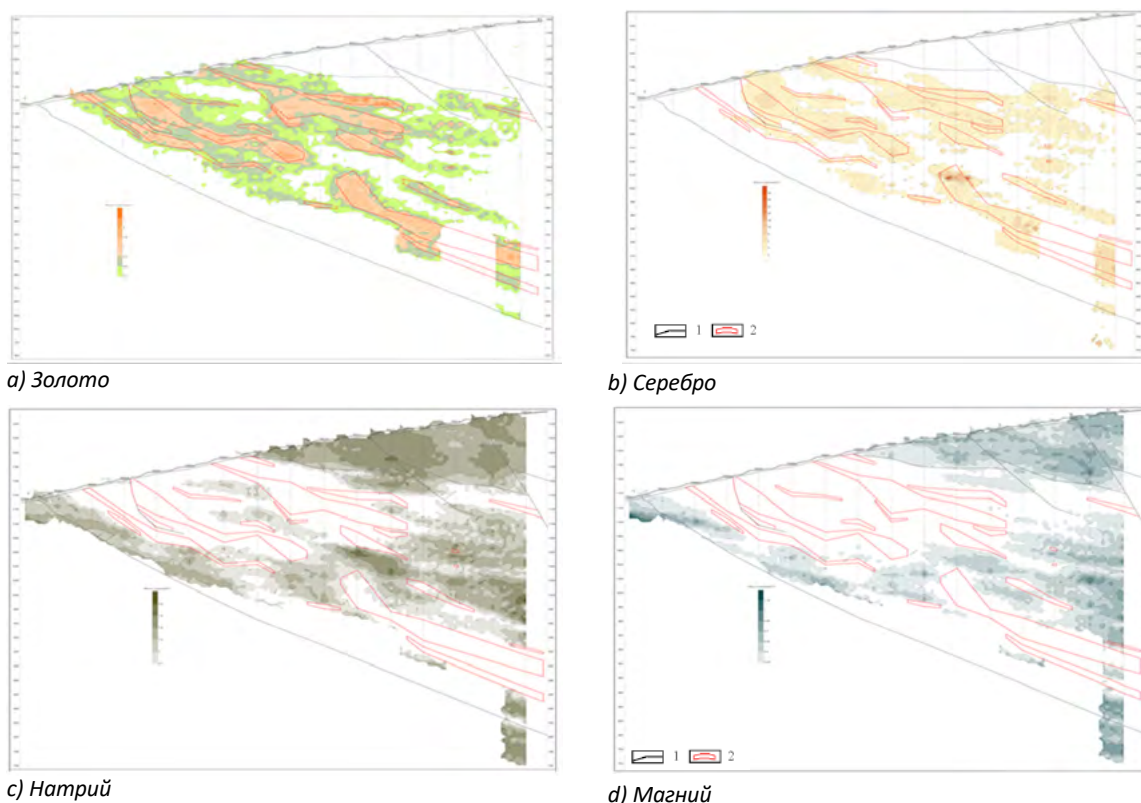


Рис. 4
Распределение химических элементов золоторудного месторождения в терригенно-осадочных породах: а – золото, б – серебро, с – натрий, d – магний; 1 – геологические границы рудной зоны; 2 – контуры рудных тел, выделенные по бортовому содержанию золота.

рованием с промышленными концентрациями золота и серебра. принимают участие вулканогенно-осадочные породы, представленные чередованием туфопесчаников, стратифицированных андезитов-дацитов, игнимбринов, кварц-адуляровых и кварц-полевошпатовых метасоматитов, пропилитов, также характерно снижение концентраций

сидерофильной группы элементов, что позволяет использовать такое мультипликативное отношение при выделении рудных полей, месторождений [3]. Присутствие в рудах ряда золотосеребряных месторождений марганцевой минерализации несколько вуалирует его применение для масштабных уровней рудных зон, рудных тел. однако по-

зволяет для контрастного оконтуривания рудных интервалов использовать мультипликативное отношение Co^*Sc/Au^2 (рис.2).

Золоторудные месторождения во вторичных кварцитах характеризуются единым комплексом элементов-индикаторов золотого оруденения Ag-Bi-Sb-Pb. В пределах таких месторождений отмечается связь золотого оруденения с площадным развитием выщелоченных, пористых монокварцитов, с распространением зоны окисления на глубину. Интенсивное проявление метасоматических и окислительных процессов представлено закономерным снижением концентраций групп элементов Fe-Mg-Co-Mn и K-Na-Al. Это позволило использовать мультипликативное отношение Au^2/K^*Mg в качестве оптимального показателя интенсивности процессов рудообразования, резко увеличивающего контрастность оценки (рис.3) при выделении наиболее перспективных объектов для проведения оценочных работ.

Для золоторудных месторождений локализованных в терригенно-осадочных пиритизированных породах, в пределах рудных зон, сложенных лимонит-кварц-калишпатовыми метасоматитами по аркозовым песчаникам, наряду с Au отмечается целый ряд элементов – индикаторов оруденения (Ag,Mo,Sb) а также элементов-снижения концентраций. Применяемое бортовое содержание для оконтуривания рудных тел (рис.4) требует обоснованно-

го выделения рудной зоны для применения коэффициента рудоносности, что может быть выполнено при использовании мультипликационного отношения с использованием ореолов деконцентрации Na, Mg (рис.4).

Выводы

Деконцентрация определенных групп химических элементов является, вероятно, общей закономерностью для лито- и халькофильных гидротермальных месторождений и фактически отражает общую черту различных гидротермально-метасоматических процессов – аргиллизации, березитизации, адуляризации и других. Деконцентрация элементов происходит одновременно с концентрацией рудогенной группы элементов, комплекс которых обусловлен специализацией гидротермальных растворов, а также составом рудовмещающих пород. Выявленная закономерность особенно четко проявляется для масштабных уровней рудных тел, залежей, рудных месторождений и может быть использована при проведении геологоразведочных работ. Предлагаемый способ оконтуривания рудных тел позволяет уверенно выделять естественные границы развития золотого оруденения, так называемый «природный борт», снижает погрешности аналогий при оконтуривании. При эксплуатационной разведке позволит экспрессно выделять контуры рудного тела, что снизит потери и разубоживание, повысит эффективность геологоразведочных работ. XXI

Литература

1. Каждан А.Б., Мессерман И.З., Лаврова Т.Ю. Методические рекомендации по сбору и компьютерной обработке геологической, геофизической и геохимической информации. Комитет по геологии и использованию недр РФ, Московская Государственная геологоразведочная академия, 1995, с. 10-29.
2. Мессерман И.З., Пахомов В.И. Методика обработки геохимической информации на примере рудного поля. В сб. «Методы прикладной геохимии», Иркутск. 1982, с. 202-203.
3. Мессерман И.З., Абрамсон Г.Я., Григоров С.А. О новом типе золотого оруденения в обрамлениях вулканогенных поясов. Известия высших учебных заведений «Геология и разведка», №1. 1982
4. Мессерман И.З., Абрамсон Г.Я., Воронин К.М. Выделение геохимических ассоциаций разных масштабных уровней. Известия АН СССР, №7, 1985.
5. Мессерман И.З., Яшина В.И. «Системный подход при обработке и интерпретации геохимической информации» Московский экономический журнал, №8, 2019.
6. Плющев Е.В., Шатов В.В. Геохимия и рудоносность гидротермально-метасоматических образований. Л. Недра. 1985. 7. 97, с. 24-85.

UDC 550.84.09:519

I.Z. Messerman¹, messerman39@yandex.ru

V.A. Vorontsov¹, vorontsov1947@yandex.ru

V.I. Yashina¹, vorontsov1947@yandex.ru

1. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Sergo Ordzhonikidze Russian State University For Geological Prospecting, Miklouho-Maclay St. 23, Moscow, 117997, Russian Federation

DECONCENTRATION ENVELOPES IN GOLD FIELDS

Abstract: Halos of decreasing concentrations of chemical elements within gold ore deposits of various industrial types that determine the nature of metasomatic processes and the intensity of ore formation are considered. Multiplicative relations with the use of deconcentration elements are proposed, which make it possible to increase the geological validity of the delineation of ore formations, optimize the choice of conditions during exploration.

Keywords: halos of deconcentration, multiplicative relation.

**Саевец Т.Н.**

заместитель начальника отделения
Средне-Волжское территориальное
отделение ФГКУ «Росгеолэкспертиза»
tatiana.saevecs@yandex.ru

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ФАКТОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ МАСШТАБА 1:200 000 ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Реализован механизм создания цифровой базы данных гидрогеологических параметров на основе массива данных фактографической и картографической информации, содержащейся в комплексах гидрогеологических карт масштаба 1:200 000.

Ключевые слова: фактографические базы данных, гидрогеологические параметры, подземные воды.

Каждая работа в рамках геологического изучения объекта любой сложности в геологоразведочной отрасли начинается с подготовительного этапа по сбору, анализу и систематизации имеющейся геологической информации. Первый этап заключается в изучении материалов геологической съемки, как основы для построения геологической модели объекта. Особенность изучения подземных вод заключается в наличии сложных взаимосвязей гидрогеологических объектов и внешней среды, постоянных изменений их состояния от внешних

факторов и отсутствии четких границ изучения, определяемых, как правило, условно. Все эти факторы определяют необходимость выборки значительного объема фактографических данных (численных гидрогеологических параметров), изучения и сопоставления картографических материалов (условий залегания гидрогеологических слоев в плане и разрезе).

Опыт создания фактографической базы данных гидрогеологических параметров был реализован в рамках тематической работы по объекту: «Создание современной гидрогеоло-

гической карты Волго-Сурского и Ветлужского артезианских бассейнов масштаба 1:1 000 000 с выявлением условий локализации питьевых подземных вод, различных по защищённости водоносных горизонтов и качеству вод» выполненной в ФГУГП «Волгагеология» в 2004-2007 гг., заказчиком которой выступил Департамент по недропользованию по Приволжскому федеральному округу. Основные геологические задачи данной работы заключались в:

- создании современной цифровой гидрогеологической карты масштаба 1:1 000 000 Волго-Сурского и Ветлужского артезианских бассейнов и карт-врезок масштаба 1:200 000 листов О-38-XXXII, XXXIII, отражающих формирование ресурсного потенциала питьевых подземных вод и закономерности изменения их качества, районировании территории бассейнов по условиям формирования ресурсов и химического состава подземных вод;

- уточнении границ Волго-Сурского и Ветлужского артезианских бассейнов, а также гидрогеологических структур III и IV порядков и их гидрогеологической стратификации;

- оценке ресурсного потенциала питьевых подземных вод с выделением участков, перспективных для проведения поисково-оценочных работ;

- разработке рекомендаций по оптимизации наблюдательной сети мониторинга подземных вод основных водоносных горизонтов на территории Волго-Сурского и Ветлужского артезианских бассейнов

Решение поставленных задач выполнялось по нескольким направлениям, включая гидрогеологическую стратификацию и районирование по листам разных серий (Мезенской и Средне-Волжской), с учетом 6-ти изменений гидрогеологической легенды, внесенных в период с 1963 по 2000 гг.; оцифровке границ распространения

гидрогеологических подразделений, а также создании фактографической базы данных. В качестве основного материала были использованы результаты государственной гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000.

При формировании фактографической базы данных гидрогеологических параметров, за основу были выбраны принципы, используемые при математическом моделировании процессов фильтрации. При решении геофильтрационных задач, первым этапом является плано-вертикальная схематизация гидрогеологических условий объекта проведения работ, т.е. воспроизведение на расчетной математической модели режима фильтрации подземных вод максимально приближенных к природным условиям, с последующим наполнением численными значениями каждого из моделируемых слоев.

На стадии формирования банка данных, заполнение численных значений параметров водопунктов (географическая привязка, абсолютные отметки устья и залегания слоев, фильтрационные и гидрохимические характеристики и т.д.) проводилось в соответствии с формами и сведениями, представленными в первоисточниках: включая картографические материалы – карты водопунктов (скважины, колодцы, родники) и текстовые приложения (каталоги водопунктов).

Формирование массива гидрогеологических параметров, содержащихся в каталогах водопунктов (скважины, колодцы, родники) выполнялось с использованием стандартного модуля «Microsoft Access» (рис.1).

Промежуточный вариант заполненной базы фактографической информации по скважинам отображен на иллюстрации (рис.2).

Наличие массива цифровых данных с конкретной географической привязкой позволяет транслировать выборку в любую геоинформаци-

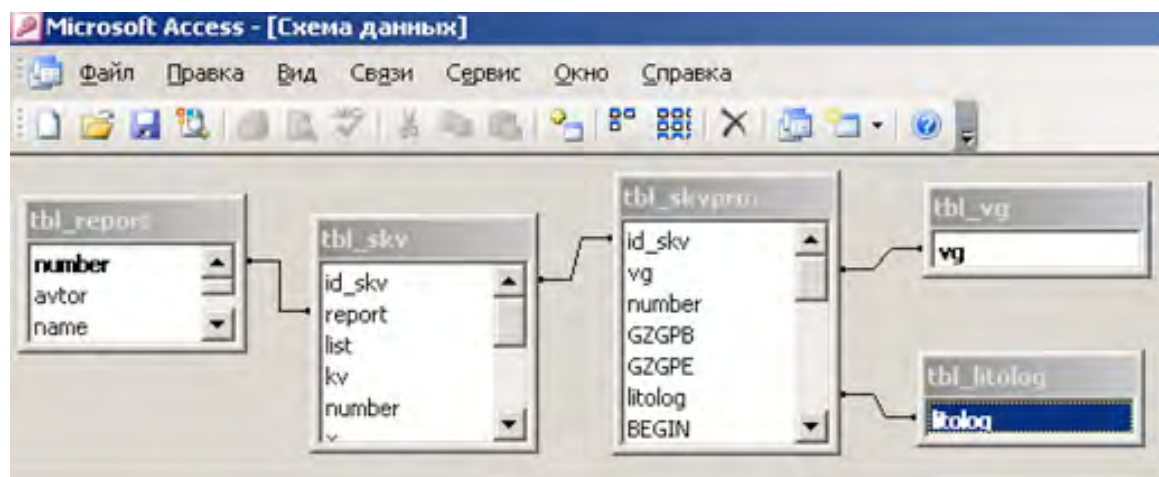


Рис. 1
Схема массива гидрогеологических параметров

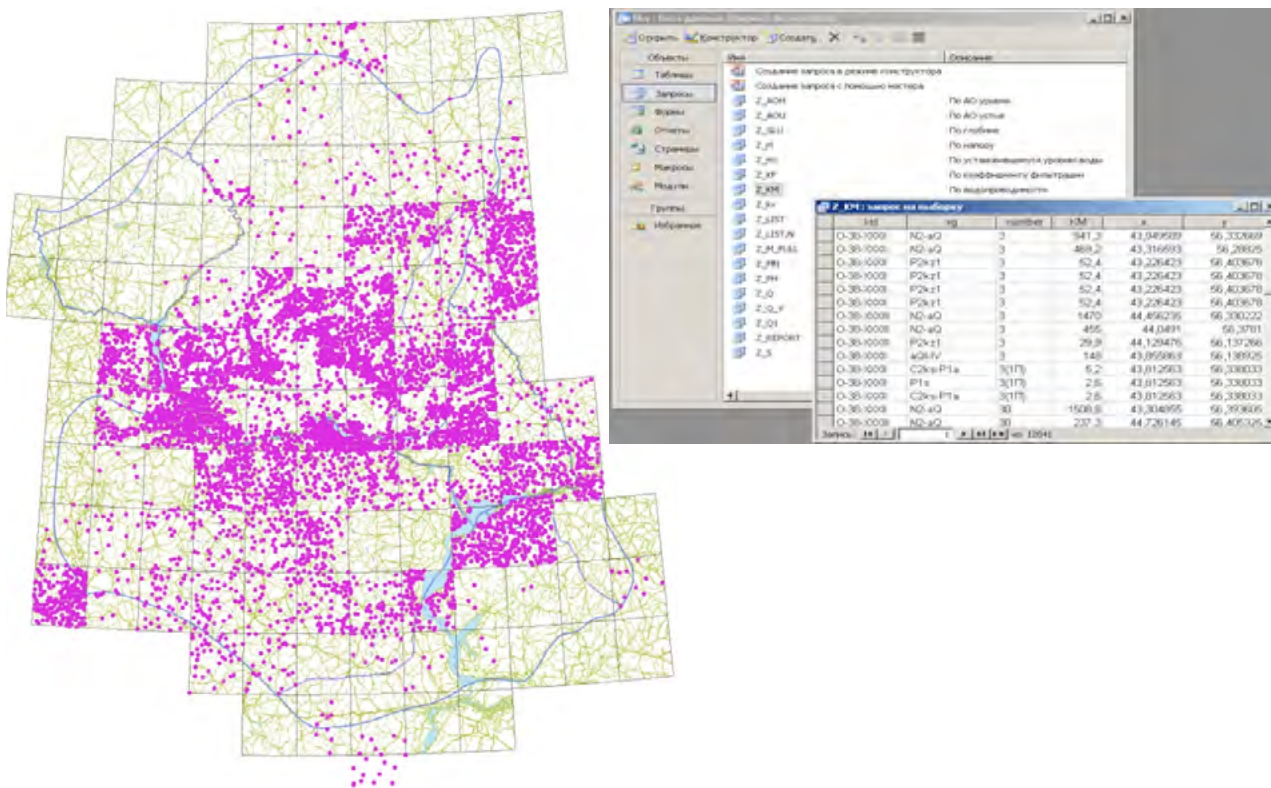
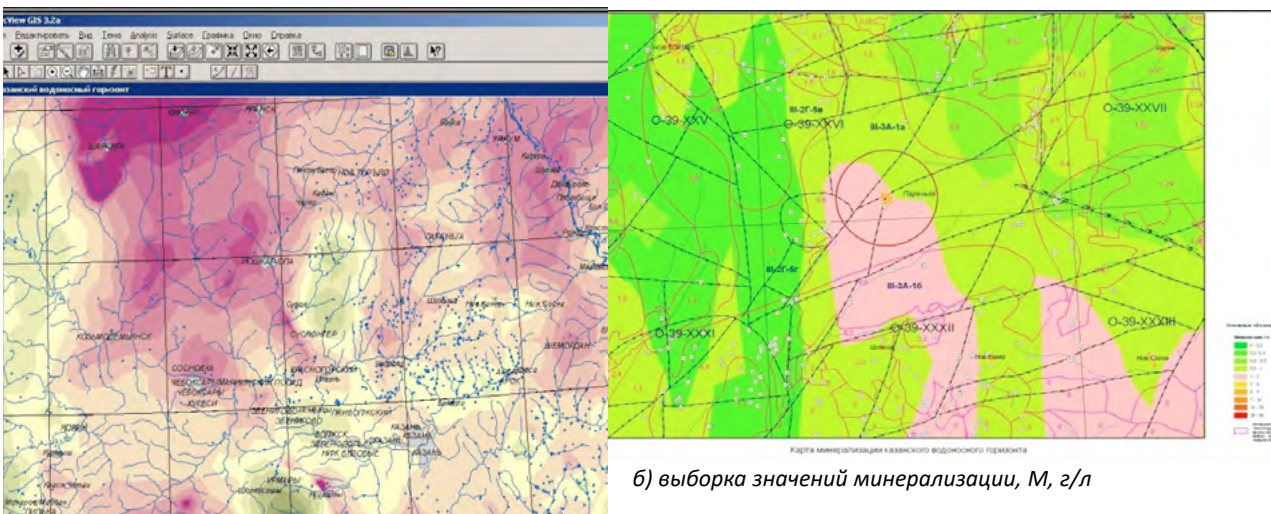


Рис. 2
Пример выгрузки заполненной фактографической базы данных по скважинам




а) выборка значений коэффициента водопроницаемости, $K_t, m^2/сут$

б) выборка значений минерализации, $M, г/л$

Рис. 3
Примеры построения грид-полей значений коэффициента водопроницаемости (а) и показателя минерализации (б)

онную систему и оперативно выполнить анализ заданного параметра по площади простираения исследуемого гидрогеологического подразделения, например, по глубине залегания кровли-подшвы горизонта, его водообильности, качественных показателей (минерализации, жесткости) и др. Пример выгрузки значений коэффициента водопроницаемости и минерализации для водовмещающих отложений водоносного казанского терригенно-карбонатного комплекса в систему Arc View GIS (версия 3.2) по заданному диапазону значений с созданием схематических карт распределения выбранного параметра представлен на *иллюстрации 3*. Визуализация значений по заданной выборке коэффициента водопроницаемости и сопоставление результата построения грида-данных с количеством скважин, в которых определен оцениваемый параметр, позволяет отбраковать площади с низкой водообильностью и наметить участки проведения поисковых работ (*рис. 3-а*). Пример аналогичной выборки значений минерализации подземных вод в скважинах, оборудованных на казанский терригенно-карбонатный комплекс, представлен на *рисунке 3-б*: в радиусе 5,0 км от потенциального потребителя зона пресных вод вероятнее распространена в северо-восточном секторе, что позволит скорректировать методику проведения поисково-оценочных работ по изысканию источников питьевого водоснабжения.

Созданные графическими пакетами ГИС grids заданных параметров не рассматриваются как полноценный картографический материал для выполнения геологоразведочных работ, но являются рабочим инструментом специалистов-гидрогеологов, как для определения общих закономерностей распространения, так и выявления пиковых значений оцениваемых параметров изучаемых гидрогеологических подразделений. Возможность выборки значительного объема и анализа гидрогеологических характеристик, позволяет, соответственно, обосновать виды и методики проведения различных видов геологоразведочных работ, направленных в том числе на выявление подземных источников водоснабжения в заданном объеме и соответствующих запрашиваемым требованиям к качеству подземных вод.

Следует отметить, что предшествующими поклонениями геологов в стране создан колоссальный массив бесценной геологической информации, систематизированной в первую очередь в съемочных работах различного масштаба, прошедших соответствующую апробацию. Наличие фактографической базы данных, приведенной в цифровом формате, позволяет существенно сократить подготовительную стадию для любой стадии геологоразведочных работ (поиски, оценка, разведка), оперативно использовать фактические данные для решения широкого круга управленческих и практических задач. 

Литература

1. Гордеева О.Л., Кочурова С.Е. и др. «Отчет о результатах работ по объекту: «Создание современной гидрогеологической карты Волго-Сурского и Ветлужского артезианских бассейнов масштаба 1:1 000 000 с выявлением условий локализации питьевых подземных вод, различных по защищенности водоносных горизонтов и качеству вод», выполненных ПРЦГМСН в 2004-2007 гг.» ТФГИ по ПФО. Инв. №18727

UDC 556.38; 556.072

T.N. Saevets, Deputy Head of Department, Sredne-Volzhsky territorial department of FGKU «Rosgeolexpertiza», tatanasaevets@yandex.ru

EXPERIENCE IN CREATING A DATABASE OF HYDROGEOLOGICAL PARAMETERS BASED ON A HYDROGEOLOGICAL STUDY SCALE 1:200000 TO SOLVE PRACTICAL PROBLEMS

Abstract: Implemented a mechanism for creating a digital database of hydrogeological parameters based on an array of factographic and cartographic information contained in sets of hydrogeological maps of a scale of 1:200 000.

Keywords: factographic databases, hydrogeological parameters, groundwater.



Рогова Т.Б.
профессор кафедры маркшейдерского дела
и геологии, доктор технических наук ¹
rogtb@mail.ru



Шаклеин С.В.
ведущий научный сотрудник,
доктор технических наук ²
svs1950@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОМИТЕТА СССР И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕЕ ПОЛОЖЕНИЙ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СОВРЕМЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ – ЧАСТЬ 2 – РАЗРАБОТКА

1. Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, Кемерово
2. Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово

Раскрыты причины отсутствия интереса к созданию национальной классификации запасов твердых полезных ископаемых в дореволюционной России и причины ее создания в 20-х годах прошлого века. Изложено содержание альтернативных проектов первой отечественной классификации запасов. Отмечен оригинальный подход к их формированию и обсуждению. Отмечается, что предложенная в проекте классификации оценка количества «вероятных запасов» в виде указания их максимального и минимального тоннажа может быть использована для оценки современных прогнозных ресурсов.

Ключевые слова: твердые полезные ископаемые; классификация запасов; категории запасов; история создания классификации запасов.

Разработка классификации

В рамках подготовки страны к массовой индустриализации на Всесоюзный Геологический Комитет в середине 1927 года была возложена обязанность подтверждения своими заключениями обеспеченности запасами всех новых горных предприятий. Ранее, в конце 1926 года было утверждено Положение о Геологическом Комитете ВСНХ СССР. Комитет был включен в состав Главного Горно-Топливного и Геолого-Геодезического Управления ВСНХ СССР (Главгортопа) и определен в качестве высшего учреждения СССР, организующего, осуществляющего и регулирующего геологические и геологоразведочные работы общегосударственного значения на всей территории СССР.

Пунктом 6 параграфа 2 этого Положения к ведению Геолкома были отнесены «учет минеральных и водных ресурсов, их экономическая

оценка и классификация, установление основ их рационального использования и издание периодических и монографических обзоров минеральных ресурсов» [1]. Тем самым Геолкому было делегировано право разработки и утверждения Классификации запасов. Отчет о деятельности Комитета за 1927/28 бюджетный год (который начинался тогда с 1 октября) содержит информацию: «В образованной при Отделе [прикладной геологии]. Особой Комиссии по подсчету запасов шла работа по выработке методики подсчета и классификации запасов. В результате Геологическим Комитетом опубликована выработанная классификация и подготавливается сборник по методике подсчета запасов» [2].

Указанные обстоятельства позволяют признать первой официальной отечественной Классификацией запасов именно Классификацию Геолкома [3]. Сохраняющаяся в некоторых современных публикациях

мнение о том, что первой Классификацией следует признать Классификацию, утвержденную Постановлением Президиума Госплана СССР от 15.02.1933 не состоятельны, поскольку не учитывают того, что, разрабатывая и принимая Классификацию, Геолком действовал не инициативно, а исполняя возложенные на него государственные функции.

Собственные национальные Классификации запасов до 1927 года в России не создавались. В начале XX века развитие горной промышленности в Российской империи происходило преимущественно за счет иностранного капитала, доля которого колебалась от половины до трех четвертей общей суммы всех капиталов отрасли [4]. Из числа всех открытых в России в период 1901-1911 годов компаний с иностранным капиталом более половины действовали именно в сфере добычи полезных ископаемых [5]. Английский капитал контролировал до 56 % всей добываемой в России меди [5], более половины всей добываемой в стране нефти и четверть всей добычи золота [6]. Франко-бельгийский капитал контролировал 95,4 % добычи каменного угля России (Донбасс, Домбровский бассейн, Кузбасс и Мосбасс [6]). Почти 100 % платины России добывалось предприятиями с французским капиталом, который участвовал также в добыче цинка, золота, серебра, свинца и железной руды [6]. Германский капитал преимущественно ориентировался на вложения в предприятия машиностроения и обработки металлов, но, тем не менее, также участвовал в добыче железной руды, золота, марганца, серебра, свинца, угля и нефти, хотя и в относительно небольших размерах [6]. Бельгийский капитал в основном вкладывался в горнопромышленные предприятия, в первую очередь в металлургические предприятия с доменными печами, а также в угольные предприятия (как правило – совместно с французским). Участвовал он и в добыче золота, железной руды, серебра и свинца [6]. Капитал указанных четырех стран составлял 89,2 % от всех иностранных вложений в Российскую экономику [6].

Отсюда следует, что необходимость создания каких-либо национальных систем оценки запасов в России отсутствовала, поскольку развитие горной промышленности преимущественно финансировалось иностранными акционерами, информационное обеспечение которых могло осуществляться только на основе использования понятных им уже существующих систем оценки запасов.

Утвержденное Александром III 1 февраля (19 января по старому стилю) 1882 года Положение о Геологическом Комитете определило

«1) В видах подробного изучения геологического строения России, при Горном Департаменте Министерства Государственных Имуществ состоит геологический комитет.

2) Геологическому комитету поручаются: 1) систематическое исследование геологического строения России; 2) разработка относящихся до сего предмета сведений и издание научных по оному сочинений; 3) составление и издание подробной геологической карты государства; 4) собирание горных пород и полезных ископаемых и составление из них систематических коллекций, и 5) содействие другим ведомствам и частным лицам по предметам занятий комитета» [7].

Таким образом, задачи по разведке месторождений полезных ископаемых перед Геолкомом вообще не ставились. Горный устав Российской империи относил вопросы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых к компетенции горнопромышленников и сторонних физических лиц, что было зафиксировано не только его многочисленными статьями, но и самим определением горного дела: *«Под именем горных промыслов разумеется приискывание, добывание, плавление, вываривание и обрабатывание минеральных естественных произведений, находящихся на поверхности или в недрах земли, как-то: 1) земель и камней; 2) металлов; 3) солей: поваренной, квасцов, купоросу т.п.; 4) горючих веществ»* (Ст. 1 Горного устава 1883 года [8]), которое дословно копировало определение, ранее сформулированное в Горном уставе 1832 года. Термин «приискывание» (который использовался при определении понятия горной науки еще Ломоносовым М.В. в 1742 году), как то следует из определений даваемых словарями русского языка, наиболее близок к современному «поиски». Горный словарь 1842 года [9] содержит термин «приискатель» и его немецкий, и французский эквиваленты, определявшие человека, занятого поисками, а также первооткрывателя месторождения или ведущего его эксплуатацию.

Помощник директора Геолкома Котульский В.К., выступая на заседании Научного Совета Геолкома в 1928 году отметил, что *«Изучение полезных ископаемых до 1915 г. не входило в круг основных задач Геологического Комитета, обязанностью которого являлось только составление геологической карты страны», хотя этот период, охарактеризованный им как «период непризнанного существования прикладной геологии в Геологическом Комитете» и был «ознаменован рядом выдающихся описаний месторождений полезных ископаемых» [10].*

Заняться изучением месторождений полезных ископаемых Геолком был вынужден в связи с государственными потребностями, возникшими в ходе первой мировой войны: *«Россия очутилась перед настоятельной необходимостью получения таких сырых продуктов горного промысла, потребность в которых в достаточном количестве покрывалась посто-*

янным привозом; для других продуктов горного промысла настало время их более интенсивной разработки, не стесненной ценами, устанавливаемыми и управляемыми международными монополизирующими предприятиями» [11]. «Война, потребовавшая от каждой из воюющих стран мобилизации всех ее средств, отвлекла внимание от заграничных инвестиций. Одновременно она стимулировала внутреннее производство. Поэтому 1915 г. – первый военный год – показывает уже снижение роли иностранного капитала в русской промышленности, продолжавшееся и в 1916 г.» [4]. Дополнительно, в 1915 году правительство начинает ликвидацию предприятий, принадлежащих германским, австрийским, венгерским и турецким подданным. С 1916 г. начинается период активного развертывания военного производства, и русская промышленность вступила в полосу наиболее интенсивного акционирования национального капитала.

Если в 1915 году сумма основного акционерного капитала в горной промышленности снизилась по сравнению с 1914 годом в 1,52 раза, то в 1916 году она уже превысила уровень 1914 года в 1,51 раз, а в 1917 году – в 2,49 раза. Возросло и количество вновь созданных обществ горного профиля: если в 1915 году их насчитывалось 27, то в 1916 году – 43, а в 1917 – 58 [5]. Причем в основе этого развития лежал уже российский капитал.

Необходимость геологического обеспечения развития отрасли в условиях военного времени резко усилила востребованность потенциала Геологического Комитета. В сентябре 1915 года «Директор Комитета доложил, что в течение лета поступил ряд спешных запросов как со стороны правительственных учреждений, так и частных лиц о месторождениях разнообразных полезных ископаемых. Многие запросы были настолько спешны, что ответы были даваемы не только устно, но даже по телефону» [12]. Материалы Геолкома свидетельствуют о многочисленных обращениях к нему со стороны Центрального Военно-Промышленного Комитета, Технического Комитета Главного Военно-Технического Управления, Горного Департамента, отдельных горнопромышленников, Комитетов акционерных обществ и т. д. Это потребовало изменения характера деятельности и структуры Геолкома: «в 1915 г. выделены были в Геологическом Комитете предметные секции [в том числе – Отдел прикладной геологии и разведок] и этим положено начало планомерному и систематическому изучению полезных ископаемых. Полевые работы 1916 г., которые велись по особой военной программе, дали весьма обильный материал по полезным ископаемым» [10]. Однако «вследствие обстоятельств военного

времени в 1916 г. Комитет принужден временно остановить свои исследования в целях составления десятиверстной карты Европейской России», а «значительная часть личного состава Комитета как штатного, так и сотрудников командирована для исполнения программы, согласно объяснительной записки к смете Горного Департамента». При этом, дополнительно было предписано, что «каждому геологу предлагается собрать на местах справки о таких месторождениях, которые Комитету до сих пор не были известны» [13].

Резкое изменение направленности и характера работы геологов Комитета не могло не привести к возникновению определенных протестных настроений, принявших весьма затяжной характер. Значительное внимание им уделил директор Комитета Мушкетов Д.И. в 1927 году в своем выступлении, предваряющим его доклад на президиуме ВСНХ, связанный с намеченной реорганизацией Геолкома. «Мы видим именно за последние годы, сначала в связи с войной, а затем в связи с ее последствиями, значительное изменение функций этих правительственных геологических органов, преимущественно в смысле увеличения так называемой прикладной их геологической работы. Степень и характер этого изменения у разных учреждений различная, но во всех случаях оно не происходило безболезненно, вызывая неизбежные нарекания с обеих сторон, как изнутри, со стороны основных научных кадров самих учреждений, так и извне, со стороны кругов правительственных и промышленных. Первые горячо восставали против пагубного «прикладничества», знахарства и «проституирования» науки, а вторые не перестают доказывать необходимость извлечения реальных ценностей и выводов из общих геологических исследований, приближения их к экономическим задачам и требованиям промышленности и жизни. Одновременно все более укрепляется принцип важности служебной роли геологических учреждений в общем аппарате экономического управления стран. Долгая и серьезная кампания в печати прошла за последние годы в отношении Северо-Американского Союзного Геологического Учреждения под давлением общественного мнения кругов горнопромышленного инженерства; хорошо резюмируется оно словами Президента Общества Горных Инженеров С.-А. С.Ш.А. Duight: «Геологу следует переменить свою роль историка совершившихся явлений на роль пророка и руководителя». Аналогичный обмен мнений происходил в Германии и у нас, но в меньшем масштабе» [14].

Судя по всему, возложение на Геолком обязанностей по выполнению геологоразведочных работ встретило серьезное сопротивление. В 1917 году, когда государство стало полным хозяином недр,

Геологический Комитет не стал объединять геологов бывших частных предприятий и горных округов [10]. В результате советское правительство в 1918 году создало независимый от Геолкома Центральный комитет промышленных разведок (с 1922 года – Центральное управление...) [15], который в 1923 году вошел в состав Геолкома [10]. Вместе с тем, для членов Геолкома стало очевидным, что «нас ждет в ближайшее время не столько дело поисков новых месторождений, сколько дело разведки уже известных месторождений и определения выгодности их разработки» [11].

На момент наделения Геолкома полномочиями по обязательному подтверждению обеспеченности запасами всех новых горных предприятий в СССР отсутствовала единая терминология и понятийная база оценки запасов. Преимущественно использовались наименования категорий запасов, предложенные комитетом XII Международного геологического конгресса («действительные», «вероятные» и «возможные»). Однако для отдельных полезных ископаемых и в отдельных регионах страны (например, на Дальнем Востоке) использовались, хотя и в меньшей степени, несколько иные варианты наименований категорий, такие как «разведанные», «очевидные», «предполагаемые», «детально разведанные», «требующие дополнительной разведки» и «сомнительные». Если *«раньше запасы, подсчетом которых занимался Геологический Комитет, должны были удовлетворять запросам геологического порядка, теперь же с производством промышленных разведок запасы, даваемые Геологическим Комитетом, являются базой для создания новых предприятий. Впервые Геологическому Комитету пришлось подсчитывать запасы достоверные и вероятные. При этом он встретился с фактом большой пестроты номенклатуры запасов и способов их подсчета»* [10]. При этом задачи социалистического планирования восстановления и развития народного хозяйства потребовали оценки количества запасов самой низкой степени изученности – «возможные», которая не предусматривалась «материнскими» Классификациями Гувера Г.К., XII Геологического конгресса и т.д., допускавшими только их качественную оценку. Данные обстоятельства вынудили Геолком приступить к разработке национальной Классификации запасов, а также «методологии подсчета запасов для месторождений разных типов, где будут указаны способы подсчета объемов и разработан вопрос о вероятности результатов, получаемых при разведке» [10].

На завершающем этапе работы по созданию национальной Классификации, подготовка к которой была начата еще в 1925 году, были разработаны две различные классификационные схемы, которые были представлены специально созданной Геолкомом Комиссии по методике подсчета запасов.

Первая схема была предложена геологами Иваном Семеновичем Васильевым и Анатолием Капитоновичем Болдыревым. Автором второй являлся известный горняк Николай Ильич Трушков, признанный основоположником отечественной научной школы по разработке рудных месторождений, много занимавшийся также вопросами опробования рудных месторождений. Работники Ленинградского горного института Трушков Н.И. и Болдырев А.К. постоянно сотрудничали с Геолкомом, а начальник отдела разведок Геолкома Васильев И.С. преподавал в этом институте. К сожалению, Васильев И.С. рано ушел из жизни из-за рака легких в июне 1927 года еще до внедрения Классификации в практику работы Комитета.

Примечательно, что все перечисленные ученые позитивно восприняли революционные преобразования. Васильев И.С. сразу после революции был выбран в Екатеринбургский Комитет общественной безопасности и в первый состав Совета рабочих и солдатских депутатов от рабочих и служащих Верх-Исетского округа, а Трушков Н.И. в 1918 году вернулся в Петроград из США, куда был командирован в 1917 году, в 1919 году он был техническим консультантом Горного совета ВСНХ, а с 1920 года – консультантом и техническим инспектором Сибпромбюро. Болдырев А.К. в конце 1910 года за участие в студенческом движении был арестован и сослан на три года в Пермскую губернию.

Различный характер профессиональной деятельности авторов проектов Классификации (горняк и геологи) позволила специальной комиссии Геолкома, вольно или невольно, сформировать два независимых варианта видения принципов ее построения, которые предполагалось впоследствии гармонизировать. В этом заключается нетрадиционность подхода к организации разработки Классификации. Современная практика, когда обсуждению подлежит единственный вариант предлагаемого норматива (размещаемый, например, на сайте regulation.gov.ru), явно проигрывает использованному Геолкому варианту, поскольку неявно вынуждает вести обсуждение в заранее оговоренных рамках единственной концептуальной схемы.

Содержание предложений Васильева И.С. детально изложены в его курсе лекций, подготовленном к печати и опубликованном уже после его смерти [16]. По его мнению *«геолог-разведчик должен поэтому, называя подсчитанные им запасы тем или иным термином, хотя бы приблизительно характеризовать возможную ошибку подсчетов»*. Используя в качестве критерия категоризации запасов условия и ошибку подсчета, он предлагал делить запасы на четыре категории:

«1. Вскрытыми запасами называть запасы, вскрытые и неразрезанные подготовительными выработками для добычи. <...> Очевидно,



На фото: А.К. Болдырев

вскрытые запасы дают цифры наиболее близкие к действительности. Все же даже цифра вскрытых запасов оказывается всегда не вполне точной, но ошибки, зависящие от системы нарезки, обычно не превышают 5 %.

2. Второй по степени точности цифр термин я предложил бы в виде «детально-разведанных запасов» понимая под этим термином запасы, подсчитанные на основании детальной разведки. <...> Детально разведанными запасами я предложил бы называть запасы площадей, на которых контуры рудного тела увязаны, во всяком случае, хотя бы редкой сетью выработок и скважин, т. е. приблизительно форма рудного тела установлена вполне определенно, но контуры местами проведены предположительно и могут в действительности несколько изменить свое положение. Цифры детально разведанных запасов менее точны, чем цифры вскрытых запасов, но возможная ошибка подсчета не должна быть более 10 %.

3. Вообще говоря, подсчитывать запасы следовало бы только на основе детальной разведки, но принимая во внимание, что временами для суждения о минеральных ресурсах разведываемого участка можно говорить почти уверенно о крупных запасах, даже на основании только предварительной разведки, необходимо установить термин «вероятных запасов», понимая под этим запасы тех частей рудного тела, контуры которых вовсе не прослежены разведкой, но наличие которых не возбуждает никакого

сомнения. <...> Таким образом, вероятные запасы должны представлять собою минимум, наличие которого возможно утверждать, хотя месторождение подверглось только предварительной разведке. Очевидно, вероятные запасы могут оказаться во много раз меньше действительных и потому точность цифр вероятных запасов не может быть выражена даже приблизительно. Можно только утверждать, что ошибка в подсчете входит только со знаком плюс, т.е. дальнейшая разведка будет увеличивать цифры вероятных запасов.

4. Если даже для суждения о минеральных ресурсах разведываемых площадей указан в виде вероятных запасов достоверный минимум их, то геолога-разведчика всегда спросят и о возможном максимуме запасов, предложив этот максимум дать хотя бы грубо приблизительно. На основании геологического строения участка всегда возможно высказать предположение о возможном простирании и протяженности в глубину рудного тела, выход которого найден, и грубо приблизительно подсчитать его запасы. Такого рода цифры запасов, я предложил бы называть геологически возможными запасами. Таким образом, геологически возможные запасы представляют собою вероятный максимум запасов рудных тел, выхода которых определенно установлены» [16].

В ноябре 1926 года свое видение Классификации представил Болдырев А.К. [17], обобщив ее в форме **таблицы 1**.

Как видим, именно Болдырев А.К. впервые кодифицировал категории запасов буквами. Он, классифицируя запасы, как и Васильев И.С., по степени их разведанности, указывал, что его предложения отличаются от предложений Васильева И.С. по трем следующим основным направлениям [18]:

Во-первых, он считал использование терминов «вероятный» и «возможный» не корректными: «по точному смыслу этих слов все, что «возможно», является и «вероятным», и обратно: все, что «вероятно», является и «возможным» [18]. Кроме того, «в силу их указанной выше неопределенности разные [иностранцы] классификации употребляют их в совершенно разных смыслах».

Во-вторых, «установление предела ошибки при определении запасов, как это сделал

Таблица 1.

Классификация Болдырева А. К. [17]

А) Разведанный и подготовленный	
В) Разведанный, но неподготовленный	
С ₁) Неразведанный минимальный	С ₂) Неразведанный максимальный
А+В+С ₁) Суммарный минимальный	А+В+С ₂) Суммарный максимальный

И.С. Васильев, является весьма важной, но и трудной задачей. Немедленное указание точных цифр для этих пределов является очень соблазнительным, но, к сожалению, пока не осуществимым» [18]. Он обратил внимание на то, что предлагаемые Васильевым И.С. погрешности подсчета запасов по категориям не могут считаться универсальными, т. к. «дешевые ископаемые никогда не разведываются и не должны разведываться с той степенью детальности, как более дорогие. Это делает совершенно нерациональным включение одних и тех же пределов ошибки в характеристики категорий общей классификации запасов» [18]. Введение пределов ошибок в общую Классификацию, по его мнению, означало отказ от общей Классификации. Кроме того, Болдырев А.К. указал, что ни одна из ранее предложенных Классификаций не устанавливала таких цифр. Он был, безусловно, прав. В первой части настоящей статьи авторы обращали внимание на то, что Аргалл Ф. предлагал вводить в результаты подсчета запасов понижающие поправочные коэффициенты, зависящие от их категории. Однако эти коэффициенты (фактически – ожидаемые ошибки) не являлись у него классификационными признаками, т.е. полагалось, что не ошибки определяют категорию, а наоборот – категория, определяемая по иным признакам, предопределяет погрешность подсчета запасов.

В-третьих, Болдырев А.К. возражает против использования понятия «геологически возможные запасы», считая, что «роль геологии в установлении наименее достоверной части запасов, конечно, часто весьма велика, но не единственна». «В подсчете, так называемых «возможных», а иногда и, вообще, неразведанных запасов в еще большей степени, чем геология, руководящую роль должны часто играть здравый смысл и осторожность» [18].

Общее понимание Трушковым Н.И. содержания классификации вытекало из его видения задач горного предприятия. Еще во время работы в Томском технологическом институте он писал: «*Всякое горное предприятие основывается для того, чтобы извлечь пользу, в виде ли прибыли частного предпринимателя или продукта государственного потребления, если предпринимателем будет само государство*», а «*Сбережение и рациональное использование естественных богатств страны – минеральных, горючих, лесов, вод, как и сбережение труда, в целях увеличения национальной производительности, составляет в настоящее время одну из главных задач любого правительства*» [20]. Т. е. Трушков Н.И. вполне однозначно понимал различие содержания задач горного промысла в условиях его государственной и частной собственности, на условия которой были ори-



На фото: И.С. Васильев

ентированы известные на тот момент Классификации. При этом Трушков Н.И. хорошо знал состояние зарубежной горной промышленности – в 1907, 1909–1910 и в 1917 годах он изучал опыт работы горных предприятий Германии, Бельгии, Мексики, а также США. Судя по его публикациям, наиболее сильное впечатление на него произвела организация горной промышленности в США, где в 1909 году он был избран в члены Американского института горных инженеров и металлургов. Не удивительно, что в качестве основы своего варианта Классификации Трушков Н.И. использовал Классификацию другого горного инженера – Гувера Г.К.

Предложенная Геолкому в 1927 году Классификация Трушкова Н. И. [20], по его утверждению «*в принципе является классификацией Н. С. Hoovera*», а «*чисто формальным отличием от нее нужно считать подразделение всех запасов на две категории – промышленные и непромышленные запасы в настоящее время, но имеющие значение для будущего*» [20].

Поскольку ключевым квалификационным элементом Классификации Гувера Г. К. являлась оценка риска нарушения непрерывности тела полезного ископаемого, то раскрывая свои предложения, Трушков Н.И. указывает: «*Основой классификации является подразделение запасов промышленного полезного ископаемого на три группы по принципу вероятности существования (наличности). <...> Три основные группы подразделены на подгруппы по признакам подготовленности и разведанности месторождения*» [20]. В предложенной им общей Классификации запасов Трушков Н.И. выделил три категории запасов, имеющих промышленное значение:

«*1. Достоверный («доказанный»), «действительный», «определенный».* Подготовленный и вполне разведанный запас. Нет никакого опасе-



На фото: Н.И. Трушков

ния, что полезное ископаемое выклинится или потеряет ценность. 1. Запас, вполне установленный и вскрытый достаточным числом горных выработок. 2. Запас, разведанный достаточным числом скважин по падению, простиранию и мощности (для пластовых месторождений правильного и равномерного содержания).

II. Вероятный. Частично подготовленный или разведанный запас. Запас, который в смысле наличности представляет некоторый риск, но допускает предположение непрерывного продолжения в пределах, определенных подготовительными и разведочными работами. 1. Запас, частично вскрытый горными работами. 2. Запас, подсеченный разведочными скважинами: а) вполне разведанный запас. <...> б) Частично разведанный запас. 3. Запас, установленный геофизическими методами разведки в комбинации с горными и буровыми работами» [20].

К «непромышленному запасу» Трушков Н.И. относил «запасы непромышленные в настоящее время, но могущие оказаться промышленными в будущем», фактически выделяя категорию забалансовых запасов, но не предполагая деления их по степени достоверности изучения.

Помимо приведенной общей Классификации Трушков Н.И. предложил и «суженную» Классификацию запасов, ориентированную исключительно на рудные месторождения.

Существенным достоинством своей Классификации Трушков Н.И. считал ее близость к подходам, используемым в американской и европейской практике.

Поскольку Классификации Болдырева А.К. и Васильева И.С. использовали единый принцип классификации – по степени разведанности, то им удалось достичь компромисса и совместно представить на обсуждение единую Классификацию Болдырева-

Васильева [21]. За месяц до публикации этой работы в Горном журнале Васильев И.С. ушел из жизни. Оба автора подтвердили ранее представленную Болдыревым А.К. критику использования при классификации «вероятности действительного существования запаса» и согласились с тем, что использование «предельной ошибки цифры запасов» пока преждевременно. Эта совместная Классификация включала четыре категории запасов:

«I. Подготовленный запас, подготовленный к добыче и вполне достаточно опробованный.

II. Разведанный – запас в пределах наиболее вероятного контура, соединяющего крайние точки минерального тела, обнаруженные всеми имеющимися выработками и скважинами, находящимися достаточно близко друг от друга (запас I выключается из этого контура).

III1. Предполагаемый минимальный запас за пределами указанного контура, но с возможной несомненностью установленный геологическими, геофизическими и др. исследованиями

III2. Предполагаемый максимальный – это максимальный запас за пределами разведанного контура, являющийся вероятным (или, что то же, возможным) по геологическим, геофизическим и всяким иным соображениям (III2 включает в себе III1)» [21].

Авторы также дали оценку значимости различных категорий для промышленности:

«I – фигурирует целиком или частично в точных добычных сметах предприятия.

I+II – фигурирует в перспективных планах добычи на ближайшие годы.

I+II+III1 – суммарный минимальный – фигурирует в учете минеральных ресурсов и в более отдаленных перспективных планах.

I+II+III2 – суммарный максимальный – в учете ресурсов и в планах добычи фигурировать не должен и нужен лишь для разрешения вопроса, заслуживает ли данное месторождение дальнейшей разведки, и в какую сторону ее надо направить» [21].

Ими же было предложено оценивать разведанность месторождения по «коэффициенту разведанности», вычисляемому по количеству запасов различных категорий по формуле:

$$K = (I+II) / (I+II+III_2)$$

Следует обратить внимание на то, что запасы категории III1 и III2, которые в настоящее время следовало бы именовать прогнозными ресурсами, близки к понятию «Перспективная руда» Гувера Г.К., количество которой не подлежало подсчету по его Классификации. Причина этого отказа состояла в том, что наличие оценки их количества могло вводить инвестора в заблуждение и создавать возможность мошеннических действий. Не случайно и в современном шаблоне CRIRSCO понятие прогнозных ресурсов отсутствует, а геологическая ин-

формация, используемая в России для оценки их количества, характеризуется понятием «результаты геологоразведочных работ» (exploration results), которые недопустимо использовать для получения оценок количества полезного ископаемого.

Однако в условиях плановой системы хозяйствования Болдыреву А.К. и Васильеву И.С. было необходимо дать количественное выражение запасов категории III для последующего использования при выборе наиболее перспективных площадей постановки геологических работ. И они нашли интересное компромиссное решение: дать две оценки ресурса в пределах одного и того же контура – минимальную и максимальную (категории III1 и III2). Это, с одной стороны дало возможность дать количественную оценку ресурса, а с другой – предоставить инвестору понятную ему оценку риска, выражаемую разностью двух альтернативных вариантов подсчета. Представляется, что эта идея не утратила своего значения и могла бы быть использована при создании нового варианта отечественной Классификации, путем введения обязательной двухвариантной оценки количества прогнозных ресурсов (преимущественно категорий P_2 и P_3), что, вероятно, «примирило» бы нашу Классификацию с Шаблоном CRIRSCO (не стоит забывать, что минимальная оценка может иметь и нулевое значение).

В своем проекте Болдырев А.К. и Васильев И.С. определили необходимость последующего создания инструкций «для каждого из главных типов ископаемых и месторождений», которые должны были определить: «1) Степень необходимой подготовки и опробования запаса I. 2) Допустимые расстояния между отдельными точками контура запаса II. 3) Примерные допустимые пределы ошибок при определении объема, веса и содержания полезного компонента в рудах категорий I и II и т.д.» [21].

После формирования вышеизложенных предложений 16.05.1927 Геологический комитет обратился к специалистам заинтересованных учреждений и организаций со специальным обращением [22]. В нем указывалось, что «по мере расширения государственной планирующей деятельности в области горнопромышленности Союза, при работах по учету ресурсов минерального сырья вопрос о разработке единой классификации запасов полезных ископаемых сделался совершенно актуальным и срочным» и что «все попытки унификации подсчетов при оценке минеральных ресурсов фактически встречаются с серьезными препятствиями, являющимися следствием отсутствия единства в отправных точках зрения на понятия тех или иных категорий», «в вопросе номенклатуры категорий запасов до сих пор нет полного единства и за границей. Даже в Америке, где вопросу классификации запасов рядом круп-

нейших специалистов уделялось много внимания, данный вопрос нельзя считать разрешенным». Обращение указывало, что Геолком «с 1925 г. ведет большую подготовительную работу по выработке рациональной классификации запасов месторождений, которая была бы приемлема как в условиях СССР, так и вообще, поскольку означенный вопрос регулируется международными Геологическими Конгрессами». Констатировано, что эта работа подошла к своей конечной фазе и в результате работ специальной комиссии Геолкома «наметилось два различно обоснованных возможных решения, не позволяющих успешно слить их в одно целое» – Классификация Трушкова Н.И. и Классификация Болдырева А.К. – Васильева И.С. Геолком предложил заинтересованным лицам направить свои предложения до 01.11.1927 в его комиссию по методике подсчета запасов.

После выхода обращения Геолкома развернулась активная дискуссия и в прессе [23–27 и др.]. Среди участников дискуссии не было единодуший: часть поддерживала проект Болдырева А. К. – Васильева И.С, а часть – Трушкова Н.И. Участники дискуссии также вносили отдельные предложения и предлагали варианты модификации проектов Классификаций.

Особо следует выделить работу Михеева Н.С. [27] который, предлагая свое, незначительно отличающееся от вышеописанных понимание категорий, обратил внимание на то, что «при определении запасов требуется совершенно различный подход к отдельным месторождениям, в зависимости от степени правильности их по залеганию и постоянства состава по содержанию.

В этом отношении все, вообще, месторождения можно разделить также на 3 группы:

А. Более или менее правильные по залеганию и постоянные по составу.

Б. Правильные по залеганию, но не постоянные по составу или наоборот, и

В. Неправильные по залеганию и непостоянные по составу» [27].

Тем самым Михеев Н.С. первым предложил классифицировать месторождения по сложности геологического строения и учитывать группу их сложности при категоризации запасов, что значительно позднее было внедрено в практику оценки месторождений.

Среди предложений Михеева Н.С. есть одно весьма примечательное, касающееся структуризации Классификации. Он писал: «Однако, мне кажется, правильнее и естественнее было бы строить ее в направлении, обратном тому, какое обычно принято, а именно, идти от возможных запасов к очевидным, а не наоборот. Действительно, каждое поступившее в эксплуатацию месторождение переживает именно процесс выявления и уточнения заключающихся в

нем запасов, при чем по мере прорезывания его разведочными и горным работами геологически возможные запасы перемещаются в вероятные, а вероятные — в очевидные» [27]. Примечательность этой мысли состоит в том, что почти через 90 лет с идентичным предложением, вероятно независимо от Михеева Н.С., выступили авторы работы [28]: «В отличие от существующей, начинающейся с запасов категории А, предлагается начинать Классификацию с прогнозных ресурсов категории РЗ и завершать запасами категории А. Это будет строго соответствовать стадийности геологоразведочных работ (ГРР)». Данный пример является наглядным подтверждением справедливости упомянутого в первой части статьи высказывания Рикарда Т. А. 1904 года: «Нет ничего более расточительного, чем утрата опыта».

Наделение Геолкома правовыми полномочиями по оценке запасов вновь осваиваемых месторождений полезных ископаемых фактически привело к формированию правомочного корпуса выполняющих ее экспертов (сотрудников Геолкома), что потребовало наличия формализованных требований (наилучших практик) ее выполнения. Система таких требований предусматривала необходимость разработки нормативных документов, регламентирующих порядок получения геологической информации, классификации запасов и отвечающих ей требований к подсчету запасов и отображению результатов геологоразведочных работ в отчетной документации.

В 1926 году вышли проекты восьми инструкций Геолкома «по опробованию месторождений полезных ископаемых при разведках и экспертизе»: «По рудным месторождениям», «По золотым россыпям», «По опробованию алмазным бурением», «По месторождениям угля», «По месторождениям нефти», «По опробованию йодистых вод», «По опробованию радиоактивных вод» и «По сокращению проб» [29]. При этом далеко не все инструкции готовились именно Геолкомом в связи с наложенными на него функциональными ограничениями: «Работы по определению качества полезного ископаемого, а именно, его способности к обогащению, металлургических свойств, стандартов и т. д., лежат вне сферы компетенции Геолкома и целиком входят в сферу деятельности научно-исследовательских институтов» [30]. Например, «Инструкция по сбору образцов углей» [31] была в 1928 году разработана Угольным Геологоразведочным институтом ГГРУ и т.д. Таким образом, работа по созданию нормативной базы геологоразведки успешно продвигалась, однако отсутствие Классификации запасов ограничивало возможности перехода к следующему этапу работы – формированию стандартизированных требований к содержанию геологической и учетной отчетности, т.е. решение

задачи по разработке Классификации имело и отраслевое значение. Классификацию требовалось сформировать как можно быстрее и Геолком вынужден был торопиться.

По итогам обсуждения проектов, сопровождавшимся анкетным опросом учреждений, предприятий и лиц, а также результатов обсуждения на страницах специальной прессы, Геолком пришел к двум выводам: «1) что принятые обозначения для разных категорий запасов, как то: «вероятный», «возможный», «разведанный» и т.п., разными лицами понимаются далеко не одинаково и не могут также быть заменены какими-нибудь другими ясными терминами, которые не допускали бы разного толкования, почему всякие обозначения запасов приходится считать условными и определяемыми содержанием, которое в них будет вложено; 2) что при классификации запасов по категориям ясность и определенность их получается лишь в том случае, когда в основу деления положено назначение той или иной категории запасов соответственно реальным требованиям народного хозяйства» [32]. Исходя из этого, Геологический Комитет отказался от попыток согласовать между собой применявшиеся раньше и вновь выдвинутые классификации запасов и, основываясь преимущественно на предложениях Болдырева А.К. и Васильева И.С., разработал классификационную схему, реализованную в форме первой советской Классификации запасов, которая действовала до ее модификации в феврале 1933 года.

Предметом следующей, окончательной, части настоящей статьи и будет рассмотрение содержания Классификации с точки зрения возможности применения отдельных ее положений для совершенствования ныне действующей национальной Классификации запасов.

Выводы:

Таким образом:

1. Создание первой отечественной Классификации было обусловлено требованиями развивающейся социалистической плановой государственной системы хозяйствования. Учет реальных и спекулятивных интересов инвесторов горного промысла Классификацией не предусматривался.


2. Разработка Классификации опиралась на существующую международную практику, однако в случае ее несовпадения с интересами национального развития, приоритетным решительно признавались интересы народного хозяйства страны.

3. Классификация разрабатывалась с учетом дальнейшего использования результатов ее применения не производителями, а потребителями геологической информации.

4. Процесс работы над Классификацией состоял в независимом формировании альтер-

нативных проектов, независимо создаваемых представителями потребителей и производителей геологической информации с последующим поиском компромиссных решений. Целесообразно было бы попытаться реализовать это решение и при подготовке новой российской Классификации, предложив компаниям различных отраслей горной промышленности, органам государственного управления и учета, а также отдельным специалистам независимо друг от друга подготовить свои, наиболее приемлемые варианты Классификации. Это позволило бы

еще на стадии разработки выявить, понять и устранить конфликтные «болевы точки» формируемой системы оценки запасов.

5. Содержащиеся в проекте А. К. Болдырева и И. С. Васильева предложения, по многовариантной оценке, количеств наименее разведанных запасов (прогнозных ресурсов в современном понимании) целесообразно использовать при оценке прогнозных ресурсов, что без нарушения интересов национального государственного строительства позволит сблизить отечественные классификационные подходы с подходами CRIRSCO. 

Литература

1. Положение о Геологическом Комитете ВСНХ СССР, утвержденное 18 декабря 1926 г. // Известия геологического комитета. – 1927. – Т. 46. – № 1. – С.1-4.
2. Тетяев М. М. Краткий отчет о деятельности Геологического Комитета в 1927/28 бюджет. году, Доклад Ученого Секретаря Геологического Комитета на открытом годовом заседании Научного Совета Геологического Комитета 14 апреля 1929 г. // Известия геологического комитета. – 1929. – Т. 48. – № 2. – С.119-150.
3. От Геологического Комитета СССР // Горный журнал. – 1928. – № 1. – С. 602-603.
4. Эвентов Л. Я. Иностранные капиталы в русской промышленности. М., Л.: Государственное социально-экономическое издательство, 1931. – 104 с.
5. Маевский И. В. Экономика русской промышленности в условиях первой мировой войны. М.: Государственное издательство политической литературы, 1957. – 391 с.
6. Оль П. В. Иностранные капиталы в России. Петроград: Институт экономических исследований, 1922. – 305 с.
7. Высочайше утвержденное положение и штат Геологического Комитета // Горный журнал. – 1882. – Т. 1. – № 3. – С. XXIII-XXVIII.
8. Савич Г. Г. Русское горное законодательство с разъяснениями. Часть первая (Свод. Зак. Т. VII) с Продолжением 1902 г., новейшими узаконениями, инструкциями, распоряжениями Министерств и определениями Прав. Сената. СПб.: Типография Д.В.Чичинадзе, 1903. – 1780 с.
9. Спасский Г. Горный словарь. – Ч. 2. М.: Типография Николая Степанова, 1842. – 272 с.
10. Котульский В. К. Разведка и изучение полезных ископаемых Геологическим Комитетом. Речь, прочитанная на открытом годовом заседании Научного Совета Геологического Комитета 12 февраля 1928 г. // Известия геологического комитета. – 1928. – Т. 47. – № 2. – С.133-152.
11. Богданович К. И. Значение практической или экономической геологии в промышленной жизни страны // Естественные производительные силы России. – 1920. – Том IV. – Отдельный выпуск. – 44 с.
12. Журнал Присутствия Геологического Комитета. Заседание 24 сентября 1915 г. // Известия геологического комитета. – 1915. – Том 34. – № 6. – С. 265-328.
13. Журнал Присутствия Геологического Комитета. Заседание 1 декабря 1915 г. // Известия геологического комитета. – 1915. – Том 34. – № 9. – С. 573-588.
14. Мухометов Д. И. Задачи и организация Всесоюзного Геологического Комитета. Речь Директора Геологического Комитета на открытом годовом заседании Научного Совета Геологического Комитета 30 января 1927 г. // Известия геологического комитета. – 1927. – Том 46. – № 1. – С. 5-10.
15. От редакции // Труды Центрального управления промышленных разведок. – 1922. – Вып. 1. – С. III-V.
16. Васильев И. С. Курс разведочного дела. Л.: Из-во Кубуч, 1929. – 514 с.
17. Болдырев А. К. О классификации запасов полезного ископаемого в месторождениях // Горный журнал. – 1926. – № 11. – С. 725-728.
18. Болдырев А. К. Дополнение к статье «О классификации запасов полезного ископаемого в месторождениях» // Горный журнал. – 1927. – № 2. – С. 115-116.
19. Трушков Н. И. О горном деле, деятельности горного инженера и задачах высшей горной школы // Вестник сибирских инженеров. – 1923. – Том IV. – № 4. – С. 1-11.
20. Трушков Н. К вопросу о классификации запасов полезных ископаемых // Горный журнал. – 1927. – № 4. – С. 216-218.
21. Болдырев А. К., Васильев И. С. К вопросу о классификации запасов полезных ископаемых // Горный журнал. – 1927. – № 7. – С. 387-389.
22. К вопросу о классификации запасов полезных ископаемых (От геологического Комитета СССР) // Горный журнал. – 1927. – № 7. – С. 387.
23. Берлиг Н. И. К вопросу о классификации запасов полезных ископаемых (Отзыв на циркуляр Геологического Комитета) // Поверхность и недра. – 1927. – № 5-6. – С. 3-6.
24. Паршин Н. Е. К вопросу об единой классификации запасов полезных ископаемых (К анкете Геологического комитета) // Горный журнал. – 1927. – № 10. – С. 610-613.
25. Пальчинский П. А. К вопросу о классификации запасов полезных ископаемых и о практических целях и методах таковой (По поводу анкеты Геологического Комитета) // Поверхность и недра. – 1927. – № 7-8. – С. 13-19.
26. Марков П. Н. К вопросу о классификации запасов полезных ископаемых // Минеральное сырье. – 1928. – № 2. – С. 134-138.
27. Михеев Н. С. К вопросу о классификации запасов месторождений полезных ископаемых (Отзыв на анкету Геолокома) // Поверхность и недра. – 1928. – № 1. – С. 5-7.
28. Быховский Л. З., Печенкин И. Г. К вопросу о новой «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – № 2. – С. 43-48.
29. Материалы по методике опробования месторождений. Л.: Издание геологического комитета, 1926. – 119 с.
30. Общие предпосылки пятилетнего плана Геологического Комитета // Материалы к пятилетнему плану геологического комитета 1928/29—1932/33 г. Л.: Издание геологического комитета, 1929. – С. 15-29.
31. Программа исследования углей. Инструкция по сбору образцов углей для систематического геологического, петрографического и химического изучения углей и угольных пластов // Обзор главнейших месторождений углей и горючих сланцев СССР. Л.: Издание геологического комитета, 1930. – С. 282-285.
32. От геологического комитета СССР // Горный журнал. – 1928. – № 1. – С. 602-603.

UDC 553.042:351.823.3

T.B. Rogova, Dr. Sc. (Tech.), professor, Gorbachev Kuzbass State Technical University, rogtb@mail.ru

S.V. Shaklein, Dr. Sc. (Tech.), Leading Research Scientist, The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS, svs1950@mail.ru

RESOURCES CLASSIFICATION OF THE USSR GEOLOGICAL COMMITTEE AND ITS USE IN THE IMPROVEMENT OF THE MODERN CLASSIFICATION SYSTEM. PART 2 – CREATION

Abstract: The reasons for the lack of interest in the creation of national classification of solid minerals resources in pre-revolutionary Russia and the reasons for its creation in the 1920s were explained. The content of alternative projects of the first national mineral resources classification is presented. The original approach to their formation and discussion is noted. It is noted that the proposed in the draft classification "probable resource" estimation in the form of a maximum and minimum tonnage can be used to estimate modern prognostic resources.

Keywords: solid minerals; classification of mineral resources; categories of minerals resources; mineral resources classification history.



Дадькин В.С.
д.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технический
университет», профессор кафедры
«Цифровая экономика»
dadykin88@bk.ru



Дадькина О. В.
к.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технический университет»,
доцент кафедры «Цифровая экономика»
atamanova_281287@mail.ru

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ОНТОЛОГИИ И ТЕЗАУРУСА СИСТЕМЫ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В условиях цифровизации отраслей народного хозяйства, в том числе геологической отрасли, актуальным становится вопрос проектирования баз знаний, основанных на использовании накопленного геолого-экономического материала. В подобных условиях необходимо разработать методику, которая позволит сформировать онтологию и тезаурус системы геолого-экономического мониторинга. Онтологии находят свое применение в отраслях, характеризующихся большим объемом гетерогенной информации об объекте исследования, размещенной в многочисленных информационных ресурсах. Данная специфика присуща геологической отрасли. Методические рекомендации, содержащиеся в данной статье, могут быть использованы при проектировании онтологий и тезаурусов в геолого-экономической предметной области.

Ключевые слова: онтологический инжиниринг, цифровизация в геологии, тезаурус, геолого-экономический мониторинг.

В настоящее время в рамках цифровизации геологической отрасли особое внимание уделяется вопросу создания технической возможности построения таких информационно-аналитических систем в сфере геологии и недропользования, на основе которых возможным станет принятие управленческих решений по рациональному регулированию фонда недр.

Усугубляется данная проблематика значительным сокращением профильных специалистов в отрасли, а также разнородностью имеющихся геологических информационных ресурсов, содержащих сведения об объектах недр. Одним из вариантов решения данной проблемы является применение онтологического инжиниринга в геологической отрасли.



Рис. 1
 Контекстная диаграмма процесса «Геолого-экономический мониторинг использования минерально-сырьевой базы»

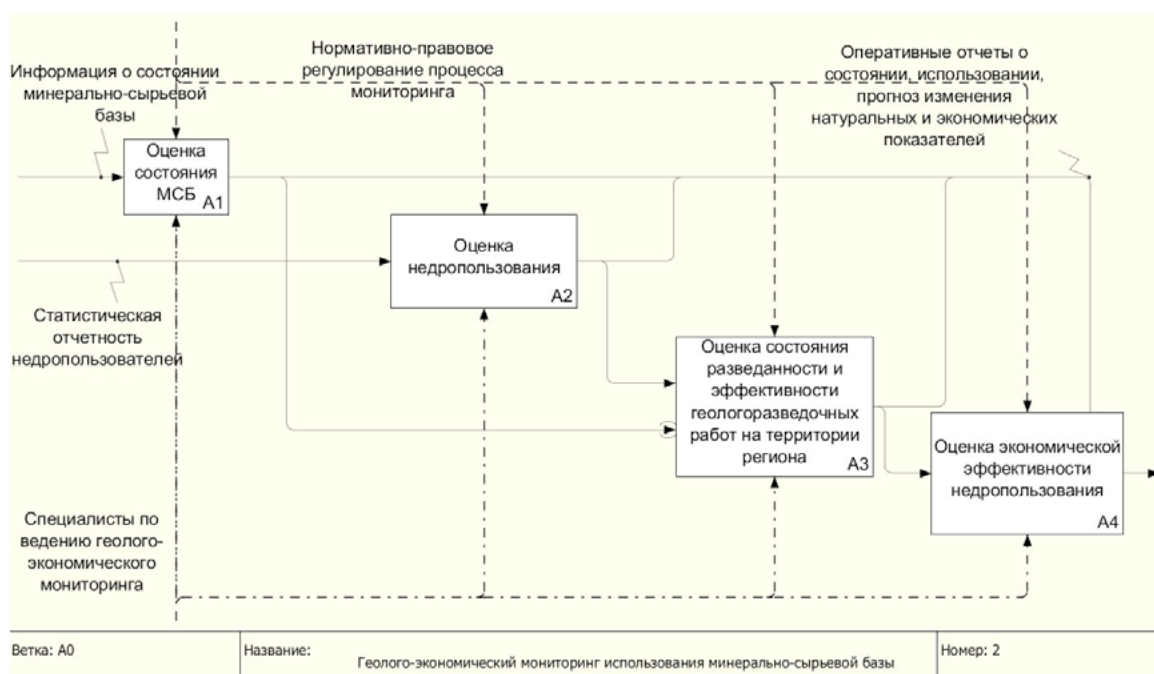


Рис. 2
 Диаграмма декомпозиции процесса «Геолого-экономический мониторинг использования минерально-сырьевой базы»

Целью данной статьи является разработка методики формирования онтологии и тезауруса системы геолого-экономического мониторинга в составе геологических информационных ресурсов (баз данных), содержащих различные виды геологической изученности территории, путем формирования онтологии геологических информационных ресурсов.

Для достижения данной цели потребуется решить следующие задачи:

- определить на основе тезауруса семантические связи элементов (таксонов) и построить логическую модель взаимосвязи сущностей;
- построить на основе логической модели онтологическую структуру, содержащую помимо сущностей их атрибутивный состав и экземпляры (примеры) реализации;
- разработать на основе онтологии геологических информационных ресурсов структуру системы геолого-экономического мониторинга.

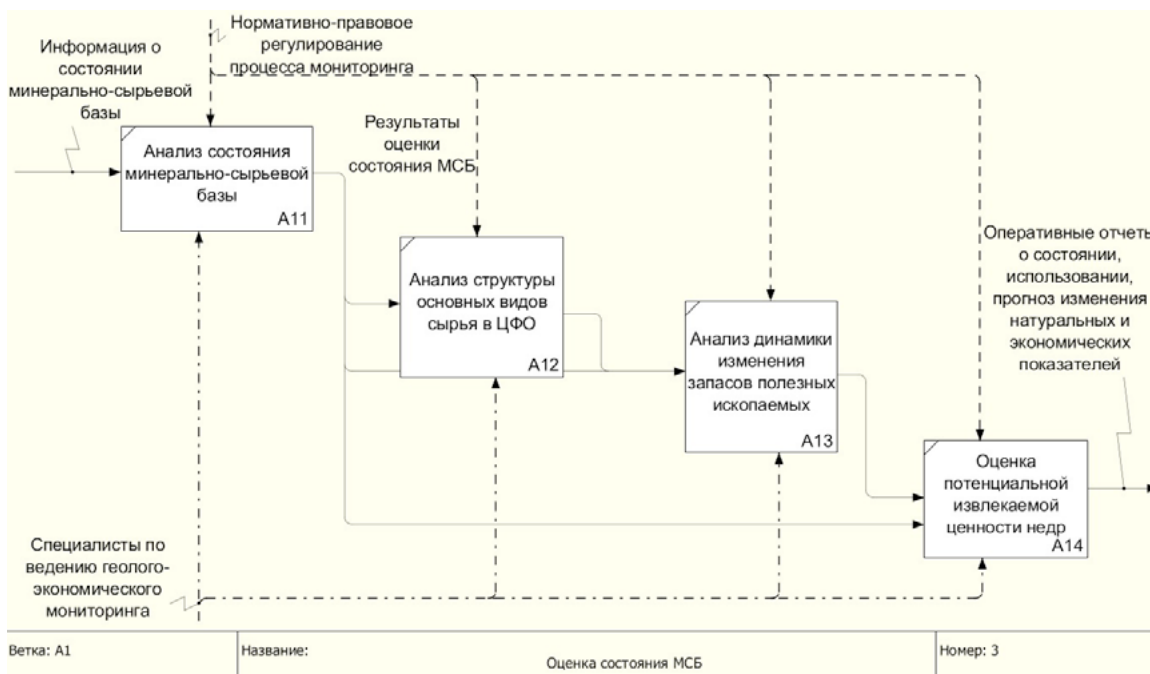


Рис. 3
 Диаграмма декомпозиции процесса «Оценка состояния минерально-сырьевой базы»

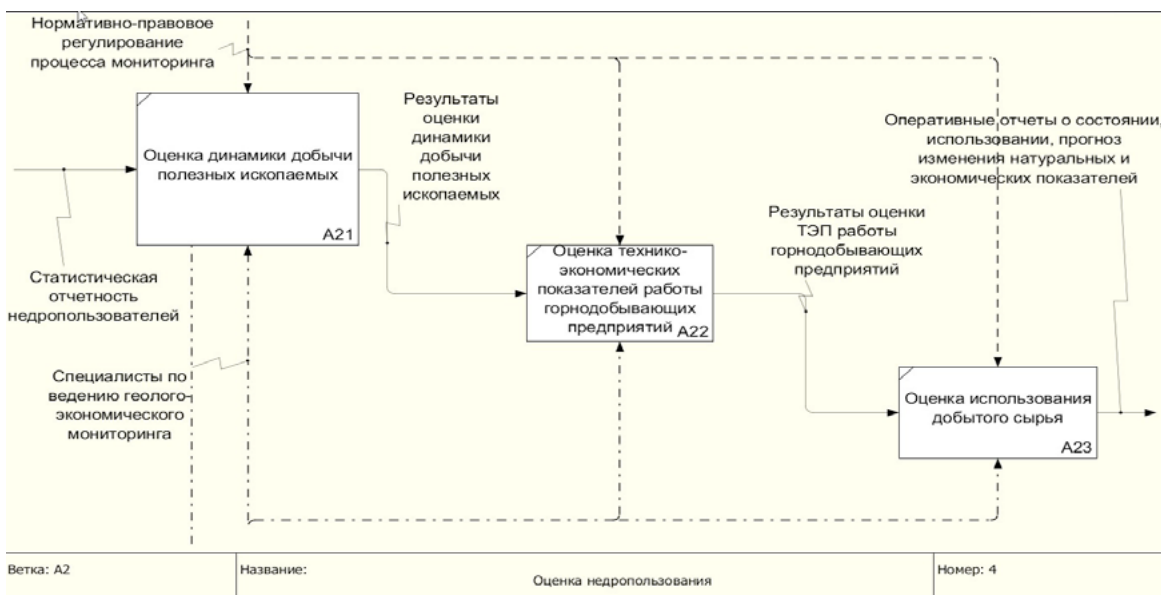


Рис. 4
 Диаграмма декомпозиции процесса «Оценка недропользования»

Геолого-экономический мониторинг, по нашему мнению, представляет собой систему постоянно действующих мероприятий по сбору, накоплению, анализу, оценке эффективности геолого-экономических показателей по субъекту Российской Федерации или Федеральному округу Российской Федерации.

Геолого-экономическую информацию о минерально-сырьевой базе в системе мониторинга можно разделить на четыре основных блока:

1) Состояние минерально-сырьевой базы.

- 2) Использование минерально-сырьевой базы.
- 3) Состояние разведанности и эффективности геологоразведочных работ на территории.
- 4) Экономическая эффективность недропользования.

С целью формализации бизнес-процессов и последующего проектирования базы данных необходимо разработать функциональные диаграммы с использованием нотации моделирования IDEFO (рис. 1-6).

Вся экономико-аналитическая информация о минерально-сырьевой базе, в настоящее время,

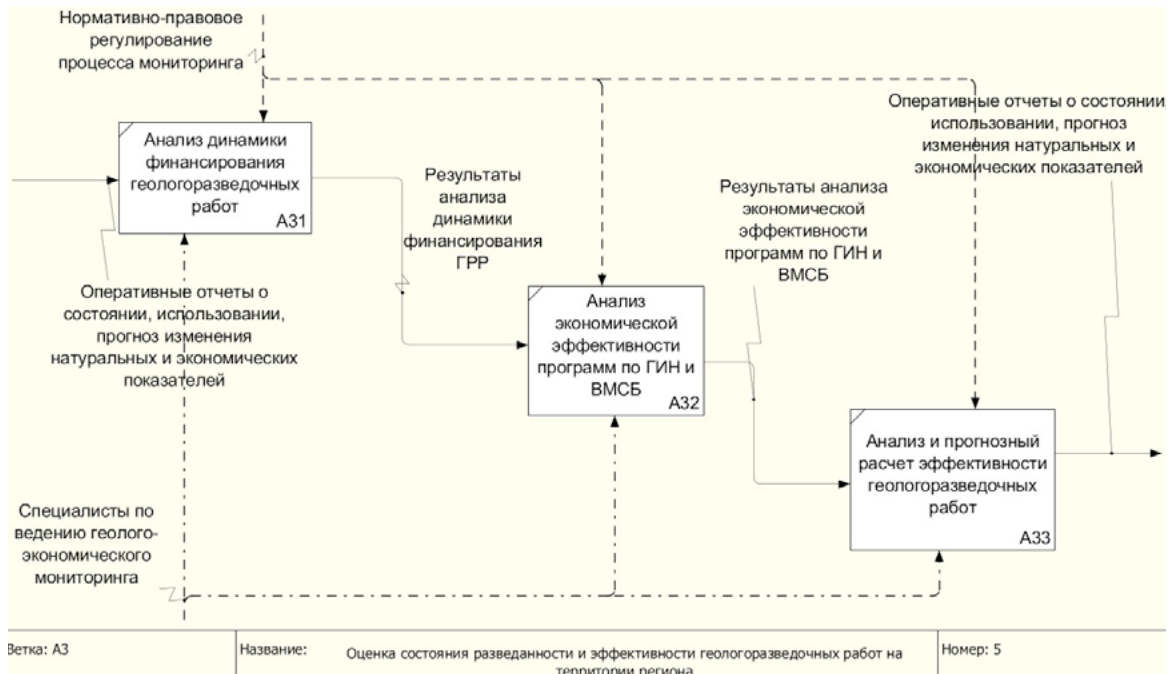


Рис. 5
 Диаграмма декомпозиции процесса «Оценка состояния разведанности и эффективности геологоразведочных работ на территории региона»

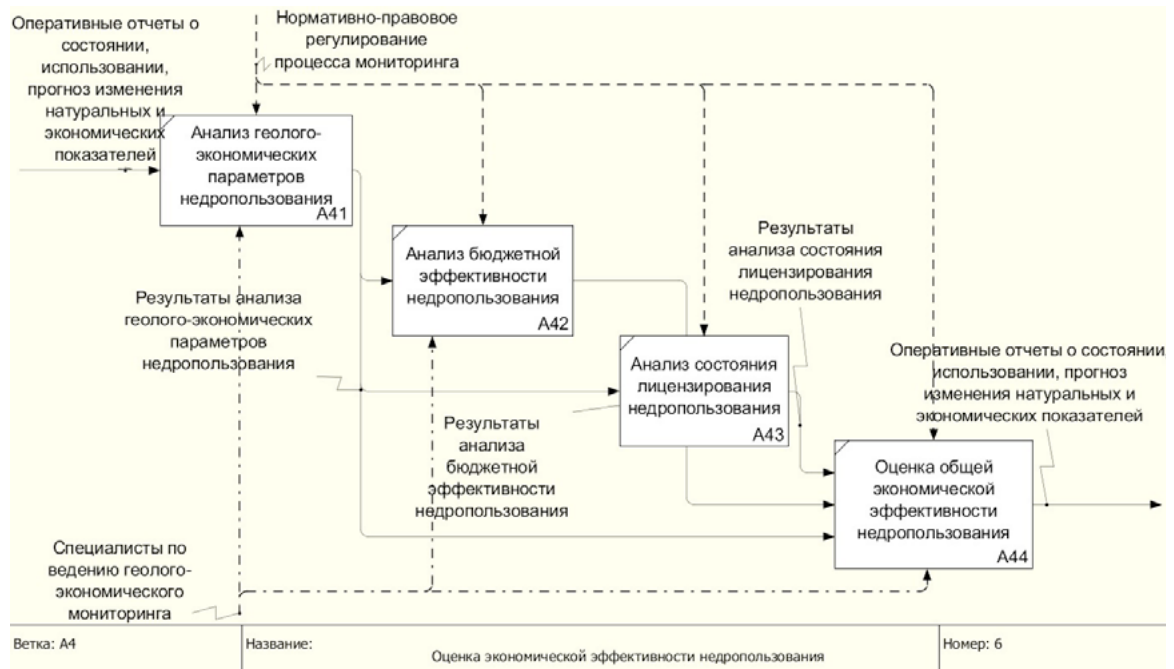


Рис. 6
 Диаграмма декомпозиции процесса «Оценка экономической эффективности недропользования»

расположена в различных базах данных. Базы данных содержат связанные между собой таблицы. Нами предлагается моделировать базу знаний предметной области геолого-экономического мониторинга, которая будет основана на реляционной (таблицы со связями) структуре данных с последующим преобразованием в онтологическую модель. Для решения данной задачи нами предлагается сгруппировать ключевую геолого-экономическую

информацию в тематические блоки. Каждый блок информации содержит несколько таблиц данных.

Нами предлагается построить онтологическую модель для геологических объектов, которую возможно будет использовать для целей их стоимостной оценки и в рамках решения задачи воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов.

В рамках данной онтологии сформируем структурные элементы тезауруса системы гео-

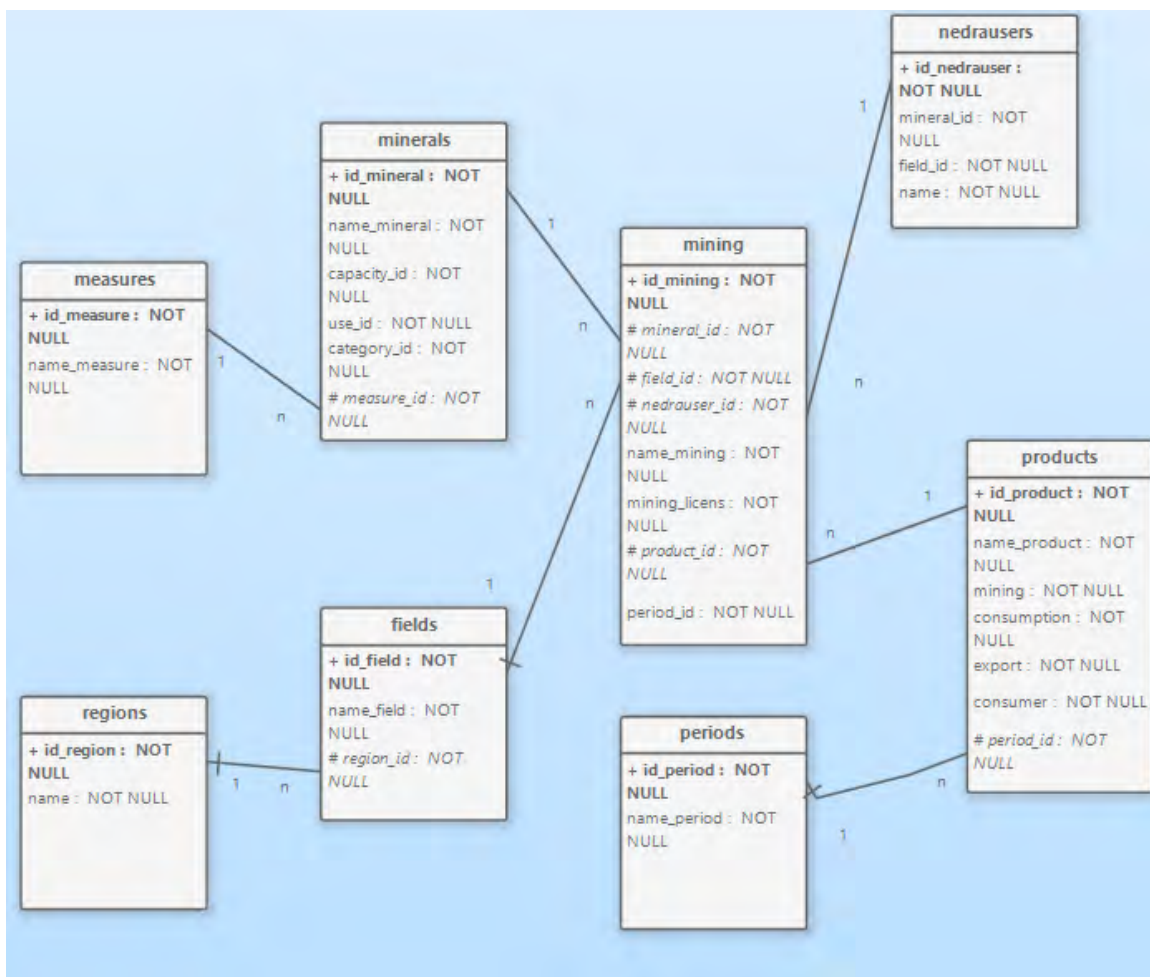


Рис. 7
 Диаграмма «сущность-связь» с отображением типов бинарных связей

лого-экономического мониторинга. Первым в онтологической модели является подкласс «Геологические объекты» (Geological_object), представленный следующими категориями:

1. Среднее содержание полезного компонента;
2. Геологический тип;
3. Горнопромышленный тип;
4. Номер лицензии;
5. Стоимость разведки объекта;
6. Вид сырья;
7. Стадия изучения;
8. Объем запасов по категории А;
9. Объем запасов по категории В;
10. Объем запасов по категории С1;
11. Объем запасов по категории С2;
12. Объем прогнозных ресурсов по категории Р1;
13. Объем прогнозных ресурсов по категории Р2;
14. Объем прогнозных ресурсов по категории Р3;

В рамках второго подкласса «Промышленно-сырьевые объекты» (Mining_facility) нами определены следующие категории:

1. Среднее содержание полезного компонента в минеральном сырье;

2. Капитальные затраты (постоянные и переменные затраты);
3. Полезный компонент (компоненты);
4. Коэффициент извлечения;
5. Разубоживание;
6. Потери при добыче;
7. Численность персонала предприятия.

Совокупность тематических блоков данных представляет собой тезаурус предметной области, используемый для онтологического моделирования.

С целью проектирования онтологической модели необходимо выполнить построение диаграммы «сущность-связь», которая содержит объекты реляционной базы данных, рассмотренные выше (рис. 7).

Существуют различные подходы, позволяющие выполнить преобразование реляционной базы данных в онтологическую модель. Наиболее известными из них являются технологии D2RQ, Virtuoso, R2RML. Последняя технология позволяет выполнить преобразование RDB (реляционной базы данных) в RDF – формат,

предназначенный для описания онтологических моделей [1-3].

Для преобразования реляционной базы данных используется следующий алгоритм работы:

1. каждый объект предметной области, как правило, соответствует отдельной сущности (таблице) в базе данных;
2. для описания свойств объекта необходимо руководствоваться структурой таблицы в реляционной базе данных;
3. в качестве идентификатора экземпляров класса выступает ключевое поле таблицы;
4. связи между таблицами описывается посредством внешних ключей;
5. семантическая модель в рамках онтологии должна быть определена экспертным путем.

В результате была получена онтологическая модель системы геолого-экономического мониторинга, на основе которой будет выполнена

разработка системы информационной поддержки принятия управленческих решений в сфере недропользования.

В заключении отметим, что спроектированная система геолого-экономического мониторинга на базе онтологического инжиниринга обладает научной новизной, прежде всего ввиду практической ориентированности и направленности на преобразование традиционных реляционных структур данных в онтологические модели посредством использования семантической модели, извлекаемой из базы данных, и словаря-справочника (тезауруса) предметной области. Дальнейшее развитие онтологической модели путем наполнения ее информационными объектами, содержащими сведения об участках недр, позволит выполнять задачи планирования и прогнозирования геологоразведочных работ с учетом специфики региона апробации. XXI

Литература

1. Garcia, Luan & Abel, Mara & Perrin, Michel & Alvarengarenata, Renata. (2019). The geocore ontology: A core ontology for general use in Geology. *Computers & Geosciences*. 135. 10.1016/j.cageo.2019.104387.
2. Guarino, Nicola & Welty, Christopher. (2002). Evaluating ontological decisions with ontoclean. *Communications of the ACM*. 45. 61-65.
3. Zhong, Jian & Aydin, Atilla & Mcguinness, Deborah. (2009). Ontology of fractures. *Journal of Structural Geology - J STRUCT GEOL*. 31. 251-259. 10.1016/j.jsg.2009.01.008.
4. Геолого-экономическое районирование в управлении фондом недр и геологоразведочной промышленностью / Р. Р. Ноговицын, О. Н. Федонин, В. С. Дадыкин, В. М. Сканцев. – Брянск : Общество с ограниченной ответственностью «Новый проект», 2018. – 304 с. – ISBN 978-5-6041705-9-5.
5. Дадыкин, В. С. Снижение воспроизводства минерально-сырьевой базы как угроза экономической безопасности / В. С. Дадыкин, О. В. Дадыкина // Социально-экономические и гуманитарные исследования: проблемы, тенденции и перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Брянск, 27–28 апреля 2016 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2016. – С. 24-27.

UDC 332.14:004.9

V.S. Dadykin, Doctor of Economics, Associate Professor, Bryansk State Technical University, Professor of the Department of Digital Economy, dadykin88@bk.ru

O. V. Dadykina, Candidate of Economics, Associate Professor, Bryansk State Technical University, Associate Professor of the Department of Digital Economy, atamanova_281287@mail.ru

METHODOLOGY FOR THE FORMATION OF THE ONTOLOGY AND THESAURUS OF THE GEOLOGICAL AND ECONOMIC MONITORING SYSTEM

Abstract: In the conditions of digitalization of the branches of the national economy, including the geological industry, the issue of designing knowledge bases based on the use of accumulated geological and economic material becomes relevant. In such conditions, it is necessary to develop a methodology that will form the ontology and thesaurus of the geological and economic monitoring system. Ontologies find their application in industries characterized by a large volume of heterogeneous information about the object of research, placed in numerous information resources. This specificity is inherent in the geological industry. The methodological recommendations contained in this article can be used in the design of ontologies and thesauri in the geological and economic subject area.

Keywords: ontological engineering, digitalization in geology, thesaurus, geological and economic monitoring.



Устьянцев В.Н.
геолог
uvn_50@mail.ru

О БЛОКОВОМ СТРОЕНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ. СИСТЕМА: СВОДОВОЕ ПОДНЯТИЕ – ВПАДИНА

В данной статье рассматривается строение блоков, а также единый механизм структурообразования и рудообразования.

Ключевые слова: блоки земной коры, закон И. Пригожина.

Понятие, – эмпирическое обобщение, – постоянно подчеркиваемое В.И. Вернадским, «... играет ключевую роль. Игнорирование этой стадии научных исследований, непосредственный переход от отдельных фактов к моделям и широким теоретическим обобщениям, минуя кропотливый, но очень важный, этап эмпирических обобщений, подчас искажает реальность и создает только иллюзию знания» (Г.Б. Наумов, 2016) ...

По **В.М. Рарвальскому**, «сложной динамической системой называется развивающаяся в пространстве и во времени совокупность объектов, определенным образом связанных друг с другом в единое целое и состоящие из большого числа элементов». Сложная динамическая система обладает такими свойствами (эмерджентность), которых не имеют образующие ее объекты и элементы. Сложная динамическая система является кибернетической, когда она имеет хотя бы один управляющий объект (алгоритм), который не зависит от материальной реализации самих объектов».

Теорема И. Р. Пригожина (1947), термодинамики неравновесных процессов:

«При внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния, стационарное состояние системы соответствует минимальному производству энтропии».

«Синергетика объясняет процесс самоорганизации в сложных системах следующим образом:

«закрывающаяся система в соответствии с законами термодинамики должна в конечном итоге прийти к состоянию с максимальной энтропией и прекратить любые эволюции. Самоорганизация неразрывно связана с волновыми процессами. В любых открытых, диссипативных и нелинейных системах неизбежно возникают автоколебательные процессы, поддерживаемые внешними источниками энергии, в результате которых протекает самоорганизация» (И.Р. Пригожин).

Под воздействием силы тяжести, направленной к центру системы Земли, планета приобрела форму шара. Возникло глобальное поле напряжения, разгрузка которого выразилась в глобальной сети тектонических нарушений как по радиали, так и по латерали, от дневной поверхности и до центра системы, чему способствовали и центробежные силы вращения. С данными действующими факторами (сила тяжести и центробежная сила вращения) связан процесс вытеснения первичных абиогенных легкоплавких, летучих элементов и их соединений, из глубоких сфер системы Земли в земную кору магматического происхождения.

С разделением геологического пространства зоной интенсивной степени проницаемости, обладающей высоким энергетическим потенциалом, связывается формирование системы: сводовое поднятие – зона Беньофа – океаническая впадина.

Разделенные области обладают не только различными энергетическими потенциалами, но и разной степенью проницаемости тектоносферы, что повлияло на формирование гранитометаморфического слоя системы Земли. Волна энергии, исходящая из области ядра, также способствует процессу расширения системы Земли. Системы глубинных разломов контролируют миграцию вещества в системе Земли, расположение источников энергии и формирование архитектуры тектоносферы.

Исследования М.М. Довбич и Н.Ф. Балуховского показали, что:

«Цикличность геологических процессов, хорошо коррелируется с циклами определенных астрономических явлений, связанных с вращением». Солнце вращается вокруг центра галактики Млечный Путь.

«Вращение Земли вокруг оси неизбежно влечет за собой (с позиции механики), появление эффекта спирали, в результате которого, поле напряжений должно регулироваться как элементами сферической (шара), так и винтовой симметрии. Таким образом, даже для заведомо изотропной сферы, винтовая симметрия наведет анизотропию, чем может быть объяснено не только существование гравитационных максимумов и минимумов Земли и на Луне (максоны), но и явные нарушения симметрии шара, типичные для Земли» (В.В. Богацкий, 1986).

Образовавшиеся гравитационные минимумы и максимумы, способствуют активизации тектонической миграции вещества, как по латерали, так и по вертикали.

Образовавшиеся гравитационные минимумы и максимумы (максоны), способствуют активизации тектонической миграции вещества, как по латерали, так и по вертикали.

Сотрудниками Института физики Земли АН СССР, выявлена аномалия, путем вычисления изостатических аномалий силы тяжести, осредненных по площадям $1^\circ \times 1^\circ$, и обусловлена обширными плотностными неоднородностями на больших глубинах.

На этом фоне проявлены региональные аномалии с довольно значительными горизонтальными градиентами – до 0,15 мЛг/км, их амплитуда достигает нескольких десятков миллигал. Наиболее крупные отрицательные аномалии охватывают Среднюю Азию при плотности $B=-1$, мощность слоя (аномалии) больше 500 км. на Памиро-Алае, 350-500 км в Северном и Южном Тянь-Шане, Бухаро-Газлинском и Марийском районах, и 150-300 км – Ферганской долине и Туранской плите. (ИФЗ РАН РФ).

Цикличность формирования месторождений гранитных пегматитов в геологической истории Земли, удалось выявить Ткачеву А.В.: «**Было установлено**, что «абсолютные максимумы интенсивности попадают в следующие интер-

валы (млрд. лет): 2,65-2,60; 1,90-1,85; 1,00-0,95; 0,55-0,50 и 0,30-0,25. **Если исключить** интервал 0,55-0,05, то остальные находятся на расстоянии 0,8+0,1 млрд. лет, то есть формируют квазирегулярную цикличность. С другой стороны, выпавший из этой последовательности пик 0,55-0,50 вместе с более слабыми пиками второго порядка образуют еще один ряд: 1,2-1,15; 2,1-2,05 и 2,85-2,8. Они совпадают с завершающими фазами импульсов самого интенсивного роста ювенильной континентальной коры в истории Земли. **Процесс происходил волнообразно**».

Корреляция процессов рудообразования с проявлением эпох пенепленизаций отражает наличие единого волнового механизма структурообразования и рудообразования, единство глобального и регионального, а также и отражает циклический характер их проявления в истории системы Земли. Процесс миграции вещества, происходит как в сторону ядра, так и наоборот, то есть он имеет разнонаправленный характер. Данное положение является основополагающим в понимании процесса рудообразования и генезиса минералогических ассоциаций.

«Одновременное проявление (по В.В. Белоусову, 1975), на поверхности материков различных эндогенных режимов указывает на гетерогенность теплового поля Земли: в одно и то же время тепловые потоки в разных местах разнятся по своей интенсивности, следовательно, тепловые потоки меняют свою интенсивность как в пространстве, так и во времени» [1]. Данный факт указывает на существование единого управляющего механизма, под воздействием которого эволюционно развивается система и объекты в ее геологическом пространстве. Данное обстоятельство, дает возможность широкого применения метода аналогии в геологии.

С.П. Максимов, 1977, показал «связь тектонических циклов и процессом накопления нефти и газа – тектоническая цикличность оказывает влияние на миграцию УВ».

Л.Л. Худзинский, изучая сейсмоику Приэльбрусью, делает вывод, что «...на процессы, происходящие в активных флюидо-магматических очагах, влияние оказывают вариации гравитационного поля».

Осадочный слой является производным разложения алюмосиликатов, – изверженных пород, с которыми связывается генезис нефти, т.е., нефть, – минерал абиогенного происхождения.

Блоковое строение земной коры проявлено на самом низком уровне иерархии.

Самые большие блоки – континенты.

Исследования Х. Герстенберга, К. Венцеля показали, что «геохимия изотопов дочерних элементов долгоживущих естественных радионуклидов и особенно геохимия изотопов Nb и Sr, как и исследование изотопного состава кислорода в

земной коре, позволили получить существенные результаты по динамике и механизму обмена веществом между корой и мантией, а также по общему развитию земной коры». Полученные ими результаты позволяют заключить, что:

1. Огромные материковые ядра возникли до рубежа 3,0 млрд. лет назад;

2. Рост континентов на протяжении всей истории Земли связан с последовательностью более или менее глобальных событий, сопровождавшихся высокой магматической активностью, которая была обусловлена поднятием магмы из верхней мантии;

3. В течение процесса дифференциации, в отдельных областях мантии, произошло обеднение литофильными элементами (в частности – **рифтовые** зоны)».

«Разница между экваториальным и полярным радиусами 21,378 км, средний радиус 6371,2 км.

Раздел мантии и ядра отвечает глубинам 2500-2900 км (что соответственно равно 0,608-0,545 радиуса, если считать от центра Земли как **величина 21,378 км**) обуславливает предельное значение, – амплитуду вертикальных перемещений вдоль радиуса Земли.

Реальное предельное значение гипсометрического размаха, зафиксированного на поверхности Земли, равно 19 км 882 м. Оно определяется двумя экстремальными значениями: предельной высотой гор равной 8848 м, и наибольшей отметкой глубины океанического дна (Марианская впади-

на), равной 11034 м. Сопоставив значения размаха возможных изменений отметок поверхности (21,4 км) и реальное предельное значение гипсометрического размаха – разница между ними равна 1,5 км (7%) – постоянная величина потерь, связанных с трением в автоколебательной системе Земли. Декремент затухания автоколебательной системы Земли очень высок – 0,93 (КПД системы Земли). Граница внутреннего ядра – 4500-5000 км, то есть 0,294-0,215. R» (В.В. Богацкий, 1986). [2]

Планета Земля как неоднородность космического пространства, имеет очень высокий КПД = 97%, что дает основание считать, что система Земли находится в динамическом равновесии с пространством космоса. Космогенический фактор, ответственен за закономерность расположения объектов космоса, а значит и структурных элементов этих объектов.

Система тектоносферы Земли представляет собой сложную энергетическую систему, состояние которой определяется геологическими процессами и возникающими при этом физико-химическими деформациями, между составными элементами системы, (действующий фактор формирования тектоносферы – комогенический).

Ведущим фактором рудогенеза является энергетический фактор, который определяет механизм и условия формирования и генезис минерального сырья.

Режим работы автоколебательной системы Земли определяется интенсивностью энергетических процессов. Интенсивность которых усиливается на границах разделов сред,

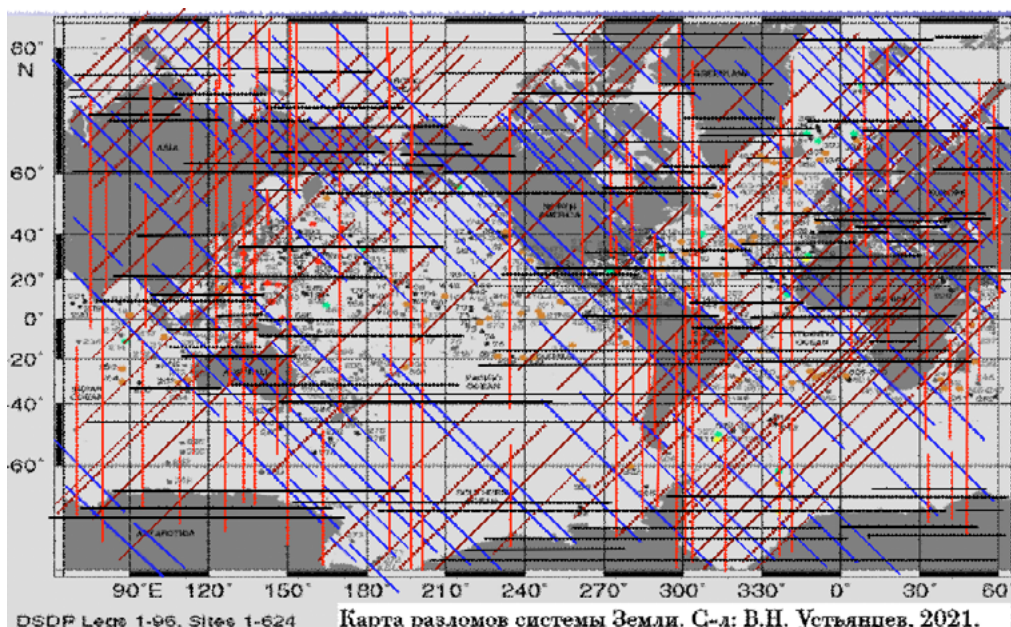


Рис. 1

Карта разломов системы Земли. Зоны разломов контролируют материки и континенты. Геометрия береговой линии океанов, морей, рек, озер (гидрографическая сеть) – маркирует иерархию разломов земной коры.

Сеть разломов системы Земли контролирует все геологические процессы в ней происходящие.

Формирование системы: сводовое поднятие – впадина океана, происходит за счет процесса дифференциации вещества тектоносферы. Составил: В.Н. Устьянцев, 2021.

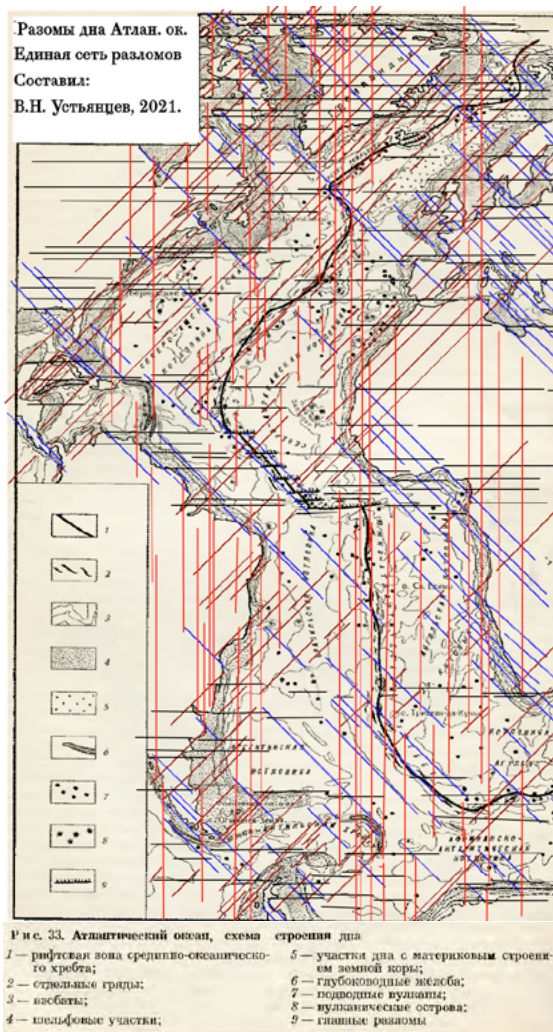


Рис. 2

Карта зоны систем тектонических нарушений области Атлантического океана. Составил: В.Н. Устьянцев, 2021.

особенно в приповерхностной области, где возникают эффекты резонанса и интерференции. С тектоническими активизациями, связан процесс генерации минерального сырья, которое затем мигрирует по ослабленным зонам и локализуется в благоприятных РТ условиях.

«Генезис энергетических зон связывается с процессом структурирования тектоносферы автоколебательной системы волной энергии, исходящей из области оболочки D11 и от генераторов волны энергии второго рода (СЭЦ). Мощность волны энергии исходящей из области ядра достигает 10-13 ТВт» [3].

Связующим звеном геопроцессов системы Земли, являются взаимодействующие поля напряжения и волны энергии всех уровней иерархии. Циклы развития, отражают эволюционную направленность преобразования системы Земли в пространстве, и времени.

Пространство Земли разделено зоной интенсивной степени деформации (проницаемости), обладающей высоким энергетическим потенциа-

лом на блоки с низким и высоким энергетическими потенциалами, с низкой и высокой степенью проницаемости, что привело к формированию системы: океаническая впадина – сводовое поднятие. Геометрия рифтовых зон СОХ, как первичных структур системы Земли разрывного типа, остается неизменной с архея до квартала и определяет план деформации земной коры и расположение в ней ее структурных элементов. Действующий фактор процесса – энергетика автоколебательной системы Земли. Структурно-вещественное преобразование планеты происходит под воздействием волн энергии исходящих из области ядра.

Зоны систем глубинных разломов имеют свое продолжение в Антарктиде, что указывает на единый план деформации и единую сеть разломов системы Земли. Данный факт опровергает гипотезу дрейфа континентов. Имеет место процесс дифференцированного движения блоков земной коры по радиали, и имеет процесс рифтогенеза как результат дифференциации вещества мантии и земной коры. Первичные зоны систем разломов образуют жесткую контролируемую все геологические процессы систему доказанных четырех субортогональных направлений. Разломы, пересекаясь, разбивают земную кору на сеть (иерархию) полигональных блоков.

За 30 лет в Мировом океане обнаружено более 300 зон гидротермальной активности, из них более 125 – высокотемпературные источники. Зоны спрединга и задуговые бассейны (по Бортникову Н.С.):

«60% залежей руд приурочено к срединно-океаническим хребтам. При этом, в дуговых бассейнах располагается залежей – 20% и островодужным обстановкам приурочено – 15%.

На Срединно-Атлантическом хребте сульфидные руды выявлены в зонах неовулканизма и ассоциируются с базальтами и в зонах срыва, где на поверхность океанского дна выведены глубинные интрузивные комплексы, сложенные перидотитами, габбро, долеритами и реже плагиогранитами.

В зонах спрединга и в задуговых бассейнах и островодужных обстановках сульфидные залежи обнаружены в ассоциации с базальтами и в кратерах вулканов, сложенных дацитами и риодацитами. В подавляющем большинстве случаев сульфидные залежи представлены одиночными трубообразными постройками и кластерами труб высотой в первые метры, реже первые десятки метров, отделенных друг от друга участками в десятки и сотни метров, но встречены холмообразные залежи размером в сотни метров протяженностью, десятки метров шириной и мощностью.

Сложены они сульфидами железа (пирротинном, пиритом и марказитом), сульфидами меди и железа (халькопиритом, изокубанитом), сфалеритом и реже галенитом и содержат от 0,7 до 16,4% меди, до 20%

цинка, до 25% железа, до 10% свинца, до 13 г/т золота и до 790 г/т серебра. Показано (Н.С. Бортников), что фазовая сепарация флюида, приводит к образованию мало-плотной и жидкой фаз, разделяющихся по солености и кислотности-щелочности.

Минералообразующие флюиды содержат:

1. Углекислоту магматического происхождения;
2. Метан и предельные и непредельные углеводороды.

Показано, что углеводороды образовались при взаимодействии углекислого газа морской воды с породами или дегазации магмы.

Коровые абиогенного генезиса углеводороды преобладают в гидротермальных системах, ассоциированных с породами океанского ядерного комплекса – ультрамафитами» (Н.С. Бортников).

По сейсмическим исследованиям, среда блока рассматривается как неоднородно-слоистая, с линейным вертикальным градиентом скорости в слое, четко проявлены сейсмооднородности разного масштаба. Температура в земной коре минимальна в восточной части Балтийского щита и повышается на Баренцевоморской плите и Западно Европейской платформе, что обусловлено наличием мощной толщи осадков и повышенным мантийным тепловым потоком. В восточной части Балтийского щита, и области его сочленения с Русской платформой, выделяется аномалия пониженных температур, в которой возрастает мощность термической литосферы.

Различия в плотностном строении Свеконской провинции и Юго-Западного домена, просматривается до глубины 20 км. На глубине 30 км. выявляются корневые зоны грабенов Северного моря и область центральной и восточной части Балтийского щита.

Плотность верхней мантии в Северной Атлантике – 3,2-3,25 г/см³, в пределах Западно-Европейской платформы – 3,27 г/см³. Под Балтийским щитом и Восточно-Европейской платформой – 3,35 г/см³. Выразительной особенностью верхнего магнитного слоя модели является наличие изометричной отрицательной аномалии намагниченности в центральной части щита и обрамляющей её кольцевой группы положительных аномалий. Мощность термической литосферы Феноскандии достигает 220-240 км и приурочена к архейским отложениям щита, минимальная мощность (до 50-80 км) соответствует океанической области Северной Атлантики.

Тенденция изменения термической и реологической мощностей литосферы (различаются на константу), то есть, эти величины реально отражают термическое и пластическое состояние верхней мантии региона (четко выделяется эпицентр деформации со стороны мантии). РТ – условия по ксенолитам кимберлитов указывают на то, что на рубеже 400-450



Рис. 3
Разлом Сан-Андреас, 1500 км.

млн. лет, кровля астеносферы, как области частичного плавления мантийных пород, находилась на глубине 170-190 км, температура при этом была на этом уровне на 70-120° С. выше современной.

То есть по Глазневу В.Н. скорость остывания верхней мантии региона на указанном временном интервале, превышает теоретические оценки для конвективного остывания, что вероятно является следствием нарушения термического режима, порожденного мантийным плюмом, который характеризуется более быстрыми временами релаксации.

Неоднородности строения литосферы на кровле 100-250 км, регламентируют развитие поверхностных структур и особенности проявления в них результатов деятельности глубинных мантийных процессов.

Анализ геометрии магматических формаций

Узел сочленения структур Памира, Тарима, Южного, Срединного, Северного Тянь-Шаня и Каракорума. Узел контролируется разломами.

Условные обозначения: синий – формации осадочные; красный – формации гранитоидов; зеленый – формации базитов; черный – формации ультрабазитов.

Хорошо проявлен широтный Тарим-Южно-фергано-Мангышлакский разлом контролирующей месторождения нефти, газа. (Рис. 12).

Рифты и офиолитовые зоны

По В.Н. Кнауфу (1973) разлом является не только границей тектонически различных областей, но является также линией раздела территорий с разными типами строения коры: к северу мощность гранитного слоя больше, чем мощность эколито-гранулитового, к югу от разлома – наоборот [по В.Н. Кнауфу].



Рис. 4
Речная сеть России

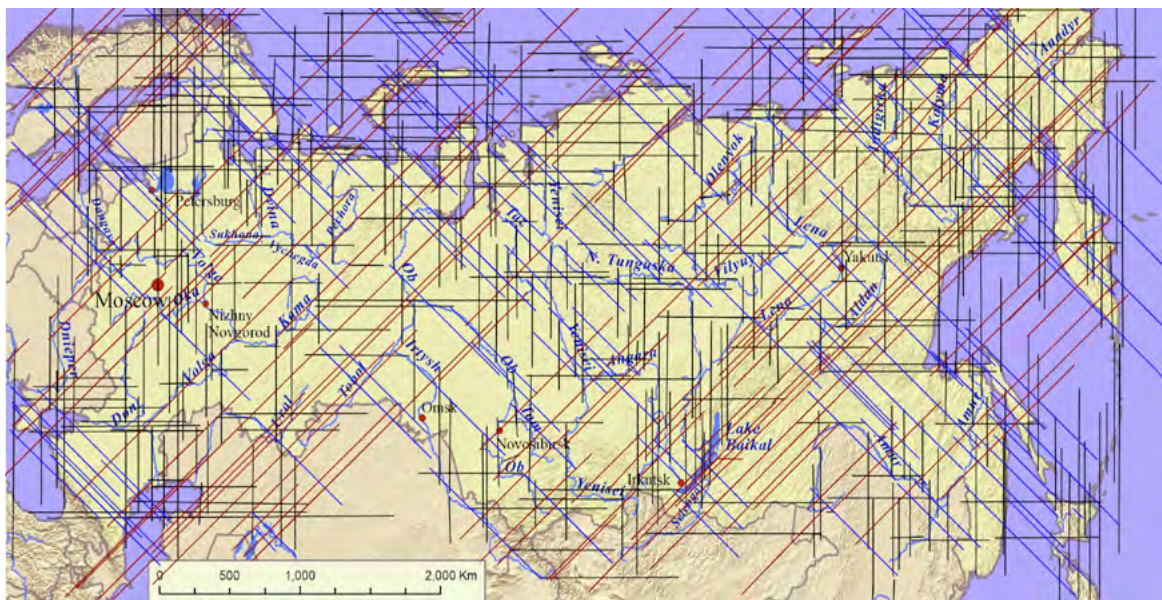


Рис. 5
Карта разломов России. Составил: В.Н.Устьянцев, 2022.

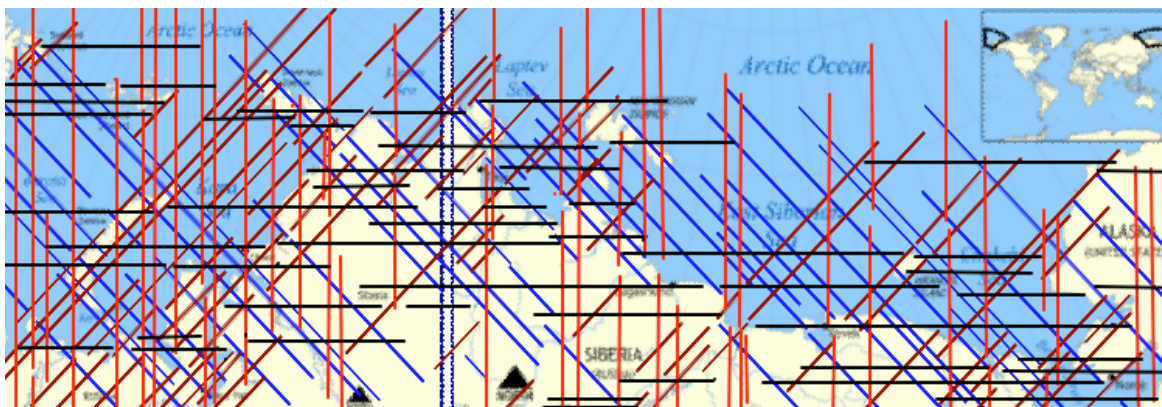


Рис. 6
Разломы Севера России. Составил: В.Н.Устьянцев, 2021.

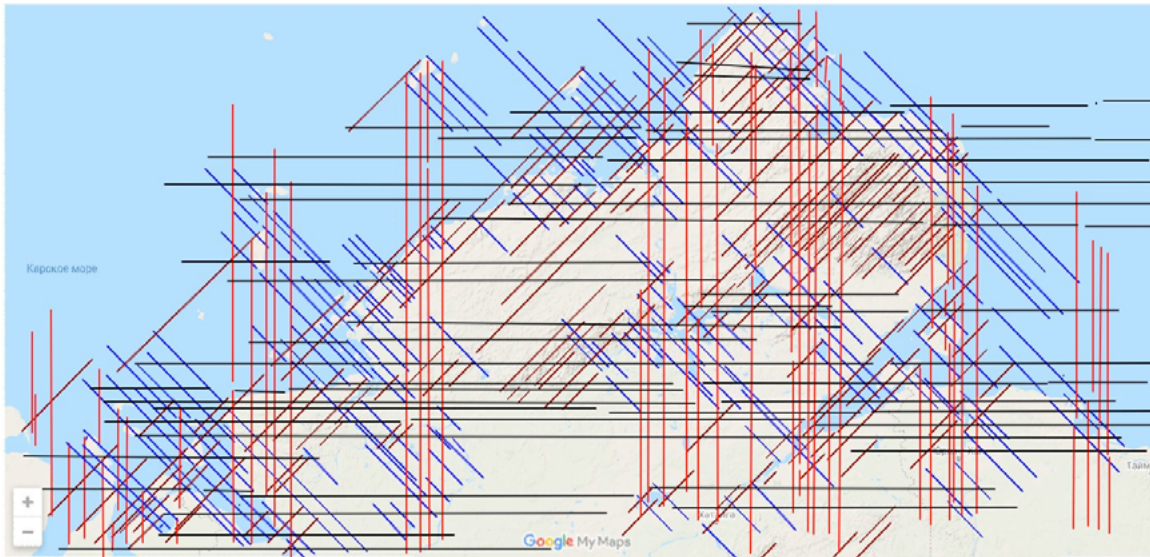


Рис. 7
Карта разломов Таймыра. Составил: В.Н.Устьянцев, 2021.



Структура разлома (по В.А. Невскому, 1959)

Рис. 8
Блоковость пород.



Рис. 9
Калмыкия. Стационарные энергетические центры (СЭЦ) – космоснимки



Рис. 10
Юг Калмыкии. В.Н. Устьянцев, 2021.

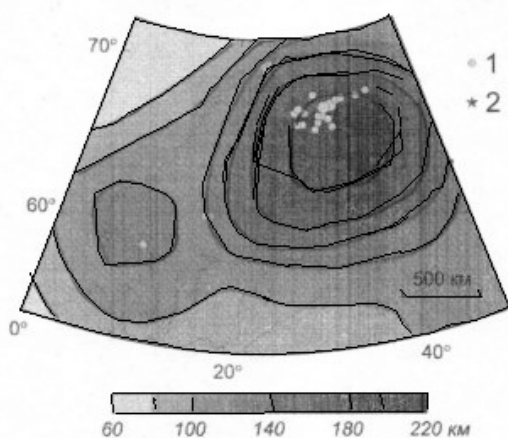


Рис. 11
Блок Феноскандии (материковый СЭЦ).
Мощность термической литосферы и проявления палеозойского щелочного магматизма. 1 – щелочные интрузии; 2 – кимберлитовый магматизм (Феноскандия). (В.Н. Глазнев).

В силу того, что разломы являются первичными структурами, они располагаются линейно и имеют сквозной характер по отношению к другим тектоническим структурам, что позволяет успешно применять различные способы геометризации для целей прогнозирования.

Системы глубинных разломов контролируют миграцию вещества в системе Земли, расположение источников энергии и формирование архитектуры тектоносферы и геоморфологии системы Земли.

Как показало моделирование (Гарат И.А. 2001), «энергия упругой волны, генерируемой локальным генератором, увеличивает проницаемость ослабленных зон и нарушений на два порядка, при этом пористость возрастает в пять раз».

Данный факт объясняет высокую степень проницаемости зон систем глубинных разломов и их высокую энергетику. Генетический тип трещин – разрывы и сдвиги, взбосы.

«Выделяются горообразовательные геохимические эпохи формирования и локализации минерального сырья и разделяющие их равниннообразовательные эпохи» (В.И. Попов).

«Горообразовательный процесс может проявляться автономно, одновременно охватывая бывшие геосинклинали и платформы» (А.Л. Яншин, В.Е. Хаин, В.В. Белоусов, Ш.Д. Давлятов).

У глыбово-волновых и блоково-складчатых движений, установлена важная особенность – их миграция от оси подвижных поясов в направлении устойчивых областей литосферы с постепенным ослаблением интенсивности (амплитуды).

В.И. Попов показал, что **срединные массивы имеют полисиалическое развитие с не ярко выраженными фазами сжатия**. У геосинклиналей, антиклинорная стадия развития ярко выражена и развиваются они по моносиалическому типу.

Закономерное расположение структурных элементов в пространстве системы Земли. Кураминский срединный массив блокового строения. Карта составлена методом раздельного анализа разломной и трещинной тектоники (В.Н. Устьянцев, 1988).

Минеральное сырье (любого типа), приурочено к интенсивно дислоцированным, экранированным толщам – зонам сжатия (рассланцевания), а в их пределах – к локальным областям растяжения (трещинно-брекчиевым структурам). При этом многократная смена условий сжатия условиями растяжения, способна приводить к высокой концентрации благородного металла и иного минерального сырья. То-есть, определяется волновой механизм концентрации полезного компонента, генезис которого связывается с стационарными энергетическими центрами, которые генетически связаны с автоколебательной системой Земли. Анализ условий локализации минерального сы-

рья, свидетельствует о его связи с зонами повышенной проницаемости независимо от состава вмещающих пород. Важным признаком является сочетание двух или даже трех взаимно ортогональных структурных форм интенсивной степени проницаемости. Они могут представлять собой субвертикальные, овального сечения, цилиндрические каналы, линейные зоны, а также субгоризонтальные и пластообразные тела, которые имеют трещинно-брекчиевую структуру. По положим трещинно-брекчиевым зонам происходит миграция гидротерм, флюидов. Этот механизм объясняет формирование силлов, которые залегают несогласно пластам и разрезам. Пологозалегающие и крутозалегающие трещинно-брекчиевые зоны определяют условия локализации и миграции вещества из глубоких горизонтов в вышележащие (такие процессы миграции в настоящее время фиксируются в областях растяжения – потенциальные накопители углеводородного сырья в ладах).

Интерес к срединным массивам был вызван тем, что для них характерно многообразие богатых месторождений. Для Кураминского массива, характерны сложные по составу рудные формации: скарново-полиметаллическая, медно-порфировая, кварц-серебро-сульфидная, кварц-медно-висмутовая, золотосульфидная, золотосурьмяная, скарново-магнетитовая, скарново-молибденит-шеелитовая. Здесь же встречаются низкотемпературные (серебро) – свинцово-цинковая, барит-карбонат-флюоритовая, алунитовая и другие формации. [1] Общегеологические исследования показали, что **в зоне сорок второй параллели**, располагаются крупнейшие месторождения различных типов полезных ископаемых, включая **УВ и алмазы**.

Резонансно-тектонические структуры как гармоник, возникающие в результате работы автоколебательной системы Земли.

Этим понятием связывались процессы, оживления – ревивации жестких участков земной коры: областей завершённой консолидации, **платформ, срединных массивов с образованием** «чуждых» по отношению к ним тектонических структур, магматических и металлогенических проявлений. Сочетаясь с режимом автономно развивающегося участка земной коры, активизация усложняет ход его геологического развития. Этот режим назван Т.С. Спиражским «импозитивным» (наложенным).

С областями активизации (по В.И. Смирнову 1963), связываются месторождения полиметаллов, вольфрама, молибдена, меди, олова, золота, серебра, висмута, сурьмы, ртути, флюорита.

Таримскии срединный массив (архей) как сацонарный энергетический центр второго рода, окружен резонансно-тектоническими структурами Памира и Тянь-Шаня.

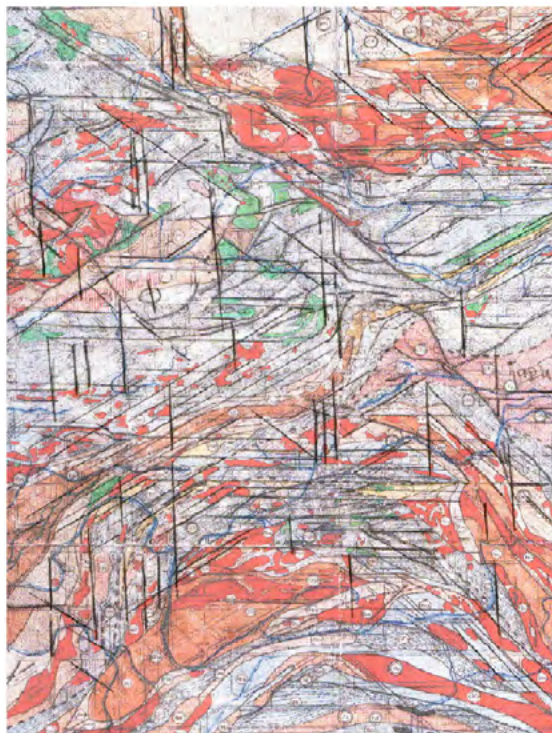


Рис. 12

Тарим-Памиро-Тяньшаньский блок (СЭЦ). Фрагмент карты В.И. Попова, – структурно-формационного районирования востока Средней Азии. М. 1:2 000 000. Закономерное расположение структурных элементов в пространстве системы Земли. (В.Н. Устьянцев, 2007).

Структуры Памира (архей – нижний протерозой) и Курамы (нижний протерозой), в процессе своего эволюционного развития, становятся самостоятельными центрами активности (генераторами волн энергии). Так, в протерозое сформировались резонансно-тектонические структуры Куэнь-Луня, центр активизации – срединный массив Памир. С удалением, от сводово-глыбовых (резонансно-тектонических) структур, степень тектономагматической активности убывает. Таким образом, геосинклиальный режим разреза, преобразуется в срединно-массивный – сводово-глыбовый.

«В основе понимания развития и районирования земной коры и ее полезных ископаемых, лежат глубинные мантийные, коровые физико-химические деформации и порождаемые ими движения осадочных формаций» [Д.В. Наливкин, В.А. Николаев, А.Е. Ферсман, Д.И. Щербаков, А.С. Уклонский, Б.Н. Наследов, В.И. Попов и их ученики] [3].

С физико-химическими деформациями генетически связано возникновение волн энергии как продольного, так и поперечного типа всех уровней иерархии, под воздействием которых вещество выводится из состояния динамического равновесия, что приводит к началу геологических процессов.

Вещество, мигрируя из одной формации в другую, подвергается преобразованию на атомарном уровне, приобретая новые качества и

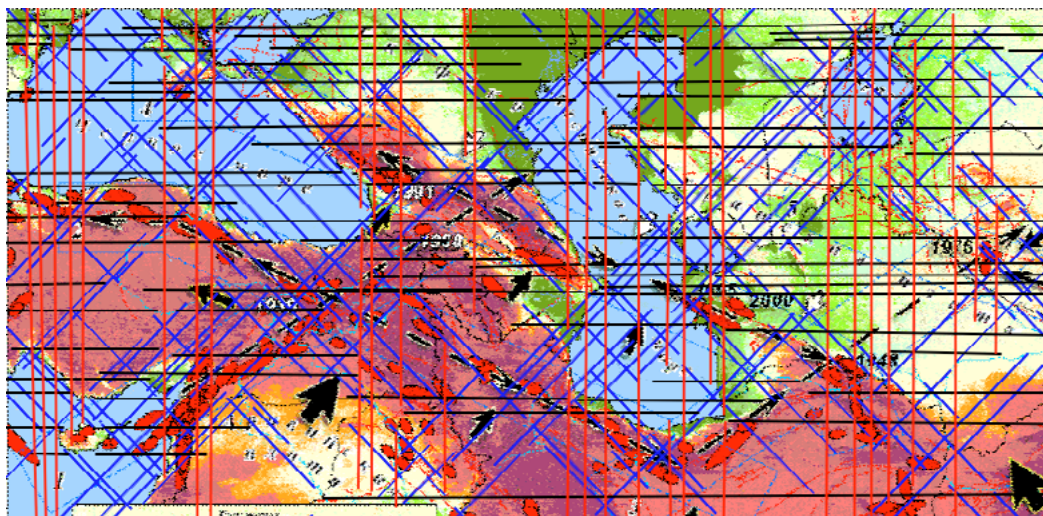


Рис. 13

Карта. Стрелки – миграция очагов землетрясений, по Б.И. Уломову, РАН. Объекты земной коры, месторождения УВ, очаги землетрясений – контролируются разломами (прямые линии черного и красного цвета – разломы разрывного характера; синие – сдвиги; коричневые – надвиги). Выделяется широкая полоса от Карпат до Западной Сибири, – зоны систем глубинных разломов меридионального простирания, которая носит глобальный характер и контролирует месторождения УВ, золота и др. полезных ископаемых. Зоны систем тектонических нарушений опоясывают систему Земли. Составил – В.Н. Устьянцев, 31.07. 2019.

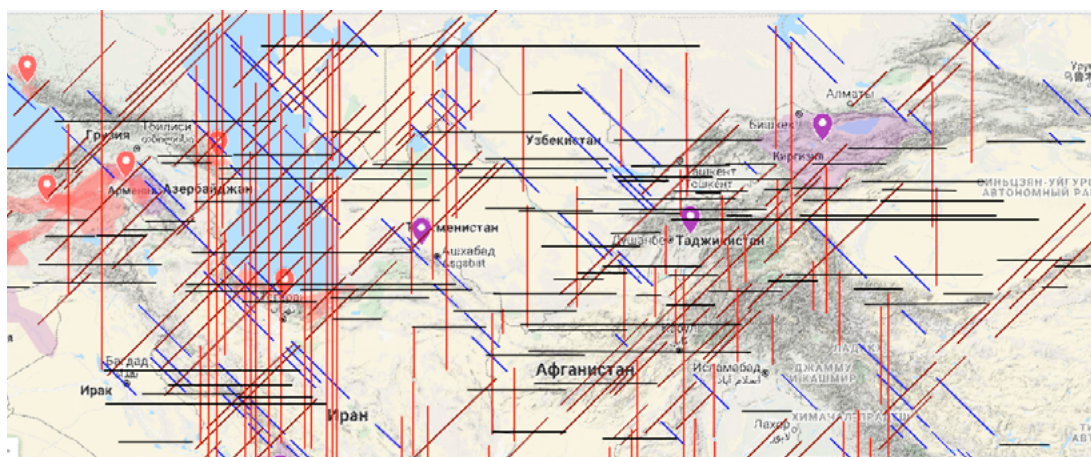


Рис. 14

Разломы Центральная Азия. Составил: В.Н. Устьянцев, 2021.

свойства. Физико-химические деформации генетически связаны с взаимодействующими полями напряжений, возникновение которых связано с силовым полем гравитации и центробежными силами вращающейся системы.

Ведущим фактором рудогенеза, является фактор энергетический.

Из всех известных природных явлений системные свойства волны энергии способны структурировать пространство системы Земли с проявлением закономерностей размещения месторождений в блоках земной коры. Месторождения располагаются в блоках, подчиняясь определенному закону, то есть, проявлена комплементарность системным свойствам волны энергии. Проявлена, как показано в работе дискретность, периодичность размещения месторождений минерального сырья.

Суммарная мощность волны энергии исходящей из области ядра и подошвы нижней мантии составляет примерно от 10 до 13 ТВт. То есть, под воздействием волны энергии мощностью от 10 до 13 ТВт, происходит структурно-вещественное преобразование автоколебательной системы Земли.

Это положение является основополагающим, для понимания архитектуры системы Земли и механизма процессов, происходящих в ее пространстве.

Симметрия открытой, нелинейной (автоколебательной) системы Земли проявлена их геометрической правильностью расположения зон систем тектонических нарушений в земной коре и мантии.

А. Кайе, П. Трикара, показали, что «тектонические структурные формы, образующиеся в земной коре, отображаются в виде определенных форм рельефа. Эпейрогенетические процессы выразились в периодической деформации, которые возникают

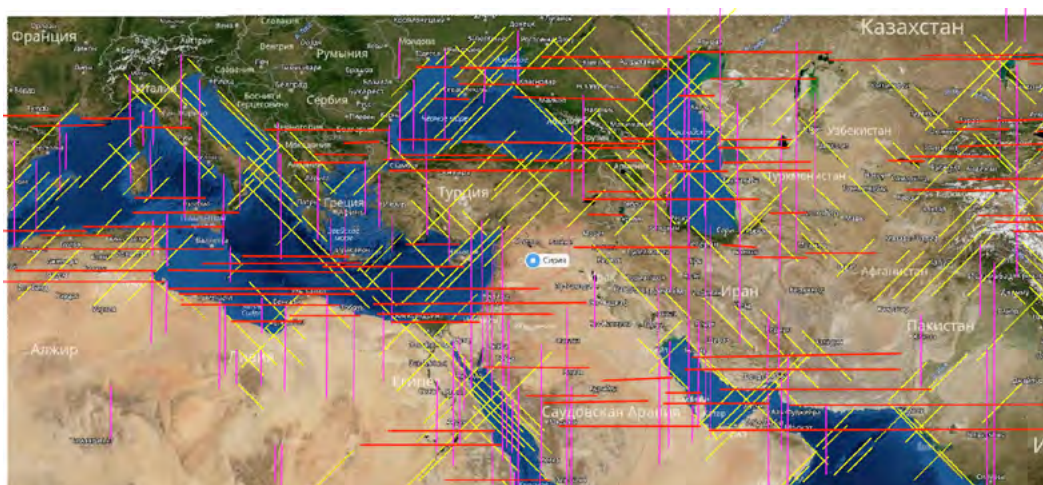


Рис. 15
Разломы. Составил: В.Н. Устьянцев, 2021

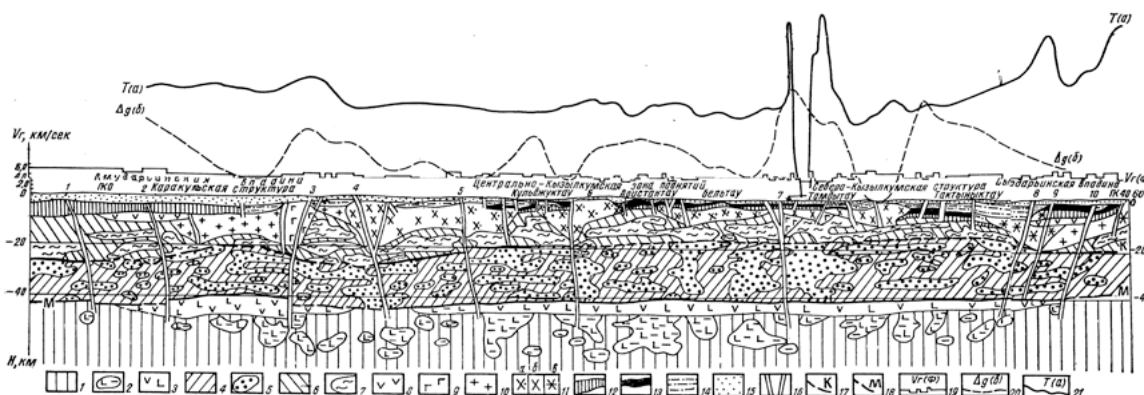


Рис. 16
Геолого-геофизическая модель земной коры и верхней мантии по профилю Фараб- Тамдыбулак (Ф.Х. Зуннунов, М.А. Ахмеджанов, О.М. Борисов, Т. Эргашев 1974г.).
Верхняя мантия: 1 – участки массивного строения, 2 – участки слоистого строения, 3 – переходный слой от земной коры к верхней мантии. «Базальтовый» слой: 4 – участки массивного строения, 5 – участки слоистого строения с $V_p=6,6-6,9$ км/сек. «Гранитный» слой: 6 – участки массивного строения, 7 – участки слоистого строения с $V_p=6,1-6,4$ км/сек, 8 – пласт из пород основного состава (метабазальты) $sV_2=6,5-6,8$ км/сек; гранито-гнейсовый подслей; 9 – тела основного и ультраосновного состава $sV_2=5,9-6,0$ км/сек, 10 – тела гранитоидов предположительно дорифейского возраста $sV_2=5,1-5,7$ км/сек, 11 – тела гранитоидов позднепалеозойского возраста (а – геосинклинальные, б – телеорогенные, в – вулканоплутонические) $sV_2=5,1-5,7$ км/сек, 12 – кристаллическая толща архея (?) – нижнего – среднего протерозоя $sV_2=5,9-6,1$ км/сек. «Осадочный слой»: 13 – терригенные породы рифея-венда $sV_2=4,8-5,8$ км/сек, 14 – вулканогенно-осадочные породы палеозоя $sV_2=4,1-6,6$ км/сек, 15 – мезо-кайнозойский чехол со средней скоростью $sV_2=1,8-3,2$ км/сек, 16 – разломы (пронумерованы на схеме: 1 – Амударьинский, 2 – Алатский, 3 – Арало-Гиссарский, 4 – Газлинский, 5 – Южно-Тяньшаньский, 6 – Северо-Кульджуктауский, 7 – Бесепано-Южно-Ферганский, 8 – Ташагильский, 9 – Северо-Кызылкумский, 10 – Шаргаматский); 17 – граница К, 18 – граница М, 19 – график граничной скорости, соответствующий поверхности фундамента, 20 – график аномалий силы тяжести, 21 – график магнитных аномалий.

при прохождении волны, генерируемой в недрах Земли. Колебания разных порядков, возникающие в Земле, установлены путём точных инструментальных измерений. Суммирование колебаний приводит к возникновению явления резонанса.

При деформации волной энергии и массопотоком тектоносферы, происходит формирование контролируемых зонами систем глубинных разломов блоков полигональных в плане строения. Происходит количественное и качественное изменение деформируемой геологической среды (физико-химические деформации). Происходит эффект структурирования коры. Под воздействием

систем волн, возникают резонансно-тектонические структуры, выделяется четко эпицентр деформации, проявляется петрохимическая, геохимическая, гидротермальная, металлогеническая, геоморфологическая зональности. В эпицентре деформации земной коры проявлен калиевый метасоматоз, развиты трубки взрывов, а на периферии развивается натровый метасоматоз, образуется большое количество крутых и пологих трещинно-брекчиевых зон (волновые эффекты), в которых локализуются углеводородное сырьё, вода, а также другие полезные ископаемые. Таким образом, формируется радиально-латеральная зона ску-

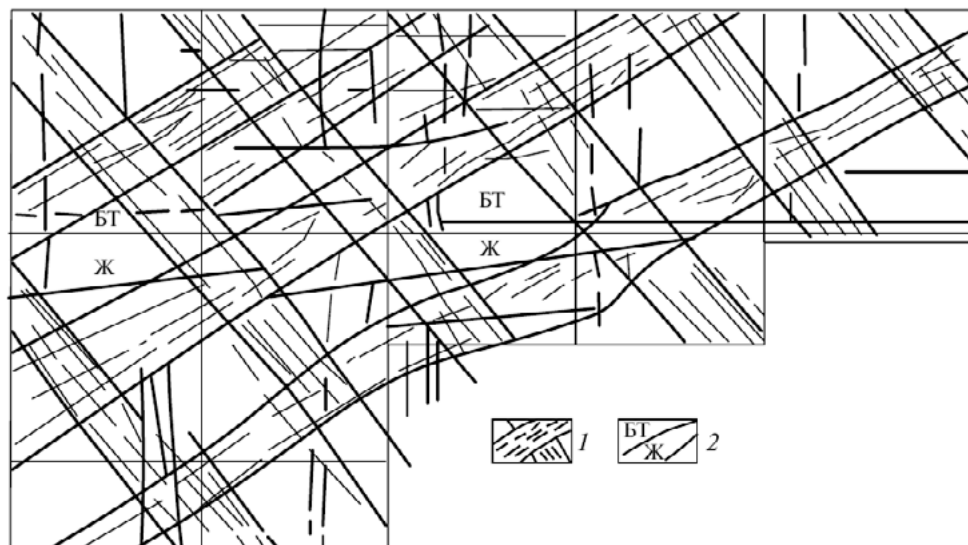


Схема. Масштаб: 1:25 000. Анализ расположения в земной коре тектонических нарушений. Средняя Азия, Кураминский хребет (60 км). Элементарные блоки системы Земли. Расположение парных разломов в земной коре. (Анализировалась геологическая карта Б.Д. Ляшкевича, 1988)

1 – узлы пересечения парных разломов; 2 – БТ – Баштавакский, Ж – железный разломы [Устьянцев, 1989]

Рис. 17

Блоковое строение срединного массива Вид парных разломов.

чивания, структурированная посредством волны энергии, исходящей из области ядра. Вещество, как магматического, так и осадочного генезиса, мигрируя из одной формации в другую, изменяет свои свойства на атомарном уровне (фактор РТ и фактор воздействия энергии волны).

Вывод:

Космогенический фактор ярко проявлен процессами горообразования и равнинообразования, которые сопровождаются возникновением соответствующих геохимических систем. Комплекс действующих факторов, рассмотрен в данной работе. Второстепенных факторов в природе не существует.

Под воздействием волны энергии – разуплотненное пространство системы выполнялось дифференцированным веществом осадочного и магматического генезиса. Система Земли, как объект пространства, имея циклически-эволюционный-направленный характер развития, подвергается постоянному структурно-вещественному преобразованию, при этом не разрушаясь, а переходя из одной формации в другую, из одного энергетического состояния в другое.

Устойчивость процессов регионального структурообразования, как общепланетарное качество системы Земли, вместе с периодичностью и дискретностью тех же региональных структур, свидетельствуют о том, что главные свойства геологических структур, всех уровней иерархии, отражают единство общепланетарного созидая-

щего их механизма. Таким механизмом является автоколебательная система Земли, генерирующая волны напряжений различной длины, которые определяются особенностями ее строения.

Волновой механизм концентрации минерального сырья в блоках земной коры:

1. Автоколебательная система Земли и генетически с ней связанная иерархия автоколебательных систем второго рода (структурные элементы), определяют существование единого механизма, под воздействием которого происходит концентрация всех типов минерального сырья (фактор - благоприятные РТ условия).

2. Минеральное сырье (любого типа), приурочено к интенсивно дислоцированным толщам – зонам сжатия (рассланцевания), а в их пределах – к локальным областям растяжения (трещинно-брекчиевым структурам). При этом многократная смена условий сжатия условиями растяжения, способна приводить к высокой концентрации минерального сырья.

Механизм работает под воздействием автоколебательной системы Земли.

Процесс формирования месторождений минерального сырья – антиэнтропийный (И. Пригожин). Система формирования минерального сырья – открытая, благодаря наличию тектонических нарушений в земной коре. Таким образом, главным фактором формирования месторождений являются – тектонические нарушения. То есть,

тектонические нарушения контролируют месторождения минерального сырья. Из всех известных природных явлений системные свойства волны энергии способны структурировать пространство системы Земли с проявлением закономерностей размещения месторождений в блоках земной коры. Месторождения располагаются в блоках, подчиняясь определенному закону, то есть, проявлена комплементарность системным свойствам волны энергии. Проявлена, как показано в работе, дискретность и периодичность размещения месторождений минерального сырья.

Наблюдается временное отставание гидротермального процесса рудообразования и локализация минерального сырья любого типа. В трещинно-брекчиевых, всех морфологических типах структур – пологих, крутопадающих, трубчатых, флексуорообразных и др., в которых локализуется золото, уран, стронций, ртуть, нефть, газ, газоконденсат и др (месторождения Средней Азии, Западной Сибири).

Данное обстоятельство объясняется разностью скоростей миграции массопотока – флюида, и скоростью волны энергии, под воздействием которой циклически-направленно происходит **структурирование геологического пространства системы Земли.**

«Нефть тесно связана в своем нахождении с дислокациями земной коры и сосредоточивается в областях тектонических нарушений. В этих же областях сосредоточиваются и залежи каменных углей. Это связано не с подвижностью нефти, а с нахождением в этих областях благоприятных условий (благоприятный режим поверхностных пластовых вод) для создания каустобиолитов и для сохранения остатков организмов. В таких областях, подверженных тектоническим движениям (геосинклинальные перемещения, краевые области геосинклиналией) появляются благоприятные условия для создания пресноводных и соленых бассейнов у границ морских бассейнов и их опускания, благодаря чему достигается сгущение жизни и образование мощных пластов каустобиолитов. Область концентрации нефтей и каменного угля – крупные тектонические нарушения» (В.И. Вернадский, 1934).

Геометрия береговой линии океанов, морей, рек, озер (гидрографическая сеть) маркирует иерархию разломов земной коры. Сеть разломов четырех направлений системы Земли контролирует все геологические процессы в ней происходящие.

Показано:

Рельеф системы Земли, есть отражение тектонических процессов, происходящих в ее недрах, и не требует никакого доказательства, так как все процессы и явления, происходящие в природе всегда истинны;

– изучение закономерностей расположения структурных элементов рельефа, дает возмож-

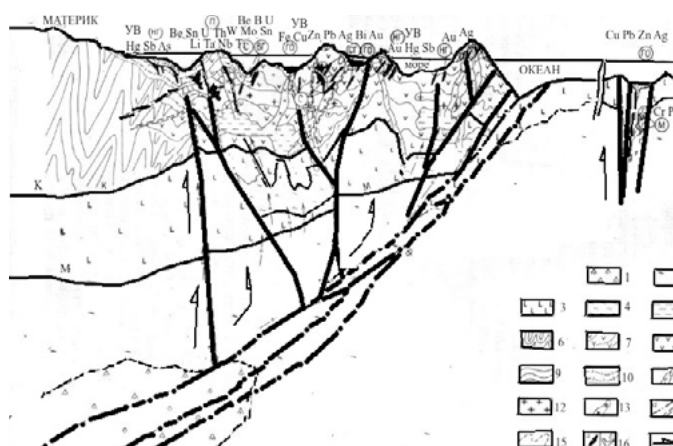


Рис. 18 Система: сводовое поднятие – впадина. Модель образования рудных месторождений в этап проявления очагов базальтовой и гранитной магмы (разрез) (Е.М. Некрасову). М – поверхность Мохоровичича; К – поверхность Конрада; Ф – фокальная зона Заварицкого-Беньофа (зона субдукции); Буквами в кругах обозначены месторождения: пегматитовые – П; скарновые – С; гидротермальные: ВГ – высокотемпературные; СГ – среднетемпературные; НГ – низкотемпературные; гидротермально-осадочные – ГО; 1 – вещество астеносферы; 2 – верхняя мантия; 3 – породы базальтового слоя; очаги: 4 – базальтовой магмы; 5 – гранитной магмы; 6 – древние породы гранитоидного слоя; 7 – терригенно-вулканогенные породы; 8 – экструзивные образования; 9 – карбонатно-терригенные породы; 10 – терригенные породы; 11 – интрузивы основного и щелочного состава; 12 – батолиты гранитоидов; 13 – штоки гранитоидов; 14 – зоны деформации: а – субдукции (фокальные); б – глубинного типа; 15 – предполагаемые границы геологических образований; 16 – рудные тела: а – добываемые руды; б – руды будущего; 17 – направление потоков флюидов.

ность оперативного прогнозирования, даже на начальных стадиях ГРР;

- геоморфологический метод исследования очень точен и не требует больших затрат;
- линейные структуры необходимо изучать выбирая ортогональные проекции;
- линейные структуры закономерно ориентированы;
- ориентировка линейных структур планеты, – рифтовых зон океанов и материков, отражает единый план деформации как для материков, так и для океанов с архея до квартера;
- сеть линейных структур планеты едина;
- разломы контролируют подвижные пояса планеты и имеют сквозной характер;
- линеаменты контролируют материки и континенты и пересекаются под углом 90° и 45° ;
- гидрографическая сеть маркирует разломы;
- линеаменты опоясывают планету (четыре направления), носят сквозной характер, контролируют геологические процессы происходящие в тектоносфере и ядре;
- процессы деструкции земной коры, произошли в следствии возникновения избыточного давления флюида со стороны мантии;
- «Не надо забывать, что вода, выделяемая при плавлении и нагревании горных пород и часть воды магмы происходят благо-

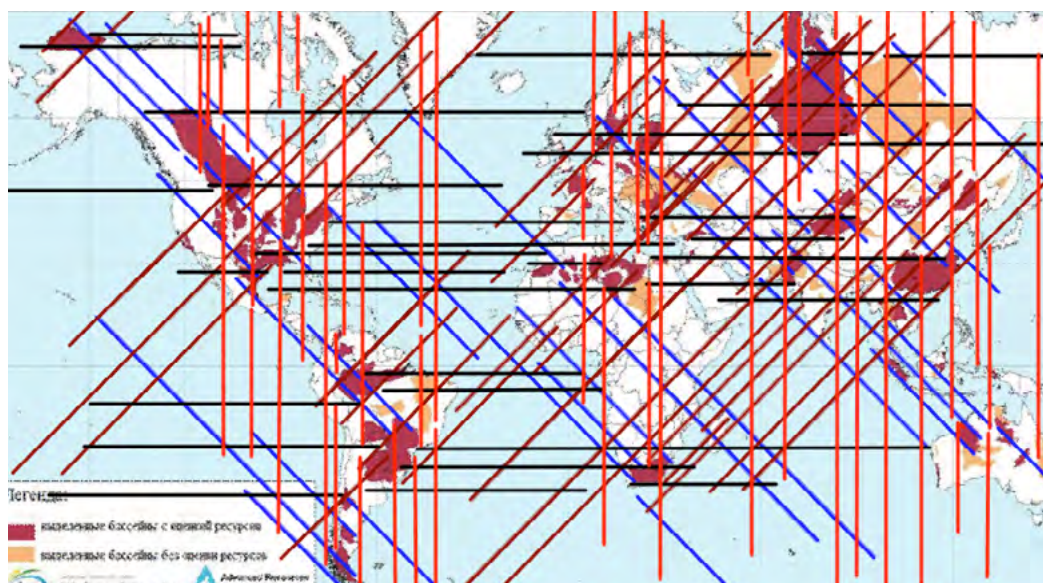


Рис. 19

Разломы контролируют месторождения УВ. Составил: В.Н. Устьянцев, 2021

даря распадению соединений — алюмосиликатов и силикатов, тех же резорбируемых пород» (В.И. Вернадский, 1934).

– деструкции земной коры способствовали эпейрогенические колебание литосферы;

– под воздействием эпейрогенических колебаний литосферы ослабленные деструкцией блоки земной коры дифференцированно испытали погружение (по радиали), что привело к образованию океанов и морей;

– впадины океанов существуют с архея, о чем свидетельствуют мощности земной коры области впадин;

– месторождения УВ связаны с первичными разломами;

– линеаменты, корни гор, континентов, глобальные гравитационные и магнитные аномалии свидетельствуют о активных короман-

тийных обменных процессах, происходящих в системе Земли;


– вышеизложенное опровергает гипотезы дрейфа континентов и литосферных плит;

– автоколебательная система Земли имеет блоковое строение.

Можно считать доказанным следующее (графо-статистический анализ первичных структур):

В начале 20-го века В. Гоббс указывал на многочисленные примеры «геометрической структурированности» рельефа земной поверхности, в котором преобладают прямолинейные направления.

В 30-х годах 20-го века Р. Зондер высказал предположение о наличие в Земной коре сети первичных разломов, проявляющихся в виде «линеаментов» – прямолинейных структур и форм рельефа.

Первичные структуры пересекаются под углом 90° и 45°. 

Литература

1. Белоусов В.В., Основы геотектоники. – М.; «Недра», 1975.
2. Богацкий В.В. Механизм формирования структур рудных полей. – М.; Недр, 1986.
3. Устьянцев В.Н. Энергетика, дегазация автоколебательной системы Земли. О едином волновом механизме структурообразования и генерации минералогических ассоциаций в блоках земной коры. ISBN: 978-5-02-040199-0, Москва, Издательство Наука, 2019.
4. Устьянцев В.Н. Матрица автоколебательной системы Земли и происхождение нефти Год: 2021 Издательство: ФГУП «Издательство «Наука», Объем страниц: 375, ISBN: 978-5-02-040821-0.
5. Ахмеджанов М.А., Борисов О.М. Тектоника до мезозойских образований срединного и южного Тянь-Шаня. – Т.; «Фан», 1977.

UDC 55

V.N. Ustyantsev, geologist, uvn_50@mail.ru

ON THE BLOCK STRUCTURE OF THE EARTH'S CRUST. SYSTEM: ARCHED UPLIFT – DEPRESSION

Abstract: This article discusses the structure of blocks, as well as a single mechanism of structure formation and ore formation.

Keywords: blocks of the earth's crust, I. Prigogine's law.



НАЭН

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО ЭКСПЕРТИЗЕ НЕДР

15

Более 15 лет экспертизы
недропользования и
содействия развитию отрасли

**Партнер государства в вопросах развития
системы государственного регулирования
недропользования**

- Разработка и внедрение отраслевых стандартов и технических требований
- Содействие привлечению инвестиций в отрасль, развитие юниорного бизнеса
- Общественный регулятор сервисного сектора



Комплексный горно-геологический аудит и консалтинг в недропользовании по российским и международным стандартам - JORK, кодексу НАЭН и др

- Аудит инвестиционной привлекательности. Сопровождение лицензирования.
- Защита прав и законных интересов недропользователей и сервисных компаний, проведение экспертиз результатов и качества выполняемых сервисными компаниями работ



Образовательная деятельность

- Научно-исследовательская работа (в т.ч. оценка ресурсного потенциала и значимости лицензионного участка перед возвратом его государству, оценка адекватности применяемой методики ГРР реальной геологии лицензионного участка, региона)
- Развитие профессионального экспертного сообщества и международных связей



Издательская деятельность

- Внедрение инноваций (в т.ч. обсуждение в дискуссионном клубе журнала "Недропользование XXI век" инновационных методов, методик, способов, технологий, перед представлением их на ЭТС "ГКЗ", поиск партнеров для апробации и внедрения в производство инновационных методов, методик, способов, технологий)