

№4 (96) август 2022

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

BEK

СУВЕРЕННЫЙ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ В СИСТЕМЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В ФИНАНСОВОЙ СИСТЕМЕ РФ

ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ



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

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

XXI ВЕК

Научно-технический журнал

Nedropolzovanie XXI век

Межотраслевой
научно-технический журнал

№ 4 август 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
регулирования 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
П.Н. Мельников, генеральный директор ФГБУ «ВНИГНИ», канд. геол.-минерал. наук
С.М. Миронов, 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 – ЭСТАгео
А.А. Романченко, действительный член, заместитель руководителя, научно-
технический консультант Академии Горных Наук, генеральный директор ООО
«ЕМС-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. Шаклеин, 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 ЦНИИГеопнеруд, 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. Рогальский, 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. Агабалян, профессор Государственного инженерного университета
Армении, д-р техн. наук, aghabalyan@mail.ru

Республика Беларусь

Я.Г. Грибик, заведующий лабораторией геотектоники и геофизики Института
природопользования 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.burdin@yandex.ru
Выпускающий редактор – Наталья Решмакова, reshmakova@naen.ru
Редактор-корректор – Марина Сорокина, m.sorokina@naen.ru
Корректор – Наталья Телешенко, natu-09@mail.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 07.09.2022

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)

Уважаемые друзья!

На страницах нашего журнала мы стараемся регулярно освещать наиболее интересные вопросы недропользования: перспективные разработки; опыт реализации тех или иных проектных решений; научные статьи; исторические данные.

Вместе с тем нельзя не подчеркнуть актуальность фундаментального вопроса не только давно обсуждаемого в отрасли, но и особо проявившегося в последние месяцы – вопрос совершенствования механизмов регулирования отрасли, как единого организма, состоящего из крупных элементов: нормативно-правового обеспечения; научной составляющей; производственного элемента; системы финансово-инвестиционного регулирования и поддержки.

В условиях разделения мировых рынков на «дружественные» и «недружественные» нам необходимо совместно, профессионально найти механизмы, позволяющие нам не только эффективно реформировать систему регулирования отрасли, наладить гармоничное и эффективное взаимодействие смежных, обеспечивающих отраслей, логистических составляющих и потребителей, но и по-новому взглянуть на добываемое нами минеральное сырьё с позиции возможной диверсификации производств.

Налаживание изготовления широкого спектра продукции не только из привычных источников минерального сырья, но и из техногенных образований и ТРИЗ, должно стать существенным подспорьем в вопросе импортозамещения и расширения рынков отечественной продукции, развития техники, технологии и, как следствие – повышения извлечения полезных ископаемых из недр, рационального использования полезных ископаемых.

При решении данных вопросов возрастает роль профессионализма, непредвзятости, объективности и прозрачности разрабатываемых решений.

Для публичного обсуждения Редакция нашего журнала и АООН «НАЭН» приглашает специалистов принять активное участие в обсуждении этих и других немаловажных проблем недропользования на площадке нашего журнала, форуме, созданном на портале АООН «НАЭН», Платформе Геовебинары, международном горно-геологическом форуме «МинГео», а также других общественных площадках.

Напоминаю, что наша редакция активно приветствует ваши вопросы и мнения, направляемые нам. При поддержке специалистов, а также представителей органов власти мы стараемся дать ответы на все ваши обращения и осветить их в наших выпусках.

Вместе с тем, поздравляю тружеников отрасли с профессиональными праздниками: Днём шахтера и Днём нефтяника! Желаю всем здоровья, новых открытий, новых горизонтов и мира!



С уважением, Д.Б. Бурдин

Совещание о создании национального суверенного института компетентных лиц в сфере недропользования твердых полезных ископаемых

СПРАВКА

В 2004 г. АООН «НАЭН» выступила координатором при создании Центральной комиссии по разработке месторождений полезных ископаемых (ЦКР) – Роснедра. Впоследствии, на протяжении долгого времени, являлась координационным центром проведения экспертизы технических проектов освоения месторождений в России, а также партнером ФБУ ГКЗ при проведении государственной экспертизы запасов (выполнено более 2500 экспертиз объектов недропользования месторождений ТПИ).

9 июля 2022 г. по инициативе директора АООН «НАЭН», члена Комитета РСПП по финансовой политике Третьякова Андрея Викторовича, состоялось совещание по вопросу создания «национального суверенного института компетентных лиц в сфере недропользования твердых полезных ископаемых».

В работе совещания приняли участие:

Со стороны общественных организаций:

Третьяков А.В. – Директор АООН «НАЭН», Член комитета РСПП по финансовой политике;
Свинтицкий И.Л. – директор крупнейшего горно-геологического форума международного уровня «Мингео Сибирь», исполнительный директор ОЭРН;
Малухин Г.Н. – Общество экспертов России по недропользованию, канд. тех. наук, член комитета CRIRSCO, звание «Европейский геолог»; эксперт ЕЭК ООН.

Со стороны недропользователей:

Ильин О.В. – кандидат геолого-минералогических наук, директор управления геологоразведочных работ и горного моделирования, ООО «Мечел-Инжиниринг», эксперт ОЭРН;
Мельников А.В. – технический директор «Русский титан», член Австралийского института горного дела и металлургии, член Австралийского института директоров компаний, эксперт ОЭРН;

Со стороны компаний, предоставляющих горно-геологическую оценку и аудит:

Никишичев С.Б. – канд. эк. наук, член Академии Горных Наук, эксперт ОЭРН и член ЕСОЭН, Директор IMC Montan, Международное Компетентное Лицо FIMMM (Институт материалов, минералов и горного дела Великобритании);
Подтуркин Ю.А. – канд. эк. наук, президент компании РГ Консалтинг;
Савченко С.И. – эксперт Degolyer And Macnaughton, а также Фонда поддержки научно-проектной деятельности студентов, аспирантов и молодых ученых «Национальное интеллектуальное развитие», учредителем которого является МГУ имени М.В. Ломоносова.

Со стороны органов федеральной власти:

Бурдин Д.Б. - Главный геолог ФБУ «ГКЗ», заместитель председателя ЦКР-ТПИ Роснедра, эксперт ОЭРН.

Ситуация, связанная с изменением геополитической обстановки и последующим уходом из России ведущих консалтинговых компаний, привела к ограничению доступа к инвестиционным ресурсам. Особенно остро встал вопрос о создании института компетентных лиц в недропользовании (для проведения геолого-экономической оценки соответствующей всем мировым стандартам) и использования на территории Российской Федерации российского национального суверенного Кодекса НАЭН, признаваемого международными финансовыми институтами и мировым геологическим сообществом. Этот Кодекс и экспертный институт станут ключевыми элементами создающейся системы национального суверенного горно-геологического аудита и финансово-экономической оценки запасов и ресурсов добывающих компаний.

По мнению Третьякова А.В. к созданию такой системы всё готово. В 2007 году ФГУ «ГКЗ» при поддержке НП «НАЭН» создали Общество экспертов России по недропользованию (ОЭРН). Были подготовлены основные регламентирующие документы, НП «НАЭН» разработало структуру ОЭРН, «Положение об Обществе», «Кодекс профессиональной этики эксперта» и прочие необходимые документы и регламенты. В 2010 году АООН «НАЭН» совместно с ОЭРН и ФБУ «ГКЗ» разработали Российский кодекс публичной отчетности «Кодекс НАЭН», признанный и вошедший в семейство CRIRSCO. Кроме того, более тысячи российских экспертов имеют многолетний опыт работы в зарубежных и отечественных аудиторских и консалтинговых компаниях.

Свинтицкий И. Л. сообщил, что заканчивается работа по обновлению «Кодекса НАЭН», а также разрабатывается методическое сопровождение. За предшествующие годы 20 экспертов полу-



На фото: Третьяков А.В.



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

чили в ОЭРН сертификат компетентного лица. Единогласно было принято решение признать уже выданные статусы компетентных лиц в рамках новой структуры НАЭН/ОЭРН. Структура включает три ветви власти: законодательная – НАЭН, исполнительная – ОЭРН, и судебная в лице третейского суда – профессиональной дисциплинарной комиссии.

Третьяковым А.В. было предложено, а другими участниками поддержано, организовать выпуск новой формы сертификата компетентного лица, заверенного печатями двух международно-признанных российских общественных организаций – НАЭН и ОЭРН.

Подтуркин Ю.А. сообщил о старте пилотного проекта на Санкт-Петербургской бирже на основе Кодекса НАЭН. По его мнению, этот опыт будет транслирован как в России, так и на зарубежных биржевых площадках. Он напомнил, что Кодекс НАЭН получил признание CRIRSCO наравне с JORC, он официально признан во многих странах мира, а также рекомендован к использованию FCA. Юрием Александровичем было предложено упростить процедуру сертификации: наделить компетентных лиц с многолетним стажем правом предлагать кандидатуры экспертов для рассмотрения в сертификационную комиссию ОЭРН.

Третьяков А.В. сообщил о том, что в начале года АООН «НАЭН» заключило соглашение с СПО аудиторов Ассоциация «Содружество». В том числе соглашение о признании экспертных заключений организаций, соответствующих требованиям НАЭН и включенных в соответствующий рейтинг при проведении ежегодного аудита добывающих компаний. Все вышесказанное позволяет на законодательном уровне в процедуре горного аудита сделать обязательным использование Кодекса НАЭН. Андрей Викторович предложил презентовать данную систему суверенного национального аудита и оценки в сентябре на Дальневосточном форуме. В рамках подготовки к форуму были направлены письма на имя Заместителя Председателя Правительства РФ – полномочного представителя Президента РФ в Дальневосточном федеральном округе Трутнева Ю.П. о необходимости внедрения системы с ее незамедлительной последующей реализацией при создании предприятий по разработке и добыче с месторождений Дальнего востока.

Сергей Борисович Никишичев выразил свою поддержку и сообщил о предоставлении помощи НАЭН на всех уровнях и направлениях, в том числе с горно-геологическим аудитом юниорных объектов. Сергей Борисович предложил в переходный период (3-5 лет) разрешить заинтересованным компаниям использовать кодекс JORC наравне с Кодексом НАЭН, однако, предоставление специальных условий и льгот при проведении горно-геологического аудита, будет производиться только при использовании ими Кодекса НАЭН. Никишичевым С.Б. было акцентировано внимание на необходимости избегания такого типа подхода к вступлению в членство общественных организаций, как, например, сформировалось в ЕСОЭН – через необоснованное финансирование организации и по принуждению. Все предложения были единогласно приняты – размер взносов за членство будет минимально допустимым и без какого-либо принуждения.

Поддержано предложение участников проводить такого рода совещания раз в месяц, до полноценного внедрения системы суверенного национального аудита. ^{XXI}



На фото: момент подписания соглашения. Третьяков А.В. и Козырев И.А. председатель Правления СПО аудиторов Ассоциация «Содружество»

ТЕМА НОМЕРА

Суверенный горно-геологический аудит в системе стратегического государственного регулирования недропользования в финансовой системе РФ

№4

август
2022**ТЕМА НОМЕРА**

- 6 *С.М. Миронов*
Современные вызовы требуют оперативных системных решений
- 10 *Г.Н. Шаров*
О повышении эффективности управления геологической отраслью в условиях санкционного давления на экономику страны
- 12 *Г.М. Горкин, В.В. Фомина*
Роль геологического аудита в системе долгосрочного государственного регулирования недропользования и финансовой системы РФ
- 18 *А.А. Твердов, А.В. Новиков*
Проблемы и перспективы привлечения инвестиций горными юниорными компаниями на российском фондовом рынке
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА**
- 38 *В.Ю. Мохунов, Н.И. Гулый*
Анализ тенденций современных технологий извлечения лития из гидроминерального сырья
- 52 **НОВОСТИ**
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ: СЫРЬЕВАЯ БАЗА И ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА**
- 80 *П.М. Косьянов*
Исследования воздействия тепловыми и электромагнитными полями на вязкость нефти
- 85 *В.Н. Устьянцев*
Гелий как показатель процесса синтеза углеводородов
- 91 *Л.Г. Нерадовский*
Оценка прочностного состояния скально-полускального основания инженерных сооружений г. Нерюнгри в криолитозоне Южной Якутии по данным геофизики (метода дистанционного индуктивного зондирования)
- КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ**
- 98 *Т.Б. Рогова, С.В. Шаклеин*
Классификация запасов Геологического Комитета СССР и использование ее положений при совершенствовании современной классификационной системы – Часть 3 – Содержание и его анализ
- ЭКОНОМИКА НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- 108 *М.М. Шац*
Северный газотранспортный коридор
- 114 *Р.Р. Назаров, Д.М. Гилаев, И.Р. Булатова*
Определение смещений земной поверхности на территории деятельности ПАО «Татнефть» методом радарной интерферометрии SBAS
- ЭКОЛОГИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- 120 *Ю.А. Сезин, А.В. Лыгач*
Разработка и промышленное освоение технологии производства природного экологически чистого удобрения (фосфоритной муки) из тонкодисперсных фосфорсодержащих технологических отходов бывшего Брянского фосфоритного завода после глубокого обогащения желваковых фосфоритов Полпинского месторождения
- 127 *К.Н. Овчинников*
Карбоновый след мировой цементной промышленности. Факторы влияния, тренды и потенциал по снижению
- ДИСКУССИОННЫЙ КЛУБ**
- 138 *Н.П. Запивалов*
Новое учение в нефтегазовой науке и практике в XXI веке
- ГОРНОЕ ПРАВО**
- 144 *Д.В. Спиридонов*
Современные проблемы реализации прав коренных народов в сфере недропользования
- 154 *Ю.Г. Богаткина, В.Н. Лындин*
Проблемы налогообложения нефтедобычи в России

ISSUE TOPIC

Sovereign audit of mineral reserves and resources in the government management system. State regulation subsoil use in financial system the Russian Federation

№4

August
2022**ISSUE TOPIC**

- 6 *S.M. Mironov*
Modern challenges require immediate system solutions
- 10 *G.N. Sharov*
On improving the efficiency of management of the geological industry in the context of sanctions pressure on the country's economy
- 15 *G.M. Gorkin, V.V. Fomina*
The role of geological audit in the system of long-term state regulation of subsoil use and the financial system of the Russian Federation
- 29 *A.A. Tverdov, A.V. Novikov*
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

EARTH SCIENCES: MINING AND PROCESSING

- 38 *V.Yu. Mohunov N.I. Gulyi*
Analysis of trends in modern technologies for the extraction of lithium from hydromineral raw materials

NEWS**EARTH SCIENCES: COMMODITIES BASE AND GEO EXPLORATION**

- 80 *P.M. Kosianov*
Studies of the effect of thermal and electromagnetic fields on the viscosity of oil
- 85 *V.N. Ustyantsev*
Helium as an indicator of the hydrocarbon synthesis process
- 91 *L.G. Neradovskii*
Assessment of the strength state of the rocky-semi-rocky foundation of engineering structures in the city of Neryungri in the permafrost zone of South Yakutia according to geophysics data (remote inductive sensing method)

RESOURCES CLASSIFICATION

- 98 *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 3 – Content and analysis.

MINING ECONOMY

- 108 *M. M. Shatz*
Northern Gas Corridor
- 114 *L.I. Bulatova, D.M. Gilayev, R.R. Nazarov*
A small-baseline radar interferometry approach to detect surface subsidence in PJSC TATNEFT FIELDS

MINING ECOLOGY

- 120 *Yu.A. Sezin, A.V. Ligach*
Development and industrial development of technology for the production of natural environmentally friendly fertilizer (phosphorus flour) from finely dispersed phosphorus-containing technological waste of the former Bryansky phosphorite plant after deep enrichment of the zhelvak phosphorites of the Polpinsky deposit.
- 127 *K.N. Ovchinnikov*
Carbon footprint of cement industry. Influence factors, trends and points of improvement

DISCUSSION CLUB

- 138 *N.P. Zapivalov*
Petro-geological way of thinking: new 21st-century aspects

MINING LAW

- 144 *D.V. Spiridonov*
Modern problems of realization of the rights of indigenous peoples in the field of subsoil use
- 154 *Yu.G. Bogatkina, V.N. Lyndin*
Problems of taxation of oil production in Russia

МИРОНОВ С.М.

*Председатель Партии
СПРАВЕДЛИВАЯ РОССИЯ –
ПАТРИОТЫ - ЗА ПРАВДУ*

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ ТРЕБУЮТ ОПЕРАТИВНЫХ СИСТЕМНЫХ РЕШЕНИЙ

24 февраля внешние условия для всех отраслей экономики Российской Федерации кардинально изменились. В своем противостоянии с нашей страной коллективный Запад, стремясь сохранить свою гегемонию, пойдет до конца. Многочисленные санкции введены не временно, а навсегда. Очевидно, что их объем будет нарастать. Частичная отмена возможна только под давлением наших контрсанкций и чувствительных с нашей стороны мер военно-экономического характера для экономик западных стран.

В целом, новые вызовы, связанные с уходом с российского рынка целого ряда западных компаний, ограничениями доступа к зарубеж-

ным техническим, технологическим и инвестиционным ресурсам, а также введенные Западом запреты, порождают дополнительные угрозы, серьезность которых недооценивать нельзя.

Ответ на новые вызовы должен быть системным и оперативным, а главное – представлять собой единый комплекс мер, реализация которого потребует согласованных усилий всех ветвей и уровней власти.

Несмотря на все усилия Правительства по противодействию западным санкциям, представляется, что это только начало пути. Во многом еще предстоит обеспечить экономический суверенитет России, не допуская при этом самоизоляции в мировой экономике.

Основные приоритеты. За важностью решения текущих проблем, нельзя забывать стратегические приоритеты, от которых зависит наше развитие на длительную перспективу.

Мощная минерально-сырьевая база, условно, является важнейшей составляющей экономики России. Львиную долю доходов в бюджет дает именно она. От нее зависят темпы движения к намеченным целям, возможность решения социальных проблем, способность занять достойное место в мире в XXI веке в условиях нарастающего противостояния с коллективным Западом. Это гарантия экономического суверенитета Российской Федерации.

Сегодня речь должна идти не только о принятых против нашей страны санкциях, но и о проблемах геологической отрасли, которые копились годами и требуют безотлагательного решения в новых условиях.

Государству надо в корне менять стратегию развития минерально-сырьевой базы. Больше нельзя мириться с минимальным участием государства в недропользовании. Частный капитал никогда не сделает то, что может и должно делать государство. Сам масштаб и сложность стоящих проблем определяет необходимость повышения его роли в этой важнейшей отрасли экономики.

При этом следует исходить из того, что техника, кадры и финансы – три основных кита, на которых держится недропользование. Без комплексного подхода к развитию этих взаимосвязанных направлений обеспечить опережающее развитие минерально-сырьевой базы страны не удастся. А начинать нужно с построения эффективной системы управления.

Многие из приведенных ниже предложений, уже выносились мной на общественное обсуждение, в том числе на страницах настоящего журнала. Сегодня важно расставить приоритеты в изменившихся условиях.

Система управления. Очевидно, предстоит срочно навести порядок в отрасли. Раздробление единой геологической службы на отдельные структуры оказалось не оправданным. Откладывать решение организационных вопросов больше нельзя.

В настоящее время стране остро необходима вертикально интегрированная геологическая отрасль. Наша Партия давно настаивает на воссоздании органа управления, аналогичный министерству геологии СССР, который будет целенаправленно заниматься решением всего комплекса проблем, накопившихся в геологии. Создание Министерства геологии и недропользования России в условиях дефицита средств позволит в полной мере обеспечить программно-целевой принцип финансирования геолого-разведочных работ.

Соответствующее обращение с обоснованием необходимости решения этой задачи направлено мной в адрес Президента Российской Федерации. Согласно обращению, все предприятия, организации и учреждения (тресты, управления, экспедиции, НИИ, научно-производственные объединения, региональные подразделения и др.) должны быть подчинены Министерству геологии. В качестве немедленного шага необходимо переподчинить Роснедра напрямую Правительству Российской Федерации.

Предлагаемые меры позволят все имеющиеся ресурсы собрать в один кулак под единым управлением и добиться решения задач в кратчайшие сроки при минимальных затратах.

Техническое оснащение. Главная цель на этом направлении – обеспечить недропользователей высокотехнологичным оборудованием. Сегодня на многих высокотехнологичных работах оно иностранное. Большинство отечественной техники, выпускаемой для отрасли, уступает мировому уровню. С введением санкций далеко не все можно будет купить за рубежом, а схемы «параллельного импорта» являются не надёжными и временными. На основе ревизии темпов и качества импортозамещения необходимо не просто решить эту проблему, а сделать это системно, быстро и эффективно.

Знаю, первоочередные меры по импортозамещению в горной промышленности уже принимаются. Считаю, что там, где мы уступаем мировому уровню, необходимо идти по пути копирования лучших зарубежных образцов. Нашим машиностроителям предстоит в кратчайшие сроки наладить массовое производство высокоэффективной техники.

Нужно активно переходить на отечественное программное обеспечение горных работ. Это важнейший вопрос нашей технологической и национальной безопасности. Планируемое сегодня замещение импорта по основным позициям программного обеспечения представляется явно недостаточным.

Необходимо радикально снизить налоги, удешевить, а лучше обнулить кредиты для всех предприятий, нужно давать дешевые кредиты всем несырьевым производствам, всему малому и среднему бизнесу, работающему на импортозамещение. Хочу особо подчеркнуть, что импортозамещение – это не замена западных поставщиков техники на восточных. Полностью согласен с Президентом Российской Федерации В.В. Путиным, что санкционная политика Запада дает нам уникальную возможность в полной мере реализовать свой научный, технологический и промышленный потенциал. Такая возможность должна быть полностью использована.

Следует отменить миллиардные поправки для экспортеров сырья и предоставлять льготы производствам, обрабатывающей промышленности. Нужно развивать прикладные научные разработки, НИОКР, воссоздавать научно-технические советы.

При реализации указанных мер, в условиях зарождения нового миропорядка, необходима переориентация на страны Тихоокеанского региона, Юго-Восточной Азии, страны – члены БРИКС и ШОС. Быстро развивающиеся рынки обеспечат окупаемость затратных конструкторских разработок и перспективных наукоемких технологий.

Кадровое обеспечение. Отрасль ощущает значительную нехватку квалифицированных кадров. При существующих объемах подготовки инженерно-технических работников их дефицит будет сохраняться. В результате создание образцов перспективного оборудования идет медленно, производственная база устаревает. С уходом подготовленных профессионалов, замена в нужных объемах пока не обеспечивается.

Проблемы «кадрового голода» будут эффективно решены только тогда, когда профессия горного инженера станет престижной и уважаемой в обществе. Необходимо максимально использовать все возможности «целевой», как говорили раньше, подготовки кадров. При подготовке специалистов горных профессий необходимо выплачивать повышенные стипендии. Необходимо срочно увеличить численность студентов горно-геологических специальностей в техникумах и ВУЗах за счет увеличения количества бюджетных мест. Вернуть работу по распределению.

Реализацию программного положения нашей Партии о том, что образование в России должно стать полностью бесплатным, считаем нужным начать с геологических профессий.

Уверен, что подготовку кадров нужно начинать со школьной скамьи, прививать с детства любовь и тягу к геологии. Такой положительный опыт у нас есть. И его нужно распространять по всей стране.

Представляется правильным закрепить на законодательном уровне статус горного инженера, где четко оговорить достойный социальный пакет, зарплату, жилье по месту работы. Сфера недропользования должна стать по-настоящему привлекательной для молодых людей, чтобы они стремились в горную отрасль и с желанием в ней работали.

Финансирование отрасли. Задача сохранения и развития минерально-сырьевой базы России должна обеспечиваться достойным финансированием. Следует увеличить финансирование программы геологического изучения недр за счет средств федерального бюджета. Сегодня

объем финансирования недостаточен для формирования поискового задела.

Считаю, что в сложившихся условиях государство должно взять на себя большую нагрузку по финансированию геологоразведочных работ – как поисковых, так и оценочных. На геологоразведку необходимо направлять минимум 10% поступлений от налога на добычу полезных ископаемых.

Чтобы ослабить нагрузку на бюджет Министерство геологии и недропользования, о котором речь шла выше, должно системно работать над привлечением в геологоразведку частного капитала.

Нельзя допускать, чтобы и дальше «финансовый блок» Правительства фактически тормозил развитие стратегической отрасли, а каждую копейку на ее развитие приходилось выбивать с боем. Тем более, что финансово-экономический блок не мытьем, так катаньем пытается возродить бюджетное правило, когда по указке МВФ сверхдоходы от продажи нефти тратились не на развитие, а на скупку валюты, которую закатывали в кубышку Фонда национального благосостояния.

Важно понимать, что состояние с обеспечением промышленности, особенно оборонной, собственным сырьем, вызывает серьезную озабоченность. Россия импортирует более трети стратегических видов минерального сырья и более 60% дефицитных видов полезных ископаемых, причем по некоторым из них зависимость от импорта – 100% (марганец, хром, титан, литий). А в нынешних условиях беспрецедентного санкционного давления именно российские минеральные и энергетические ресурсы стали нашим самым надежным финансовым обеспечением.

Законодательное обеспечение. Необходимо на законодательном уровне срочно установить такие «правила игры», в результате выполнения которых геология и недропользование станут наиболее привлекательными видами деятельности. Только тогда мы сможем решить в сжатые сроки проблему расширенного воспроизводства минерально-сырьевой базы и активизировать разработку уже разведанных запасов.

В настоящее время закон «О недрах», принятый десятки лет назад, поощряет монополизацию отрасли и частенько просто не успевает за динамикой задач, которые возникают на практике. Однако все попытки предложить новую редакцию Закона успехом пока не увенчались. Думаю, надо ускоренными темпами двигаться к принятию «Горного кодекса Российской Федерации», который бы обеспечивал четкое правовое регулирование при решении всех проблем горной промышленности.

Необходимо пересмотреть наши международные обязательства. Не отказываясь от перехода из углеродной экономики и решения проб-

лем экологии, снять с повестки дня тему выполнения Парижского соглашения. Очевидно, что оно будет использоваться Западом против нас в виде оброка за доступ на минерально-сырьевые рынки.

Нужно также подвергнуть ревизии все заключенные ранее соглашения о разделе продукции с недружественными странами. Эти страны должны нести ответственность за свою политику в отношении России.

Первоочередные меры.

Уже сегодня необходимо:

- организовать добычу импортируемого стратегического сырья, допуская низкую рентабельность. Диверсифицировать добычу полезных ископаемых в различных регионах, как важнейшее условие устойчивости минерально-сырьевой базы. Упростить процедуры получения разрешений на проведение геологоразведки, добычи, строительства предприятий и т.п.;

- радикально изменить действующую систему налогообложения, которая не стимулирует проведение научных исследований, внедрение новейших технологий, рациональное использование природных ресурсов, переработку отходов и т.п. Освободить компании от налоговых затрат на НИОКР. Предоставить горно-металлургическим компаниям, инвестирующим в геологоразведку, вычет по налогу на добычу полезных ископаемых;

- установить эффективное разграничение полномочий между уровнями власти, государством и бизнесом в геологоразведке и горнодобыче. Скорректировать модель частно-государственного партнерства, которая сегодня носит упрощенный характер. Нельзя допускать хищнического использования недр, но и оставлять их без эффективного использования нельзя. Они должны работать на благо государства и граждан страны;

- наладить надежный мониторинг конъюнктуры рынка специалистов для геологической отрасли, их возрастной и профессиональный состав. Формировать программы обучения, соответствующие реальным запросам. Помнить, что горная профессия – это опасная профессия, и уровень социальной защиты здесь должен быть выше, чем у других работников;


- принять меры стимулирования геологоразведочных работ в условиях риска, а также меры морального и материального поощрения геологических открытий.

В условиях ухода с российского рынка западных горно-геологических, аудиторских, консалтинговых компаний и рейтинговых агентств, необходимо создать все условия для их оперативного замещения отечественными структурами. Следует установить дополнительные ограничения на участие иностранных граждан и компаний в российской экономике. Работа над ошибками должна быть выполнена полностью.

Еще в марте текущего года Партия СПРАВЕДЛИВАЯ РОССИЯ – ПАТРИОТЫ – ЗА ПРАВДУ разработала и направила Председателю Правительства России перечень первоочередных мер, которые должны быть реализованы в ближайшее время во всех отраслях экономики. В него включены более 60 предложений по вопросам снижения дополнительных платежей, сборов и устранения избыточных барьеров в отношении граждан и бизнеса, а также представления преференций, льгот, субсидий и иных мер поддержки. В настоящее время готовится второй пакет мер. К сожалению, большинство из наших предложений не находит поддержки Правительства. Хотя, уверен, что стране нужна новая экономическая модель, и пересматривать нужно всю экономическую и социальную политику государства.

В заключение хочу отметить следующее. До настоящего времени многие решения упорно тормозились сторонниками либеральных взглядов. Сегодня вера в международное разделение труда и сложившуюся модель, что «не нужно делать все самим, а недостающее купим на Западе», потерпели полный крах.

Срочные системные решения могут быть найдены и реализованы только путем объединения усилий горнопромышленников, законодателей, представителей исполнительной власти и бизнеса. Сегодня нельзя обойтись без научных разработок, без оценок экспертного сообщества и предложений практиков горной промышленности. Задачи продолжают усложняться и эффективно решить их можно только сообща. Минерально-сырьевой комплекс страны должен стать стратегической отраслью не на словах, а на деле.

Партия СПРАВЕДЛИВАЯ РОССИЯ – ПАТРИОТЫ – ЗА ПРАВДУ, являясь самым последовательным лоббистом геологии во всех органах государственной власти Российской Федерации, всегда открыта для новых идей и предложений, и сделает все возможное для реализации их на практике. 

**Шаров Г.Н.**

Кандидат геолого-минералогических наук, эксперт ГКЗ
Выпускник СГИ (группа РМ-55-2),
начальник Геологического отдела Якутского ПГО,
Генеральный директор ПГО «Запсибгеология»,
Председатель «Южсибгеолкома»
g.sharov@bk.ru

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЮ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ НА ЭКОНОМИКУ СТРАНЫ

В статье обосновывается необходимость возрождения Министерства Геологии России и его низовых подразделений с учётом выполнения функций не только управления всеми геологическими работами, кроме академических исследований, но и подготовки материалов, лежащих в основу Решений Правительства, Государственной думы и Президента Российской Федерации.

Ключевые слова: Министерство геологии, минерально-сырьевые ресурсы, Государственные программы.

Устойчивое развитие экономики страны в условиях санкций, как и в годы Великой Отечественной войны, зависит от эффективного и грамотного использования её минеральных ресурсов. Достаточно вспомнить, какую роль в военное время сыграли открытие и быстрое введение в строй нефтяных месторождений Волго-Уральского региона, месторождения бокситов Красная Шапочка на Урале, угольных месторождений Кузбасса и др.

К началу 90-х годов прошлого века Министерством геологии, совместно с Госпланом СССР, была создана система эффективного изучения недр страны, минеральные богатства которых составляли и составляют основу её экономического развития и безопасности.

Выстроенная система обеспечивала планомерное раскрытие геологического потенциала всех регионов страны, результатом чего являлось создание перерабатывающей минеральное сырьё промышленности, формирование крупных центров промышленного производства.

Развитие этого направления осуществлялось на основе ежегодно обновляющейся информации, поступающей от производственных подразделений: поисковых, съёмочных, гео-

логоразведочных, тематических партий и экспедиций, входящих в территориальные или специализированные Производственно-геологические объединения.

Они разрабатывали годовые и долгосрочные планы развития геологических исследований и воспроизводства минерально-сырьевой базы подведомственного региона с учётом потребности в сырьеперерабатывающей промышленности как в данном регионе, так и в стране в целом. Эти работы проводились с участием и консультациями отраслевых и академических профильных институтов, крупных технологических лабораторных центров и другими структурами как в центре страны, так и на периферии.

Территориальные программы годовых и долгосрочных исследований, докладывались, в первую очередь, в Управлении минеральных ресурсов в Министерстве геологии СССР. Далее, они рассматривались в отраслевых отделах Госплана СССР, где формировались Государственные планы развития Народного хозяйства.

Таким образом, формировались планы развития геологических исследований и восполнения минерально-сырьевой базы страны по принципу «снизу вверх».

Эта система, в последующие годы была разрушена в процессе перехода к «рыночной экономике» и так называемой «оптимизации». В этот период в отечественной экономике возобладала тенденция замены минеральных ресурсов, которые выгоднее было не производить в стране, а закупать по низким ценам за рубежом, и наоборот, развивать в стране производство минеральных ресурсов, которые выгоднее стало производить и продавать за рубеж. Примерами могут быть: редкоземельные металлы, сокращение исследований и производства которых достигли катастрофически низкого уровня; титан, который в основном экспортировался при недостатке в собственном авиастроении; литий, добыча которого прекратилась в 1991 году и пр.

В определённой мере страна превратилась в «сырьевой придаток» экономик других стран.

В этих условиях, управление геологическим изучением минерально-сырьевых ресурсов страны свелось к разработке директивных Государственных Программ. Под них и выделялись и финансовые ресурсы.

Нужна ли была реорганизация действующей системы? На мой взгляд: нет. Но совершенствование, с учётом новых реалий и научно-технических достижений – да.

В основе любых исследований, в том числе в области геологии, лежит информация.

Снизилась её доступность в результате концентрации в укрупнённых территориальных фондах. С ослаблением и ликвидацией низовых производственных геологических организаций, были ликвидированы и низовые отраслевые фонды геологической информации, в том числе практически потеряна первичная документация геологоразведочных партий и многое другое. А этот бесценный фонд информации незаменим конечными отчётами.

Фактическое использование информации в связи с почти полной ликвидацией государственных производственных геологических организаций в регионах (ПГО, экспедиций, геологоразведочных партий) сократилось. Сократились


и возможность прохождения студентами производственных практик, пополнение геологоразведочного производства выпускниками вузов. В значительной степени сократилась связь поколений в геологической отрасли.

В основе эффективных Государственных Программ должен лежать глубокий анализ состояния мировой экономики в связи с использованием ею минерально-сырьевых ресурсов. Он должен опираться на мониторинг состояния таковой в мире, потребления полезных ископаемых в странах с передовой и развивающейся экономикой, с учётом возможности как удовлетворения потребностей собственной промышленности и сельского хозяйства, так и прибыльного экспорта, замещения импорта собственной продукцией.

При отсутствии Госплана такие исследования мог бы возглавить ВИЭМС. Поскольку, этот институт на сегодня практически ликвидирован, эту функцию, на взгляд автора, возможно поручить ГКЗ России, подчинённой непосредственно Правительству Российской Федерации. Выполнению этих исследований при его структуре могут способствовать и связи с многочисленными высококвалифицированными экспертами.

Подобные исследования должны обобщаться Министерством геологии РФ и ложиться в основу Решений Правительства, Государственной думы и Президента Российской Федерации.

В первую очередь это касается важнейших для экономики страны полезных ископаемых: углеводородное сырьё, уголь, металлы, в том числе благородные, редкие и редкоземельные и др.

Естественно, геологические структуры не вписываются в границы регионов. Сохранение специализированных научно-исследовательских организаций (институтов, лабораторий) остаётся крайне важным. Сейчас большинство из них влачит жалкое существование. Но задачей номер один является **возвращение производственных геологических организаций в регионы, для проведения геологических разнонаправленных и разномасштабных исследований на конкретных территориях, геологических структурах и месторождениях.** 

UDC 553.04

G. N. Sharov g.sharov@bk.ru

ON IMPROVING THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF THE GEOLOGICAL INDUSTRY IN THE CONTEXT OF SANCTIONS PRESSURE ON THE COUNTRY'S ECONOMY

Abstract: The article substantiates the need to revive the Ministry of Geology of Russia and its lower divisions, taking into account the functions of not only managing all geological works, except for academic research, but also preparing materials that form the basis of the decisions of the Government, the State Duma and the President of the Russian Federation.

Keywords: Ministry of Geology, mineral resources, State programs.

**Горкин Г. М.**

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

**Фомина В. В.**

младший научный сотрудник
valery.fomina17@gmail.com

РОЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА В СИСТЕМЕ ДОЛГОСРОЧНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И ФИНАНСОВОЙ СИСТЕМЫ РФ

В данной статье раскрывается понятие геологического аудита, его цели и задачи, а также значимость в политической и экономической сферах Российской Федерации. Важно отметить, что геологический аудит целесообразно проводить как для разрабатываемой сырьевой базы, так и для разведанной и прогнозной базы. В качестве его объектов следует рассматривать залежи, месторождения, лицензионные участки, сырьевые активы нефтяных и газовых компаний и в целом сырьевую базу страны. Результаты аудита заключаются в использовании результатов для принятия управленческих решений по поискам, разведке и разработке месторождений компаниями и государственными органами управления фондом недр; оценка запасов и ресурсов нефти в качестве основы для разработки и корректировки энергетической стратегии России и долгосрочной программы поисков и разведки месторождений нефти. В заключении говорится об очевидной значимости геологического аудита в системе долгосрочного государственного регулирования недропользования и финансовой системы Российской Федерации.

Ключевые слова: аудит, геология, геологический аудит, роль аудита, финансовая система РФ.

Последние десятилетия российская экономика уверенно плывёт в лодке реформ. Современные предприятия разрабатывают и внедряют новые принципы управления, учёта запасов, стремятся повысить эффективность своей деятельности. Аудит стал важнейшим составным экономическим элементом, особенно в геологической сфере. Прежде всего понимается как предпринимательская деятельность, которая заключается в независимой проверке отчётности. Но и определяется как «систематический, независимый и документированный процесс получения свидетельств проверки и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев», «процесс, посредством которого компетентный независимый

работник накапливает и оценивает свидетельства об информации, поддающейся количественной оценке и относящейся к специфической хозяйственной системе, чтобы определить и выразить в своём заключении степень соответствия этой информации установленным критериям»[1].

Исторический исток этого явления – конец 19 века в мировой экономической системе. К 20 веку в развитых странах аудиторские проверки становятся частыми и привычными. В Российской Федерации же на протяжении многих лет предпринимаются попытки по их внедрению в систему финансового контроля в 1889, 1912 и 1928 гг., однако первыми аудиторскими организациями становятся предприятия акционерного общества «Инаудит», основанного осенью 1987 г. В 2008 го-

ду на территории России вступает в исполнительную силу закон «Об аудиторской деятельности».

В 21 веке интенсивный отбор запасов нефти привёл к истощению разведанной сырьевой базы, ухудшению её количества и качества. В стране скопился большой объём невостребованных запасов, насчитывающий около 7 млрд тонн, которые длительное время не вводятся в разработку [2]. Этот факт указывает на необходимость проводить геолого-экономический аудит, чтобы получить реальные представления о промышленной значимости. Он включает в себя:

- исследование геологического строения и закономерностей оруденения объекта (анализ геологической карты и геологических разрезов и т.п.);
- изучение используемых методов работы и оценку их эффективности;
- определение геологических рисков;
- анализ финансовых затрат.

Учитывая эти характеристики, Н. В. Кулакова в своём исследовании отмечает [3], что геологическая аудиторская служба России ответственна за наращивание запасов углеводородного сырья – нефти, газа и конденсата и предлагает метод, сущность которого заключается в определении массы нефти или газа, приведённых к стандартным условиям, залегающих в пустотном пространстве пород-коллекторов. Так, ею рассматривается технология подсчёта запасов в среде ArcGIS с помощью инструментов ArcToolbox, которая состоит из нескольких этапов:

1. расчёт модели распределения эффективных нефтенасыщенных толщин и построение карты;
2. выделение в пределах контура нефтеносности отдельных участков и вычисление их площади;
3. вычисление средних нефтенасыщенных толщин в пределах каждого участка планиметрии;
4. подсчёт суммарных запасов углеводородов.

По выявленным объектам месторождений требуются переоценка и рассмотрение их в современных условиях. Однако геологический аудит нередко сталкивается с проблемой устаревших данных, когда капитальные вложения анализируются на основе прошлого века. Такие расчёты не будут соответствовать современной действительности. Это существенно исказит реальность разработки месторождений. Фактор времени влияет на динамику и развитие отечественного минерально-сырьевого сектора. Но здесь не только значение распределения объёмов финансирования во времени или объёмов добычи и метров проходки скважин в сжатые сроки, о чём документируют версии «Энергетической стратегии России» [4]. Прежде всего происходит смена роли и функций различных компаний, их собственников, форм и подходов к реализации проектов.

В настоящее время собственником недр является государство, оно же заинтересовано в правильном определении промышленной ценности и подсчёта запасов полезных ископаемых. Но функция государства – пересматривать имущество недр – не реализуется, утяжеляя тем самым экономическое состояние горных предприятий. Потому важна роль геологического аудита с его пересмотром и оценкой, при котором учитываются наиболее совершенные технологические достижения в области добычи и переработки месторождений, современные условия оценки эффективности их освоения, новые подходы.

Итогами геологического аудита обычно являются:

- рекомендации по анализу площадей с целью выявления перспективных объектов недропользования;
- подготовка необходимых геологических материалов для проведения работ с целью привлечения дополнительных финансовых ресурсов;
- сопровождение и контроль качества полевых работ в ходе производства геологоразведочных работ;
- определение методов и возможностей поддержания и продвижения недропользовательских работ;
- улучшение качества работ и рост объёмов продукции.

Эта результативность подтверждает наличие огромных разведанных и доказанных геологических запасов нефти, а также стремление развитых стран организовать новые дополнительные стабильные поставки нефти из России. Нефтедобывающая промышленность так становится выгодным объектом для привлечения иностранных инвестиций.

Реальные представления о значимости невостребованных запасов нефти формируются с помощью геолого-экономического аудита как разведанной, так и прогнозируемой сырьевой базы [5]. Его целевая мишень – это анализ соответствия реальной отдачи сырьевой базы её потенциальным возможностям.

Для осуществления геолого-экономического аудита в долгосрочном государственном регулировании недропользования необходимы:

- сбор информации о запасах и ресурсах нефти всех категорий изученности и анализ факторов, вызывающих их изменения;
- оценка структуры текущих суммарных запасов и ресурсов и экономической эффективности их освоения.

Периодичность выполнения его процедур определяется потребностями государства или компании в любой период времени.

Закономерность обозначается системой получения геолого-экономическим аудитом информации о состоянии ресурсной базы и её промышлен-

ленной значимости в пределах районов работы нефтяных компаний, субъектов Российской Федерации и страны в целом. Полученные данные по отдельным локальным объектам, лицензионным участкам позволяют в оперативном порядке решать текущие задачи по поиску, разведке и разработке ресурсов минерально-сырьевой базы.

Система геологического аудита состоит из комбинации трёх блоков – геологического, технологического и экономического.

В геологическом блоке подтверждённые сведения по объёмам запасов распределяются по известным и предполагаемым залежам с подразделением по технической доступности и подготовленности к промышленному освоению для учёта структурной целостности ресурсов и определения их экономической значимости.

Недоступные по техническим причинам запасы и ресурсы выделяются территориально в тех районах, в которых по горным или климатическим условиям отсутствуют адекватные технологии промышленного освоения выявленных месторождений недропользования. Любопытно, что этот фактор является критическим на арктическом шельфе. Это связано с тем, что в настоящее время отсутствуют технологии разработки месторождений нефти и газа в условиях сплошного льда на значительных глубинах моря. Государство планирует использовать экономические элементы при формировании налоговых условий в шельфовых проектах. Для налогообложения все потенциальные проекты предлагается разделить на четыре категории по степени сложности. При этом их сложность будет определяться по интегральному показателю, который учитывает глубину, условия разработки, инфраструктуру, ледовую обстановку с учётом справедливого геологического аудита. Самая простая категория высокого уровня – это Балтийское и Азовское моря, к самой сложной четвёртой категории относится север Баренцева моря [6].

Технологический блок определяется анализом геолого-промысловых ресурсных характеристик, которые необходимы для расчёта затрат на разработку запасов, а также для нахождения добычного потенциала разведанных, разрабатываемых и прогнозируемых месторождений.

В экономическом блоке аудиторскими специалистами отслеживаются ключевые факторы, которые оказывают существенное влияние на эффективность освоения запасов; определяется потребность в инвестициях на поиски, разведку и разработку

месторождений; вычисляется объём доходных ресурсов и прибыль от их промышленного освоения.

Аудит не является заменой государственному контролю, специализированному на инженерных изысканиях, так как технический контроль представляет собой систему мероприятий и работ строительной проверки, с помощью которых определяются достоверность и качество выполнения. Геологический аудит в большей степени обширнее понятия «контроль», что объясняется его возможностью разрабатывать корректировочные мероприятия для устранения ошибок, вроде негативных последствий. К тому же аудитор отличается от ревизора по способам проверочной процедуры, общему подходу к проведению работ, получаемым результатам и сделанным выводам. Сведения, представленные при проверке, нужны не только изыскательской или строительной организации, заказавшей независимую отчётность, но и органам государственной власти, простым гражданам.

Геоаудит рассматривается также в качестве деятельности по снижению рисков в недропользовании. Изучение последствий катастроф, связанных с ошибочными проектировочными решениями, показывает, что их причиной являлись ошибки проведённых изысканий, строительного персонала, фэйковой информации. При проведении аудита геологический компас работает во всех областях возможного обнаружения факторов риска.

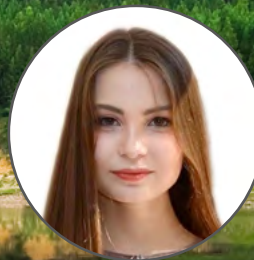
Таким образом, геолого-экономический аудит – это источник оценки соответствия результатов освоения сырьевой базы с потенциальными геологическими и экономическими возможностями. Его целесообразно проводить как для разрабатываемой сырьевой базы, так и для разведанной и прогнозной базы. В качестве объектов следует рассматривать залежи, месторождения, лицензионные участки, сырьевые активы нефтяных и газовых компаний и в целом сырьевую базу страны. Успешный горизонт аудиторской деятельности – использование результатов для принятия управленческих решений по поискам, разведке и разработке месторождений компаниями и государственными органами управления фондом недр; оценка запасов и ресурсов нефти в качестве основы для разработки и корректировки энергетической стратегии России и долгосрочной программы поисков и разведки месторождений нефти. Очевидна значимость геологического аудита в системе долгосрочного государственного регулирования недропользования и финансовой системы Российской Федерации. ^{XXI}

Благодарности

Работа выполнена в рамках тематических работ ГИН РАН.



Gorkin G.M.
postgraduate student, junior researcher, Laboratory
for Comparative Analysis of Sedimentary Basins
gorkin_g96@mail.ru



Fomina V.V.
junior researcher, Laboratory for Comparative
Analysis of Sedimentary Basins
valery.fomina17@gmail.com

THE ROLE OF GEOLOGICAL AUDIT IN THE SYSTEM OF LONG-TERM STATE REGULATION OF SUBSOIL USE AND THE FINANCIAL SYSTEM OF THE RUSSIAN FEDERATION

This article reveals the concept of geological audit, its goals and objectives, as well as its significance in the political and economic spheres of the Russian Federation. It is important to note that it is advisable to conduct a geological audit both for the developed raw material base and for the explored and forecast base. Its objects should be considered deposits, license areas, raw material assets of oil and gas companies and, in general, the raw material base of the country. The results of the audit consist in using the results to make management decisions on prospecting, exploration and development of deposits by companies and state management bodies of the subsoil fund; assessment of oil reserves and resources as a basis for the development and adjustment of Russia's energy strategy and a long-term program of oil exploration and exploration. The conclusion speaks about the obvious importance of geological audit in the system of long-term state regulation of subsoil use and the financial system of the Russian Federation.

Key words: audit, geology, geological audit, the role of audit, the financial system of the Russian Federation.

In recent decades, the Russian economy has been confidently sailing in the boat of reforms. Modern enterprises develop and implement new principles of management, inventory accounting, and strive to improve the efficiency of their activities. Audit has become the most important component of economic elements, especially in the geological sphere. First of all, it is understood as an entrepreneurial activity, which consists in independent verification of financial statements.

But it is also defined as «a systematic, independent and documented process of obtaining verification certificates and objectively evaluating them in order to establish the degree of compliance with agreed criteria», «a process by which a competent independent employee accumulates and evaluates evidence of quantifiable information related to a specific economic system in order to determine and express in his conclusion the degree of compliance of this information with the established criteria» [1].

The historical source of this phenomenon is the end of the 19th century in the world economic system. By the 20th century, audits are becoming frequent and familiar in developed countries. In the Russian Federation, attempts have been made for many years to introduce them into the financial control system in 1889, 1912 and 1928, but the first audit organizations are the enterprises of the joint-stock company Inaudit, founded in the fall of 1987. In 2008, the law «On Auditing Activities» comes into force on the territory of Russia.

In the XXI century, the intensive selection of oil reserves led to the depletion of the proven raw material base, the deterioration of its quantity and quality. The country has accumulated a large volume of unclaimed reserves, numbering about 7 billion tons, which have not been put into development for a long time [2]. This fact indicates the need to conduct a geological and economic audit in order to get real ideas about industrial significance. It includes:

- study of the geological structure and laws of mineralization of the object (analysis of the geological map and geological sections, etc.);
- study of the working methods used and evaluation of their effectiveness;
- determination of geological risks;
- analysis of financial costs.

Considering these characteristics, N. V. Kulakova in her research notes [3] that the Geological Audit Service of Russia is responsible for the accumulation of hydrocarbon reserves – oil, gas and condensate and suggests a method whose essence is to determine the mass of oil or gas, reduced to standard conditions, lying in the void space of reservoir rocks. So, she considers the technology of calculating stocks in the ArcGIS environment using ArcToolbox tools, which consists of several stages:

1. calculation of the distribution model of effective oil-saturated thicknesses and construction of a map;
2. allocation of individual sections within the oil content contour and calculation of their area;
3. calculation of average oil-saturated thicknesses within each section of planimetry;
4. calculation of total hydrocarbon reserves.

On the identified objects of deposits, a reassessment and consideration of them in modern conditions are required. However, geological audit often faces the problem of outdated data when capital investments are analyzed on the basis of the last century. Such calculations will not correspond to modern reality. This will significantly distort the reality of field development. The time factor influences the dynamics and development of the domestic mineral resource sector. But here it is not only the importance of the distribution of financing volumes over time or production volumes and meters of drilling in a short time, as documented by the

versions of the «Energy Strategy of Russia» [4]. First of all, there is a change in the role and functions of various companies, their owners, forms and approaches to the implementation of projects.

Currently, the state is the owner of the subsoil, it is also interested in the correct determination of the industrial value and calculation of mineral reserves. But the function of the state – to review the property of the subsoil – is not being implemented, thereby aggravating the economic condition of mining enterprises. Therefore, the role of geological audit with its revision and evaluation is important, which takes into account the most advanced technological achievements in the field of extraction and processing of deposits, modern conditions for assessing the effectiveness of their development, new approaches.

The results of a geological audit are usually:

- recommendations for the analysis of areas in order to identify promising subsurface use objects;
- preparation of the necessary geological materials for the work in order to attract additional financial resources;
- support and quality control of field work during the production of geological exploration;
- determination of methods and opportunities for maintaining and promoting subsurface use activities;
- improvement of the quality of work and growth of production volumes.

This performance confirms the presence of huge proven geological oil reserves, as well as the desire of developed countries to organize new additional stable oil supplies from Russia. Thus the oil industry becomes a profitable object for attracting foreign investment.

Real ideas about the importance of unclaimed oil reserves are formed with the help of a geological and economic audit of both the explored and predicted raw material base [5]. Its target target is an analysis of the correspondence of the real return of the raw material base to its potential capabilities.

For the implementation of geological and economic audit in the long-term state regulation of subsurface use, it is necessary:

- collection of information on oil reserves and resources of all categories of study and analysis of factors causing their changes;
- assessment of the structure of current total reserves and resources and the economic efficiency of their development.

The frequency of its procedures is determined by the needs of the state or the company at any time.

The pattern is indicated by the system of obtaining geological and economic audit information about the state of the resource base and its industrial significance within the areas of operation of oil companies, subjects of the Russian Federation and the country as a whole. The obtained data

on individual local facilities, license areas allow us to promptly solve current tasks of searching, exploration and development of mineral resources.

The geological audit system consists of a combination of three blocks – geological, technological and economic.

In the geological block, confirmed information on the volume of reserves is distributed among known and suspected deposits with a division on technical availability and readiness for industrial development to take into account the structural integrity of resources and determine their economic significance.

Reserves and resources unavailable for technical reasons are allocated geographically in those areas in which, due to mountain or climatic conditions, there are no successful modern technologies for the industrial development of the identified subsurface use deposits. It is curious that this factor is critical on the Arctic shelf. This is due to the fact that currently there are no technologies for developing oil and gas fields in conditions of solid ice at significant depths of the sea. The state plans to use economic elements in the formation of tax conditions in offshore projects. For taxation purposes, all potential projects are proposed to be divided into four categories according to the degree of complexity. At the same time, their complexity will be determined by an integral indicator that takes into account the depth, development conditions, infrastructure, ice conditions, taking into account a fair geological audit. The simplest high-level category is the Baltic and Azov Seas, the north of the Barents Sea belongs to the most difficult fourth category [6].

The technological block is determined by the analysis of geological and commercial resource characteristics that are necessary for calculating the costs of developing reserves, as well as for finding the production potential of explored, developed and forecasted deposits.

In the economic block, audit specialists monitor key factors that have a significant impact on the efficiency of reserves development; determine the need for investments in prospecting, exploration and development of deposits; calculate the volume of profitable resources and profit from their industrial development.

Audit is not a substitute for state control, specialized in engineering surveys, since technical control is a system of measures and works of construction inspection, with the help of which the reliability and quality of performance are determined. Geological audit is more extensive than the concept of «control», which is explained by its ability to develop corrective measures to eliminate errors in the kind of negative consequences. In addition, the auditor differs from the auditor in the methods of the verification procedure, the general approach to the work, the results obtained and the conclusions drawn. The information provided during the inspection is needed not only by the survey or construction organization that ordered independent reporting, but also by public authorities and ordinary citizens.

Geo-audit is also considered as an activity to reduce risks in subsurface use. The study of the consequences of disasters associated with erroneous design decisions shows that their cause was the errors of surveys, construction personnel, fake information. During the audit, the geological compass works in all areas of possible detection of risk factors.

Consequently, geological and economic audit is a source of assessment of the conformity of the results of the development of the raw material base with potential geological and economic opportunities. It is advisable to conduct it both for the developed raw material base and for the explored and forecast base. Deposits, deposits, license areas, raw material assets of oil and gas companies and, in general, the country's raw material base should be considered as objects. The successful horizon of audit activity is the use of the results for making management decisions on prospecting, exploration and development of deposits by companies and state management bodies of the subsoil fund; assessment of oil reserves and resources as a basis for the development and adjustment of Russia's energy strategy and a long-term program of oil exploration and exploration. The importance of geological audit in the system of long-term state regulation of subsoil use and the financial system of the Russian Federation is obvious.

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

Литература

1. Никулина М. Е. Научно-методические основы инженерно-геологического аудита.
2. Воронина Н. В. Особенности инвестиционного климата России на современном этапе // Финансы и кредит. – 2004. – №. 4 (142). – С. 31–40.
3. Кулакова Н. В. Использование геоинформационных технологий для подсчета запасов углеводородов // Теория и практика разведочной и промышленной геофизики. – 2015. – С. 120–123.
4. Крюков В. А. Современные особенности процессов освоения минерально-сырьевого потенциала в контексте влияния фактора времени // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – №. 5. – С. 60–66.
5. Назаров В. И., Краснов О. С. Геолого-экономический аудит невооруженной сырьевой базы нефтяной промышленности // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – Т. 2. – №. 4. – С. 194–197.
6. Токарев А. Н. Налогообложение нефтегазового сектора Российской Федерации: роль регионов // Международный бухгалтерский учет. – 2013. – №. 5. – С. 31–40.



Твердов А.А.
технический директор IMC Montan,
канд. техн. наук,
эксперт ОЭРН, эксперт ГКЗ
andrey.tverdov@imcgroup.ru



Новиков А.В.
председатель Совета Сегмента
«СПБ Юниоры» СПб Биржи,
управляющий партнер
ИК «Поларктик Канумал»
a.novikov@polarctic.ru

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ ГОРНЫМИ ЮНИОРНЫМИ КОМПАНИЯМИ НА РОССИЙСКОМ ФОНДОВОМ РЫНКЕ

В статье рассматриваются вопросы первичного размещения и вторичного обращения ценных бумаг публичных юниорных геологоразведочных компаний отрасли в контексте привлечения инвестиций путем биржевого листинга, имеющиеся методологические и процедурные сложности, а также перспективы данного направления инвестиций. Дается обзор работы ПАО «СПБ Биржа» по созданию сегмента для юниорных геологоразведочных и горнодобывающих компаний России.

Ключевые слова: юниорные компании, юниорная биржа, поисковые работы, геологоразведочные работы, строительство горнодобывающей компании, JORC, NI 43-101, Due Diligence, Scoping Study, Pre-Feasibility Study, Feasibility Study, IPO, прогнозные ресурсы, оценка стоимости бизнеса, сравнительные методы, доходные методы, методы аналогов, Отчет компетентного лица, ресурсы, запасы, международная система классификации ресурсов и запасов, привлечение инвестиций, ГКЗ РФ, Главгосэкспертиза, Закон о недрах, лицензия на недропользование, Институт компетентных лиц, раскрытие геологической и горно-технической отчетности.

В последние несколько лет в горном профессиональном сообществе широко обсуждается целесообразность и возможности формирования биржевой площадки для юниоров геологоразведки. Активное внимание вопросам развития юниорных компаний России, включая формирование профильного рынка капитала уделялось рядом отраслевых экспертов, в том числе: Горьковым С.Н., Кашубой С.Г., Дамриным М.Е., Похиленко Н.П. и др.

В данной статье основное внимание уделяется не столько проблематике деятельности юниорных геологоразведочных компаний, сколько вопросам привлечения инвестиций в юниорный бизнес на российском фондовом рынке.

В значительной степени актуальность данного направления финансирования юниорных компаний усиливается последними событиями, связанными с закрытием для России «западных» рынков капитала, источников финансирования и кредитования. Фактически можно констатировать, что в настоящее время полноценные институты биржевого финансирования юниорных геологоразведочных компаний в России не работают. Между тем санкционная политика «западных» стран по отношению к российской власти и к российским компаниям помимо формирования дефицита инвестиционных средств для реализации горных проектов в России, также существенным образом сузила высокодоходные направления инвестирования, особенно для непрофильных к геологоразведке и горному делу инвесторов. При этом, отечественные инвесторы, столкнувшись с рядом недружественных шагов между политиками России и «западного» мира, фактически отрезаны от западного финансового рынка и тем самым стимулированы к поиску новых направлений инвестирования внутри России, в т.ч. с целью сохранения и увеличения капитала.

Одним из наиболее надежных, с точки зрения сохранения долгосрочной исторической востребованности обществом производимой продукции, является горнодобывающий сектор экономики. Данный сектор экономики можно охарактеризовать, как перманентно растущий (как минимум, в абсолютных объемах), учитывая фундаментальную заинтересованность цивилизации в первичных ресурсах, включая полезные ископаемые. Кроме этого, он является одним из традиционных «защитных» активов для инвесторов в периоды турбулентности на финансовых рынках, которая наблюдается в настоящее время не только на фондовом рынке России, но и на мировых финансовых площадках.

Традиционным оператором горного сектора является крупный бизнес, в редких случаях – сред-

ний и в единичных случаях, тот, кто по формальным признакам может быть отнесен к малому бизнесу.

Исходя из анализа источников финансирования горных проектов, можно отметить, что на этапе геологического изучения объекта в большинстве случаев финансирование осуществляется за счет собственных средств или средств привлекаемого в проект стратегического партнера. На этапе подготовки участка недр к эксплуатации и строительства горнодобывающего предприятия источником финансирования проекта, как правило, является сочетание собственных средств с банковскими кредитами. Основными банками – кредиторами являются российские банки и их синдикаты, такие, как: Сбербанк, ВТБ, ВЭБ, МКБ, Альфа-банк, Промсвязьбанк, ГПБ, Уралсиб, коммерческие банки ресурсных регионов и т.д. В редких случаях, возможно привлечение опосредованных кредитов зарубежных банков (в т.ч. китайских) направленных на финансирование конкретных затрат, связанных с реализацией проекта (приобретение оборудования, привлечение ЕРС/РС подрядчиков и др.), однако такие финансовые источники не в силах комплексно решить задачу устойчивого финансирования геологических и горных юниорных проектов. В последнее время, горнодобывающие компании выказывают опасения кредитования в подсанкционных банках, формирующих основные кредитные портфели в горнодобывающем секторе, в связи с рисками вторичных санкций на кредитующую компанию или ее акционеров.

ИПО или первичное публичное размещение акций, как источник финансирования горных проектов России, имеет существенно меньшую роль и практически 100% связан с листингом действующих компаний, ведущих добычу полезных ископаемых или находящихся в стадии развития добывающих мощностей. Более того, крупные компании, как правило, считают ИПО менее привлекательным источником финансирования проектов для ранней стадии освоения участка недр, по причине нежелания терять контроль над частью акционерного капитала, в значительной степени имеющего большой потенциал докапитализации при переходе в стадию «Браунфилд» или в стадию полного освоения проектной мощности.

Вместе с тем, требованиям, установленным правилами листинга исторически основной биржевой площадки для российских компаний сырьевого сектора – Московской биржи, соответствуют только крупные горнодобывающие компании с устойчивым положительным денежным потоком. Выполнить их под силу только зрелым предприятиям, находящимся в середине жизненного цикла своей минераль-



Рис. 1.

Историческая динамика индекса акций Мосбиржи, со значительной долей сырьевых компаний

Источник: <https://ru.investing.com/indices/mcx>

но-сырьевой базы. Зрелость эмитента, первые выходящего на биржу, значительно снижает инвестиционные риски, но, с другой стороны, существенно ограничивает потенциал роста стоимости таких компаний и делает долгосрочные инвестиции в них менее привлекательными. Многолетнее наблюдение за акциями сырьевых компаний – эмитентов Московской биржи показывает, что стратегия «бери и держи» на горизонте от 5 лет оказывается в лучшем случае низкодоходной, проигрывая банковским вкладам и инфляции, а в худшем случае приносит убытки из-за периодического падения капитализации компаний, вызванного экономическими кризисами, происходящими в России с завидным постоянством.

Средний рост стоимости акций сырьевых компаний за период 15 лет с июля 2007 по июль 2022 гг. составил около 30%, то есть менее 2% в год (рис. 1). Таким образом, инвестиции в зрелые горнодобывающие компании не являются привлекательным инструментом с точки зрения перспектив их долгосрочного роста. Но благодаря высокой маржинальности горнодобывающей отрасли по сравнению с другими отраслями экономики, акции зрелых горных предприятий привлекательны из-за высоких дивидендов.

Оценка этой ситуации с позиции горнодобывающей компании делает очевидным неэффективность привлечения инвестиций на фон-

довом рынке через первичное или вторичные размещения акций, так как эмитенту приходится мотивировать инвесторов высокими дивидендами, расходуя на эти цели значительную часть прибыли и тем самым, ограничивая инвестиции в развитие своей минерально-сырьевой и производственной базы.

IPO, как источник финансирования юниорных геологоразведочных компаний в России не имел прецедентов, несмотря на достаточно распространённую мировую практику данного направления финансирования проектов. Соответственно, главными операторами геологоразведочных и горнодобывающих проектов являются профильные стратегические инвесторы, тесно связанные с горным бизнесом. Это приводит к укрупнению игроков и снижению конкуренции в отрасли, что негативно влияет на восполнение минерально-сырьевой базы страны и развитие промышленности, обслуживающей добычу полезных ископаемых. Новые игроки безусловно входят в горные проекты, однако это опять же, в основном крупный бизнес, так или иначе (зачастую через партнеров) погруженный в особенности горных проектов. В целом можно сказать, что в горном бизнесе «посторонних» людей нет или очень мало. Что вызвано большой капиталоемкостью и долгими периодами возврата инвестиций горных проектов, а также их специфическими рисками, оценка и управление которыми

требует от инвесторов отраслевой компетенции и сильного фокуса на данный сегмент.

Следует отметить, что очень часто держателями информации о перспективных объектах недропользования (геологического изучения) являются высокопрофессиональные эксперты отрасли, мотивированные к созданию собственного геологоразведочного или горнодобывающего бизнеса. Уникальная информация об отдельных перспективных площадях для геологического изучения или участках недр для промышленного освоения, предварительно осмысленная с позиции опытных специалистов, мотивированных личной заинтересованностью, позволяет повысить общую эффективность, как геологоразведочных, так и добычных работ относительно проектов, реализуемых в форме государственного заказа или по запросу крупного бизнеса. Безусловно, в скором времени юниорные компании не смогут заменить функции государства в вопросах восполнения минерально-сырьевой базы, особенно учитывая масштабы необходимых работ по геологическому изучению России, необходимость проведения геологических работ по низкомаржинальным, но стратегически важным видам минерального сырья, необходимость проведения работ, предваряющих поисковую стадию. Однако, дополнительный позитивный и существенный вклад в решение вышеуказанных задач мог бы быть получен, при соответствующей поддержке юниорных компаний, а, по сути, и частной инициативы профильных бизнес ориентированных специалистов. Если же сузить оценку перспектив влияния юниорных компаний на восполнение минерально-сырьевой базы на месторождениях твердых полезных ископаемых малого и среднего размера, то в этом сегменте роль юниоров может быть существенно выше. Мировой опыт показывает, что доля юниоров в восполнении запасов ТПИ достигает 40%, а в странах с развитой экосистемой инвестиций в юниоров, таких как Канада и Австралия, превышает 70%. Совокупная площадь этих стран составляет 17 млн. кв.км., что соответствует площади России. При этом в листинге Канадской и Австралийской юниорных бирж насчитывается примерно 1,5 тысяч юниоров на стадии разведки, что сопоставимо с общим количеством российских недропользователей с поисковыми лицензиями на ценные твердые полезные ископаемые.

Важной особенностью юниоров являются ограниченные инвестиционные возможности, в т.ч. для реализации первого этапа развития/изучения участка недр. Привлечение кредитов, на приемлемых условиях, для данной категории бизнеса крайне ограничено, в силу отсутствия

кредитной истории, недостаточного кредитного обеспечения, невозможности проведения оценки бизнеса с комфортным результатом капитализации. По сути, в нынешних условиях единственным источником привлечения инвестиций данной категорией бизнеса является поиск партнера для долевого инвестирования, при высоких рисках потери контроля над бизнесом или даже над бизнес-идеей (включая «инсайдерскую» информацию об объекте потенциального инвестирования). Поэтому финансирование геологоразведочных проектов является основной проблемой и основным барьером развития юниорного рынка в России. Более половины поисковых лицензий возвращаются недропользователями неразведанными.

В качестве реальных альтернативных источников финансирования данного сегмента горного бизнеса можно указать листинг на профильных биржевых площадках, который позволяет юниорам привлекать инвестиции у широкого круга инвесторов, сохраняя контроль над предприятием.

Размещение ценных бумаг в юниорных биржах не только дает возможность разового инвестирования в развитие проекта, но и обеспечивает устойчивость финансирования эмитента. К тому же обращение акций на фондовом рынке формирует репутационную историю юниорной компании с ранней стадии ее развития, а за счет публичности способствует хеджированию рисков для бизнеса, в т.ч., обусловленных недобросовестной конкуренцией. Это также позволяет упростить процесс привлечения инвестиций на «старом» рынке – стратегических инвесторов и банков, на внебиржевом рынке – венчурных инвесторов, инвестиционных платформ, пре-IPO раундов.

Более того, в текущих геополитических условиях даже для крупного профильного бизнеса биржа юниоров формирует новое окно возможностей с точки зрения финансирования новых проектов, позволяет получить инвестиционное плечо от биржевых инвесторов и тем самым увеличить объемы инвестиций, диверсифицировать портфель юниоров и разделить риски с биржевыми инвесторами, взамен поделившись отраслевой экспертизой, создавая положительный результат от такого симбиоза для всех участников юниорных проектов.

Таким образом, формирование биржи юниоров, как работающего финансового института, потенциально решает сразу несколько стратегических задач по развитию горнодобывающей отрасли:

- Позволяет открыть значительные новые/дополнительные источники финансирования для горно-геологических проектов ранней ста-

дии развития/изученности, в особенности для небольших и средних проектов;

- Способствует развитию юниорных проектов в области разведки и добычи, реализуемых профильными специалистами с ограниченными источниками финансирования;

- Способствует восполнению минерально-сырьевой базы страны за счет частных инвестиций при дополнительном уровне контроля над эффективностью достижения конечного результата, мотивированным личной заинтересованностью профильных специалистов в сфере недропользования и финансового рынка, выступающих в роли акционеров юниорных компаний;

- Способствует формированию инфраструктуры для привлечения к горным проектам широкого пула инвесторов, в т.ч. традиционно далеких от горной отрасли;

- Формирует репутационную историю горных и геологических компаний, снижая риски неопределенности и повышая оценку таких компаний и упрощая им доступ к финансированию не только на биржевом рынке, но и на «старых» рынках капитала;

- Формирует репутационную историю (историю «успеха») для фаундеров проекта, которые в случае положительных результатов, находят профессиональное признание и дополнительное доверие со стороны инвесторов, конвертируемое в личное благосостояние и доступ к финансированию горных проектов на всем периоде их жизненного цикла – от начальной стадии стартапа до промышленной эксплуатации месторождений;

- Упрощает хеджирование рисков горных и геологических компаний от недружественного поглощения или других неправовых форм воздействия на частный бизнес.

С точки зрения финансового рынка юниорная биржа также способствует решению ряда задач:

- Расширение и диверсификация инвестиционных возможностей для инвесторов;

- Создание новых инвестиционных инструментов с потенциально высокой доходностью в долгосрочном периоде, которая в меньшей степени зависит от роста капитализации финансового рынка, чем ценные бумаги зрелых сырьевых компаний;

- Направление биржевых инвестиций на развитие российской экономики.

В настоящее время, в составе ПАО «СПБ Биржа» создан Сегмент «СПБ Юниоры», целевой задачей которого является создание инвестиционного лифта для юниорных проектов и формирование рынка ценных бумаг юниорных геологоразведочных и горных компаний. Следуя этим целям, Сегмент обеспечил непрерывность фи-

нансирования юниоров – эмитентов от этапа разведки до выхода на самоокупаемость. Для чего допускает в листинг два уровня горных компаний ранних стадий развития:

- Юниоры-разведчики, представленные геологоразведочными компаниями, осуществляющими геологическое изучение участка недр (главным образом, подразумевается поисковая стадия), с завершающим этапом – утверждение кондиций и постановкой запасов на баланс ФБУ ГКЗ, с достижением уровня геологической изученности участка недр (его части) позволяющим в последующем перейти к стадии его промышленного освоения;

- Юниоры – девелоперы, представленные горнодобывающими компаниями, имеющими лицензию на недропользование, утверждённые кондиции и поставленные на государственный баланс запасы полезных ископаемых запасов (с возможностью промышленного освоения участка недр), с завершающим этапом пуска горного предприятия в эксплуатацию. С выходом на стадию отработки месторождений эмитент может оставаться в листинге юниорного сегмента сколько ему необходимо, однако будет заинтересован перейти в основной листинг из-за большей ликвидности, неограниченной только квалифицированными инвесторами, как в юниорном сегменте.

Оба уровня юниоров предполагают выполнение до листинга (период прелистинга) набора требований, которые обеспечат допуск их ценных бумаг в юниорный сегмент (**Таблица 1**). Этот процесс включен в квалифицирующую процедуру, направленную на реализацию следующих задач:

ТЕХНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ:

- Отсев кандидатов с очевидно малоперспективным объектом или недостаточно раскрывающих его заявленный потенциал.

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ:

- Профессионализм – отсев кандидатов с явно недостаточным опытом для реализации поставленных (декларируемых) задач;

- Добросовестность – отсев кандидатов с отрицательной отраслевой и деловой репутацией;

- Мотивация – отсев кандидатов с бизнес-концепцией, оторванной от жизненных реалий или направленной на получение сиюминутной выгоды, идущей в разрез в декларируемыми целями привлечения инвестиций.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ, РАСКРЫТИЯ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ:

- Всеобъемлющая защита интересов миноритариев – биржевых инвесторов;

- Достижение поставленной задачи по до-капитализации объекта или проведения всех надлежащих шагов для потенциального достижения результата;

Существенным отличием от стратегических инвесторов является оценка биржевыми инвесторами юниора не только по его минерально-сырьевой базе (объемы и потенциальное качество ПИ в земле, параметры извлечения, и т.д.), но и как будущей зрелой горнодобывающей компании, то есть принимая во внимание все факторы, свойственные мейджору, хотя юниор пока таковым и не является, включая будущие продажи добываемого сырья, структуры акционерного капитала, понимание развития проекта в целом вплоть до этапов эксплуатации и рекультивации. Таким образом, процедура подготовки компании к листингу включает ряд квалификационных этапов.

В конечном итоге, данные этапы полезны самим юниорам, так как позволяют им получить независимую точку зрения о дальнейшей целесообразности реализации проекта, его недостатках, рисках и ранее не осмысленных сложностях. Несоответствие юниора отдельным требованиям и непрохождение им в результате процедуры предварительного отбора для подготовки и включения в биржевой листинг не означает, что доступ к биржевым инвестициям закрыт навсегда. Исправив недостатки, он может выполнить требования и получить инвестиции в следующую попытку.

Стандартные требования СПБ Биржа Юниоры к компаниям, планирующим листинг представлены в **таблице 2**.

Размеры размещения акций носят рекомендательный характер с учетом текущей ситуации на финансовом рынке, постепенно эти ограничения будут ослабляться как в от-

ношении минимального, так и максимального размеров размещения.

Следует отметить, что «блокировка» акций компании юниора ограничивает их обращение в качестве залога, продажи, отчуждения или иных форматов ограничений, накладывающих ограничения на привлечение кредитов, осуществления производственной деятельности за счет этих акций. По сути, это временные ограничения по смене прав собственности на данный объем акционерного капитала для создателей юниора и профессиональных инвесторов, необходимый для того, чтобы обеспечить их заинтересованность в развитии компании до момента завершения разведки и получения добычной лицензии, и тем самым, объединить их интересы с интересами биржевых инвесторов.

Приведенные требования не носят характер конечных императивов и в будущем будут оптимизированы с учетом полученной практики первичного размещения и вторичного обращения ценных бумаг юниоров, работы по совершенствованию механизма подготовки к листингу и контролю над реализацией конечных целей юниорными компаниями. В настоящее время регулирование финансового рынка не охватывает весь спектр процессов эмитентов юниорных компаний, так как сегмент запущен совсем недавно. Специфические требования к юниорам носят рекомендательный характер, они собраны в Руководство юниора в формате «белой книги» и регулируются на уровне внутренних органов биржи. Нужно отметить, что Сегмент «СПБ Юниоры» находится в стадии развития и накопления опыта, что отмечается руководством биржи в официальных и неофициальных заявлениях, и существующая нормативная база и инфраструктура являются минимально необходимыми для

Таблица. 1.
Условия размещения ценных бумаг в сегменте «СПБ Юниоры»

	ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ЭТАП	ЭТАП ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
Назначение инвестиций	Проведение ГРП и подтверждение запасов ТПИ	Организация производства, запуск промышленной эксплуатации
Начало этапа	Квалифицирующая процедура	Подтвержденные запасы ТПИ
Окончание этапа	Подтверждение запасов	Выход на проектную мощность добычи и продаж ПИ
Размещение акций (в капитал ПАО)	до 75% от расходов этапа	до 100% от расходов этапа
Облигации	Нет	Да
Минимальный размер капитализации	500 млн. руб.	2 млрд. руб.
Минимально допустимое количество акций эмитента в свободном обращении (free-float) в момент первичного размещения	5%	10%
Максимальный размер размещения акций (ограничено ликвидностью)	3 млрд. руб.	10 млрд. руб.
Минимальный объем выпуска облигаций (каждого выпуска в программе облигаций)	Нет	500 млн. руб.

Таблица. 2.
Требования к юниорным компаниям, размещаемым в листинге сегмента «СПБ Биржи Юниоры»

	ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ЭТАП	ЭТАП ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
Назначение инвестиций	Все привлеченные средства направляются на исполнение бюджета развития компании на стадии ГРП	Все привлеченные средства направляются на исполнение бюджета развития компании на стадии организации производства до выхода на проектную мощность
Достаточность инвестиций	Размер размещения ценных бумаг эмитента должен быть достаточным для оплаты работ до подтверждения запасов	Размер размещения ценных бумаг должен быть достаточным для оплаты работ до старта добычи и продаж
Право на пользование недрами	100% недропользователя в составе эмитента	
Виды полезных ископаемых	Все виды твердых полезных ископаемых	
Разрешенные виды и сроки недропользования на лицензионных участках	Геологическое изучение и оценка со сроком, достаточным для реализации этапа, но не менее 1 года на момент планируемого размещения	Включая добычу полезных ископаемых со сроком, достаточным для реализации этапа, но не менее 5 лет на момент планируемого размещения
Независимая оценка запасов лицензионных участков недр	Экспертное заключение с оценкой на уровне прогнозных ресурсов (P1-P3) и рекомендацией проведения геологоразведочных работ, предоставленного независимым компетентным лицом в соответствии с Правилами листинга (Приложение 14) и Руководством Юниора	Экспертное заключение с оценкой на уровне подтвержденных запасов (C1-C2) и рекомендаций организации производства, предоставленного независимым компетентным лицом в соответствии с Правилами листинга (Приложение 14) и Руководством Юниора
Квалификационные требования	Не менее 2 сотрудников, исполняющих обязанности генерального директора, главного геолога и финансового директора, нанятые по трудовому договору в качестве основного места работы	Не менее 3 сотрудников, исполняющих обязанности генерального директора, главного инженера, главного геолога, главного обогатителя. Отдельный сотрудник – фин. директор.
	Наличие высшего образования (профильного технического или экономического) и опыта работы ключевых руководителей компании, включая генерального директора, главного геолога, главного инженера, главного обогатителя и финансового директора, в профильных геологоразведочных и/или добывающих компаниях не менее 3 лет	
Договор с квалифицирующим агентом	Наличие действующего договора на оказание услуг с компанией, включенной в Перечень квалифицирующих агентов, применимых для подготовки к включению в листинг Сегмента	
Финансовая устойчивость	Наличие рабочего (оборотного) капитала на 2 месяца и не менее чем на 1 месяц после планируемого размещения	Наличие рабочего (оборотного) капитала на 4 месяца и не менее чем на 2 месяца после планируемого размещения
Размер самостоятельно инвестированных финансовых средств	На момент подачи заявления на листинг компания должна привлечь не менее 25% от суммы бюджета развития на стадии ГРП, включая средства акционеров и квалифицирующего агента (и связанных лиц) в размере не менее 5% от суммы бюджета развития на стадии ГРП	Не применимо
Обеспечение	Ограничение на отчуждение 50% акций инвесторов, ставших акционерами до листинга, на срок до подтверждения запасов	Не применимо

запуска торгов в юниорном сегменте, так сказать «базовой комплектацией» инвестиционного лифта для юниоров.

Но уже сейчас можно отметить, что требования сегмента «СПБ Юниоры» сопоставимы, а по некоторым составляющим даже более жесткие, чем требования других юниорных бирж (*таблица 3*).

В настоящее время крупнейшей биржей юниоров в мире является Toronto Stock Exchange, точнее ее сегмент – TSX Venture Exchange. За последние 5 лет компаниями в сфере добычи полезных ископаемых из листинга данной площадкой привлечено порядка 37% от общего объема мировых инвестиций. Общий объем капитализации, формируемый компаниями горного сектора внебиржевой площадки TSX Venture Exchange (TSXV), составляет более 41 млрд. канадских долл (CAD)¹. Российские компании в сфере добычи полезных ископаемых на данной площадке были представлены только шестью из общего количества, порядка 950. Следует отметить, что за период 2000-2019 гг. 295 юниорных компаний перешли из венчурного сегмента TSXV, в более капитализируемый сегмент публичного листинга TSX для зрелых компаний. Если средняя капитализация юниора – эмитента в сегменте TSXV составляет всего около 40 млн. CAD, то капитализация горно-

добывающих компаний в основном листинге TSX составляет 2,3 млрд. CAD, то есть в 50 раз больше, что составляет «upside» – потенциал роста акционерной стоимости юниора для инвесторов.

Право доступа к торгам ценными бумагами, включенными в TSXV, имеют только квалифицированные инвесторы. TSXV, в отличие от сегмента «СПБ Юниоры», допускает акции только юниоров на этапе разведки месторождений. Юниоры на этапе строительства и организации производства считаются уже добывающей компанией (девелопером) и могут попасть в листинг основного сегмента TSX, где доступ к их бумагам неограничен. В России инвесторы и регулятор финансового рынка привыкли видеть в листинге горные компании уже на зрелой стадии развития с положительным денежным потоком и высокой долей материальных активов в капитализации эмитента. Поэтому СПБ Биржа расширила юниорную стадию на этап девелопмента месторождений, тем самым обеспечив эмитенту доступ к ликвидности сегмента до выхода на самоокупаемость и самофинансирование.

Комплекс канадской юниорной биржи разделяет юниоров-разведчиков на 2 уровня по объемам и результатам разведки. Такая необходимость вызвана отсутствием поискового за-

1.Здесь и далее данные по этой бирже на конец 2021 г., 1 CAD ~ 50 RUB

Таблица 3.
Сравнение условий сегмента «СПБ Юниоры» и других юниорных бирж

Основные условия листинга	TSXV	ASX	LSE/AIM	HKEx	БИРЖА ЮНИОРОВ SPBE Juniors
Финансовые требования: - Минимальная прибыль - Минимальный капитал	НЕТ и ДА	ДА или ДА	НЕТ НЕТ	ДА или ДА	НЕТ и ДА
Стандарты оценки минерально-сырьевой базы и проектов геологоразведочных работ	N43-101 или CRIRSCO	JORC или CRIRSCO	CRIRSCO	CRIRSCO	N43-101 или CRIRSCO и стандарт ГКЗ
Требование к квалификации ключевых сотрудников юниора	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА
Наличие квалифицирующей процедуры	ДА или НЕТ	ДА или НЕТ	ДА или НЕТ	ДА или НЕТ	ДА, НЕТ на этапе орг. произ-ва
Требуется аудированная финансовая отчетность за прошлые периоды	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА
Минимальный размер размещения Минимальный размер фри-флоат Минимальное количество акций	ДА ДА ДА	ДА ДА ДА	ДА НЕТ НЕТ	ДА ДА ДА	ДА ДА НЕТ
Локап и эскроу - Тест на прибыль - Тест на активы (подтверждение уровня изученности МСБ)	НЕТ ДА	НЕТ ДА	НЕТ НЕТ	ДА ДА	НЕТ ДА
Срок от заявки до проведения IPO	4 месяца	4 месяца	4 месяца	6 месяцев	4 месяца

дела, созданного на бюджетные средства, это то, что в России называют региональными геологическими работами. На «Западе» такие работы зачастую проводятся юниорами на средства частных инвесторов. В сегменте СПБ Юниоры такого разделения пока нет, требования к юниорам предполагают уже достаточно большой объем поисковых работ, выполненных как предшественниками, так и самим юниором, тем самым уменьшая риски самой ранней стадии разведки.

Требования к юниорам включают:

- компетентность ключевых сотрудников, мотивированность пакетами акций юниора;
- чистые материальные активы – 2 млн. канадских долл. для компаний этапа ГРП и без ограничений для компаний, приступающих к разведке;
- оборотный (рабочий) капитал – 18 месяцев, для стадии ГРП и 12 месяцев для начальной стадии;
- личные вложения в капитал компании от каждого директора/должностного лица – минимум 5000 канадских долл.;
- технический отчет по стандарту Ni43-101 с положительным заключением Компетентным лицом (QP) о целесообразности проведения ГРП согласно проекту юниора, под который привлекаются инвестиции;
- а также требования по параметрам первичного размещения и вторичного обращения акций, связанные с целесообразностью их обслуживания биржей, ликвидностью и устойчивостью к манипулированию рынком.

В зависимости от стадии развития компании, ее показателей и потребностей, аккредитованными консультантами определяется наиболее подходящий способ листинга и площадка размещения.

Также учитываются рыночные условия и инвестиционный спрос.

Основным способом размещения для юниорных компаний является квалифицирующая транзакция (Qualifying Transaction (QT)), которая включает два этапа:

- Создание Capital Pool Company (CPC) – зарегистрированной на бирже компания с квалифицированным менеджментом и наличием инвестиционного капитала, объединяющего 2-3 профессиональных инвестора в юниоров, но не ведущая производственной деятельности. CPC – это так называемая «шелл»-компания, специальная финансовая организация – СФО, аналог американской SPAC (Special Purpose Acquisition Company);

- Данная компания, при соблюдении квалификационных требований, предъявляемых к юниору, приобретает геологоразведочную компанию, планирующую листинг с перераспределением долевого участия между первоначальным собственником и квалифицированными инвесторами.

Цель ввода процедуры QT – своим участием снизить риски для миноритарных инвесторов, приобретающих акции, размещаемые на фондовой площадке. Предполагается, что согласие квалифицирующего инвестора к вхождению капитал юниорной компании минимизирует риски, являясь дополнительным элементом верификации претендента. Более того, квалифицирующий агент после завершения листинга является элементом надзора за соблюдением целей, декларируемых юниором.

Среди требований к компаниям юниорного сегмента TSXV, как и в случае с СПБ Биржа юниоров, большое внимание уделяется наличию необходимых компетенций (включая профильных

специалистов в штате компании) в сфере инвестиций, геолого-экономической оценки участков недр, проведению геологического изучения месторождений и управлению горными проектами. В частности, к компании СРС предъявляются требования о наличии минимум 3 фаундеров 2 из которых должны соответствовать квалификационным требованиям:

- положительный опыт руководства юниорными компаниями;
- положительный опыт корпоративного управления;
- технический опыт в геологической и горной отраслях;
- положительный опыт работы в качестве директоров или старших должностных лиц публичных компаний Канады или США.

Требования к финансовой устойчивости СРС компании, включают:

- минимальная сумма личных вложений от директоров/должностных лиц – 100 000 долл. или 5% от общего объема вложений;
- другие требования, актуальные для «шелл»-компаний.

Аналогично торонтской венчурной площадке СПБ Биржа в своем юниорном сегменте также предполагает квалифицирующую процедуру, которая реализуется при участии квалифицирующих агентов – профессиональных инвесторов с опытом инвестиций в горные проекты ранних стадий, прошедших процедуру комплаенса и заключивших соглашение с биржей.

Ключевое отличие в том, что в квалифицирующей процедуре СПБ Биржи пока не предусмотрена возможность создания СФО в формате «шелл»-компаний и размещения ее акций в юниорном сегменте. Это вызвано особенностями регулирования российского финансового рынка. Со временем такая возможность может появиться. Она позволит в разы ускорить процесс привлечения инвестиций и снизить зависимость юниоров – эмитентов от волатильности финансового рынка, так как техническая подготовка юниора и подготовка его как публичной компании, а также первичное размещение акций, будут проходить не последовательно друг за другом, а параллельно.

Среди условий верификации юниора, данной площадкой предусмотрено участие:

- совета сегмента «СПБ Юниоры» в составе профессиональных независимых отраслевых экспертов с опытом руководства горными и геологическими компаниями, проведением стоимостной оценки объектов недропользования, геолого-экономической оценки участков недр, управления проектами и горными компаниями, успешным опытом инвестиционной деятельности. Совет сегмента рассматривает вопросы включения в

листинг и делистинг ценных бумаг юниоров, а также занимается развитием биржевого юниорного рынка, с целью стать площадкой для разработки новых технологий и норм регулирования, применяемых для эмитентов юниорного сегмента СПБ Биржи;

- независимых аудиторских компаний горно-геологического профиля, допущенных биржей для подготовки независимых технических отчетов и заключений;
- независимых финансовых и юридических консультантов, допущенных для подготовки финансовой отчетности и выполнения требований регулирования к публичным акционерным обществам.

Экспертное мнение опытных независимых специалистов, ориентированных на компетентность и репутационную историю, особенно значимо для верификации юниорных компаний. Спецификой всех горных проектов является высокий уровень рисков и неопределенностей, во многом проистекающих из природы месторождений полезных ископаемых и особенностей горнодобывающих предприятий. Базовые отправные точки для оценки потенциала месторождений (рудопроявлений) полезных ископаемых во всех случаях имеют вероятностный характер в части оценки объема и качества полезного ископаемого, технологических свойств руд, горно-геологических и иных условий ведения горных работ. Даже детально разведанные месторождения не устраняют риски неподтверждения основных показателей, лежащих в основе оценки экономического потенциала участков недр. Тем более, надежная оценка потенциала участка недр (поисковой площади) юниорной стадии изучения носит не точный, грубый характер, во многом опираясь на допущения, способные к принятию во внимание только высококвалифицированными экспертами, с комплексным опытом оценки инвестиционной эффективности горных проектов.

Следует иметь в виду, что само по себе понятие юниор, по сути, подразумевает венчурный характер инвестиций, однако венчурность проекта не подразумевает мошеннические схемы зарабатывания быстрых денег путем надувания «мыльного пузыря». Очевидно, что высокие риски венчурных инвестиций потенциально компенсируются и высокой доходностью в случае успешности реализации проекта. Необходимо отметить, что у биржи, ее инфраструктуры и партнеров, включая верифицирующие органы, нет задачи оградить инвесторов от всех рисков, так как это фактически невозможно. В этом смысле квалифицирующая процедура юниорного сегмента подразумевает как отсеивание заведомо

Таблица 4.
Общая мотивация в листинге для юниорных компаний

ЮНИОРЫ ГРП	ЮНИОРЫ СТРОИТЕЛЬСТВО
Финансирование ГРП	Финансирование проектных работ, КИИ, строительства предприятия
Погашение кредитов	Погашение кредитов
Продажа компании после завершения этапа ГРП – добывающим компаниям Или Продолжение операционной деятельности по строительству с последующей продажей актива с существенной докапитализацией	Продажа компании после завершения этапа строительства с существенной докапитализацией Или Продолжение операционной деятельности после завершения строительства, формирование доходности от денежных потоков
Продолжение операционной деятельности по строительству и добыче, формирование доходности от денежных потоков	Снижение ставки дисконтирования для оценки стоимости бизнеса – по фактору публичности компании. Формирование объективной рыночной стоимости компании
Формирование положительного опыта оператора юниорного процесса, с масштабированием деятельности в области геологоразведки и строительства горных предприятий	
Снижение рисков недобросовестной конкуренции	

Примечание:

исторические затраты в развитие компании юниора также входят в целевые затраты юниора, заявляемые для привлечения инвестиций от первичного размещения акций (после независимого подтверждения).

малоперспективных проектов, так и экспертный прогноз экономического потенциала проекта со всесторонним раскрытием рисков. Таким образом, задачей биржевых процедур является:

- обеспечить качественный предварительный отбор компаний в Сегмент «СПБ Юниоры»;
- повысить уровень «прозрачности» компаний Сегмента: дать объективное (для данного этапа изученности) описание объекта инвестиций, включая его экономический потенциал и раскрыть все риски инвесторам, простым и понятным языком, доступным для понимания не профильным специалистам;
- уменьшить риски инвесторов: снизить те риски, где это возможно или дать оценку возможных компенсационных мероприятий в случае возникновения рисков.

Именно по причине специфики юниорных объектов, круг инвесторов ограничен квалифицированными инвесторами, которые способны понять и принять риски. Это несколько суживает ликвидность сегмента, зато позволяет допускать в листинг юниоров, реализующих проекты ранних стадий с высоким потенциалом роста стоимости и высокими рисками.

Вполне очевидно, что на ранней стадии развития горных проектов высока вероятность неподтверждения заявленного потенциала объекта, вплоть до полной потери экономической значимости. Принятие риска квалифицированными инвесторами означает что при должном подходе ответственность юниоров, экспертов и биржевых институтов ограничена компетентностью, добросовестностью и мотивированностью, а также выполнением требований правил листинга на стадии предварительного от-

бора юниоров, прохождения квалифицирующей процедуры и в период листинга. Инвесторы же, идя на риск, который они принимают, получают скидку от стоимости юниора на ранней стадии изученности, предполагающей субъективную оценку минеральной базы с низкой точностью прогноза. Грамотная инвестиционная стратегия должна учитывать высокий риск и управлять им через контроль исполнения плана развития юниора, мониторинг фактических и прогнозных цен на полезные ископаемые и постепенное формирование диверсифицированного портфеля из ценных бумаг юниорных компаний.

Мировой опыт показывает, что большинство юниорных компаний создаются для разведки месторождений и по итогу работ 4 из 5 юниоров продаются добывающим компаниям. Менее 20% становятся самостоятельными добывающими компаниями. Однако российский рынок М&А юниоров находится на стадии развития, поэтому распределение сценариев развития юниоров может быть другим.

Общая мотивация в листинге для юниорных компаний приведена в **таблице 4**.

Отметим, что в настоящее время на площадке СПБ Биржи Юниоры завершены подготовительные работы к размещению акций первых юниоров. Пилотный эмитент завершает квалифицирующую процедуру. Напряженная геополитическая обстановка повлияла на повышенную волатильность и неопределенность на финансовом рынке, что несколько отложило планы первых эмитентов. Вместе с тем, площадка успешно проходит стресс-тест на устойчивость, что повышает доверие инвесторов и привлекает дополнительные инвестиции в сегмент.

Проанализировав результаты размещения акций первых юниоров, планируется совершенствовать процесс по следующим направлениям:


- стандартизация терминологии юниорного сегмента горнодобывающей отрасли;
- стандартизация терминологии к описанию стоимостной оценки участков ранней стадии геологической изученности;
- разработка требований к оценке стоимости публичных юниорных компаний, включая прогнозирование стоимости доходными, сравнительными и затратными методами;
- разработка требований к раскрытию публичными юниорными и компаниями основных сведений технической отчетности об объектах ранних стадий изученности;
- в долгосрочной перспективе – формирование базы данных и оценок объектов аналогов, учитывающих различные особенности юниорных проектов (географическое положение, способ добычи, тип полезного ископаемого и т.д.).

В целом биржа заинтересована в формировании полноценного национального института экспертов в сегменте публичных биржевых юниоров, в т.ч. в части независимости выводов, при учете специфики требований к компаниям юниорам, с пониманием не только технической стороны горных проектов, но и бизнес-процессов, рынка капиталов и инвестиционной оценки проектов.

В настоящее время, можно отметить, что с учетом небольших размеров размещений юниоров (в основном до 1 млрд. руб.) IPO одного крупного эмитента сопоставимо по ликвидности с 30-100

размещений акций юниоров. В 2021 году в России прошли 7 IPO, что сопоставимо с размещением на бирже акций 200-300 юниорных компаний. Объем торгов ценными бумагами на СПБ Бирже составляет около 1 трлн. руб. в месяц, такая ликвидность потенциально позволяет бирже проводить сотни первичных размещений акций юниоров в год уже сейчас.

Фактически же количество размещений ограничено численностью юниоров, прошедших предварительный отбор и квалифицирующую процедуру, а также доверием биржевых инвесторов, которые юниорный сегмент может заслужить только устойчивым ростом стоимости акций юниоров-эмитентов. Как говорят профессионалы финансового рынка: сначала эмитент должен поработать на репутацию, а потом репутация поработает на эмитента. Именно такой подход исповедует СПБ Биржа, планомерно развивая юниорный сегмент. Такой подход позволяет надеяться, что со временем он обеспечит российским горным компаниям доступность биржевых инвестиций в разведку и разработку месторождений, а российским биржевым инвесторам доступ к инвестициям в качественные и перспективные горные проекты, которые обеспечат долгосрочный рост их вложениям.

Полноценное становление рынка капитала юниорных геологоразведочных и горных компаний позволит реализовать цели восполнения минерально-сырьевой базы и технологического суверенитета, адаптируя лучшую мировую практику в России с учетом отечественных передовых наработок. 

Литература

1. Твердов А. А., Жура А. В., Никишичев С. Б. Риски горнодобывающих проектов. Цели и методы их оценки // Горная промышленность. 2014. № 2 (114). С. 67–70.
2. Твердов А. А., Жура А. В., Никишичев С. Б. Инвестиции в горнодобывающие проекты: виды и инструменты привлечения // Банки и деловой мир. 2013. Сентябрь, С. 72–74.
3. Твердов А. А., Жура А. В., Никишичев С. Б. Оценка стоимости горнодобывающих компаний: международный аспект // Недропользование XXI век. 2011. № 5(30) ноябрь. С. 66–70.
4. Твердов А. А., Никишичев С. Б., Жура А. В. Применение доходных методов оценки стоимости горных компаний для различных целей отчетности // Глобус. 2011. № 5(18) сентябрь. С. 38–44.
5. Ставский А.П., Войтенко В.Н. Альтернативная концепция развития геологоразведочных работ в России. Центр «Минерал», Москва 2007
6. Бобылов Ю.А., Макиев С.С. Юниорные компании как фактор развития российской геологоразведки // Известия ДВФУ. Экономика и управление. 3. 2017. 102–114
7. Australian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves – The JORC Code 2004 Edition.
8. Listing Requirements for Mining Companies, Toronto Stock Exchange and TSX Venture Exchange.
9. National Instrument 43-101 - Национальный Инструмент 43-101 («NI 43-101» или «NI»).
10. The Capital Pool Company Program on TSX Venture Exchange.



Tverdov A.A.
*Technical Director, IMC Montan; Ph. D.,
OERN Expert, GKZ Expert
andrey.tverdov@imcgroup.ru*



Novikov A.V.
*Chair of the Board, SPB Juniors Segment,
SPB Exchange; Executive Partner,
Polarctic Capital
a.novikov@polarctic.ru*

PROBLEMS AND PROSPECTS OF INVESTMENT ATTRACTION BY JUNIOR MINING COMPANIES ON THE RUSSIAN STOCK MARKET

The article addresses issues of initial public offerings and secondary offerings of public junior geological exploration companies' securities in the context of investment attraction through listing; methodology and procedure difficulties; as well as prospects of this investment tool. The article also reviews the activities of SPB Exchange with regard to establishment a segment for Russian junior geological exploration and mining companies.

Key words: Junior companies, junior stock exchange, prospecting, geological exploration, mine construction, JORC, NI 43-101, due diligence, scoping study, pre-feasibility study, feasibility study, IPO, prognostic resources, business valuation, comparative methods, income-based methods, analogue methods, Competent Person's Report, resources, reserves, international resources and reserves reporting system, investment attraction, GKZ of the Russian Federation, the Chief State Expert Review Board (Glagvosekspertiza), the Law on Subsoil Resources, mining licence, Competent Persons, disclosure of geological and mining reports.

Over the recent years the mining community has been discussing expediency and possibility of setting up of a stock exchange for junior geological exploration companies. Some of the industry experts, such as S. N. Gorkov, S. G. Kashuba, M. E. Damrin, N. P. Pokhilenko, etc., have been paying special

attention to development of Russian junior companies, including establishment of the relevant stock market.

The article focuses on attraction of investments in junior businesses on the Russian stock market, rather than on the problems related to activities of junior geological exploration companies.

The issue of funding of junior companies has become more important in view of the recent events, such as blocking of Russian companies' access to the western capital markets, sources of funding and loans. In fact, it could be stated that there are no full-scale stock exchange finance institutions available to junior geological exploration companies in Russia. Meanwhile, the western countries' sanctions against the Russian government and companies not only resulted in a shortage of investments for implementation of mining projects in Russia, but also restricted high income investment opportunities considerably, especially for incidental investors in geological exploration and mining. Facing unfriendly actions of the Russian and western politicians, Russian investors are in fact cut off from the western financial market and are encouraged to find new areas of investment within Russia to secure and increase the capital.

In view of the long-term historical demand of the society for the products, the mining sector is one of the most reliable ones. This sector is believed to be permanently growing (at least in physical terms), taking account of the civilisation's fundamental demand for primary resources, including minerals. Besides, it acts as one of the traditional defensive assets for investors during turbulence on financial markets, which is now demonstrated both on the Russian stock market and the global financial marketplaces.

Large businesses are traditional operators in the mining sector. Medium size businesses act as operators in rare cases; and those, formally classified as small businesses, operate in singular instances.

The review of mining projects funding sources demonstrates that in most cases a company uses its own funds or the funds of a strategic partner, involved in a project, at the geological studies stage. Combination of the company's own money and bank loans is typical of the development and mine construction stages. The major lending banks include such Russian banks and syndicates as Sber, VTB, VEB, MKB, Alfa Bank, Promsvyazbank, GPB, Uralsib, regional commercial banks, etc. In rare cases, loans may be provided by international banks (including Chinese banks) for specific project-related expenditures (procurement of equipment, EPC/PC contracts, etc.). However, these sources of finance are not able to ensure steady funding of junior geological and mining projects. Recently, mining companies have been demonstrating concerns about borrowing money from the banks under sanctions, which have large loan portfolios in the mining sector, because of the risk of secondary sanctions imposed on a borrower or its shareholders.

IPO or initial public offering is a much less important source of funding of mining projects in Russia. It is almost 100% related to listing

of operating companies, involved in mining or developing its mining facilities. Moreover, large companies normally view IPO as a less attractive source of finance at the early stage of a deposit development, because they don't want to lose control over a part of the equity, which is likely to increase as a project reaches the brownfield stage or the full capacity operation stage.

Only large mining companies with steady cash flows meet the requirements of the listing rules, set by Moscow Exchange, which has historically been the key stock market for Russian natural resources companies. Only mature companies in the middle of the resource base life cycle are capable to meet these requirements. Maturity of an issuer to get listed for the first time reduces investment risks. However, on the other hand, it constrains the potential of the company's value growth and makes long term investments less attractive. The long term monitoring of shares of natural resources companies, listed at Moscow Exchange, demonstrates that the buy and hold strategy is at best a low-profit one within the period of more than 5 years, it is less advantageous than bank deposits and fails to compensate inflation; and at worst it results in losses because of periodic drops of companies' capitalisation, which occur in Russia with unfailling regularity.

The average growth rate of natural resources companies' shares value over 15 years, from July 2007 to July 2022, is about 30%, or less than 2% a year (*figure 1*). Hence, investments in mature mining companies are not an attractive tool in view of the long-term growth prospects. However, due to higher profitability of the mining industry,



Fig. 1. Historical Stock Index at Moscow Exchange with a Large Proportion of Natural Resources Companies
 Source: <https://ru.investing.com/indices/mcx>

compared to other sectors, shares of mature mining companies are attractive because of high dividends.

Assessment of the situation from a mining company's viewpoint makes it obvious that attraction of investments at a stock market is inefficient, since an issuer has to motivate investors constantly with high dividends and has to use a considerable part of profit to this end. Hence, it becomes necessary to reduce investments in development of the resource base and production facilities.

IPO as a source of finance for junior mining companies has had no precedent in Russia, although this practice of project funding is quite common worldwide. The major operators of geological exploration and mining projects are sector-specific strategic investors, closely associated with the mining business. This results in consolidation of players and affects competition in the industry, which produces a negative impact on replenishment of the country's resource base and on the sector, providing services to the mining industry. Of course, there are new players who get involved in mining projects, but these are mostly large businesses, which are anyway (often through partners) engaged in implementation of mining projects. Upon the whole, there are no or few outsiders in the mining business. This is caused by high capital intensity and long payback periods of mining projects, as well as by specific risks. Assessment and management of such risks requires relevant competence and a strong focus of investors on this segment.

It should be noted that data on promising mining/geological exploration assets are often kept by highly professional industry experts, motivated to establish their own geological exploration or mining businesses. Specific information on prospective sites for geological exploration or commercial development, reviewed from the viewpoint of experienced specialists with personal interests, makes it possible to improve effectiveness of geological exploration and mining, compared to projects implemented by the government or large businesses. Of course, junior companies are unable to replace the government with regard to replenishment of the resource base, especially taking account of the scope of geological studies in Russia, the necessity to undertake exploration of low-profit but strategic types of minerals, and the necessity to undertake pre-prospecting work. However, an additional positive and considerable contribution to fulfilment of these tasks may be made with a support of junior companies and, in fact, of private initiatives of sector-specific business-oriented specialists. If assessment of junior companies' impact on replenishment of the resource base is limited to small and medium size solid mineral deposits, the role of junior companies

in this segment may be even more important. The global experience demonstrates that the share of junior companies in replenishment of solid mineral reserves reaches 40%, and exceeds 70% in the countries with the well-developed ecosystem of investments in junior companies, such as Canada and Australia. The total area of these countries is 17 million km², which is comparable to the area of Russia. There are about 1,500 junior companies at the geological exploration stage listed at Canadian and Australian junior exchanges. This number is comparable to the total number of Russian holders of solid mineral prospecting licences.

An important feature of junior companies is a limited investment opportunity, including investments for the first stage of deposit development/exploration. Loans, provided on reasonable terms, are hardly available to this category of businesses, due to lack of a credit history, an insufficient credit support, and impossibility to make business valuation with a comfortable capitalisation figure. In fact, in current conditions, the only source of investment, available to this category of businesses, is a partner for shared investment, although it implies a risk of losing control over a business or even a business idea (including inside information on a potential investment target). Therefore, funding of geological exploration projects is the key problem and the major obstacle of the junior market development in Russia. More than half of prospecting licences are returned without any exploration undertaken.

A real alternative source of finance, available to this segment of the mining business, is listing at sector-specific stock exchanges, which enable junior companies to attract funds from a wide range of investors and maintain control over the company.

Offering of securities at junior exchanges not only provides an opportunity to make one-off investments in the project development, but also ensures steady funding of an issuer. Besides, offering of shares at a stock exchange creates reputation of a junior company at the early stage of its development, and the status of a public company contributes to hedging of risks, include those related to unfair competition. This also makes it possible to simplify the process of investment attraction on the old market (strategic investors and banks) and on the off-exchange market (venture investors, investment marketplaces and pre-IPOs).

Moreover, in the current geopolitical conditions a junior exchange creates opportunities even for large businesses to fund new projects, and enables to obtain leveraged investments from exchange investors, to increase the amount of investments, to diversify junior portfolios, and to share risks with investors in exchange for the sector-specific

information. Hence, such symbiosis produces a positive effect on all participants of junior projects.

Therefore, establishment of a junior exchange as a functioning financial institution can potentially solve a range of strategic issues with regard to development of the mining industry:

- It creates considerable new/additional sources of finance for mining and geological projects at the early stage of development/exploration, especially for small and medium size projects;
- It contributes to development of junior exploration and mining projects, implemented by industry specialists with limited funds;
- It contributes to replenishment of the country's resource base through private investments at a sufficient level of control over effectiveness of the target achievement, motivated by personal interests of mining and financial specialists, acting as junior companies' shareholders;
- It contributes to creation of infrastructure for attraction of a wide range of investors, who have traditionally stayed away from the mining industry, to mining projects;
- It builds reputation of mining and geological companies, reduces uncertainty risks, improves valuation of such companies and ensures an easier access to finance not only on a stock market but on the old capital markets;
- It builds reputation (success stories) of project founders, who in case of positive results win professional recognition and additional confidence on the part of investors, which are converted into individual wealth and access to funding of mining projects throughout their life cycles, from the start-up stage to commercial exploitation of deposits; and
- It simplifies hedging of risks of mining and geological companies against hostile acquisition or other illegal impacts on private business.

In view of the financial market, a junior exchange also contributes to solution of a number of tasks:

- Expansion and diversification of investment opportunities for investors;
- Creation of new investment tools with a potentially high long-term profitability, which is less reliant on growth of capitalisation of the financial market than securities of mature natural resources companies; and
- Use of exchange investments for development of the Russian economy.

As of now, the SPB Juniors Segment has been established at SPB Exchange. The objectives of the segment are to provide an investment lift for junior projects and create a market of securities of junior geological exploration and mining companies. In view of these objectives, the segment has ensured continuity of junior funding from the exploration

stage to achievement of the breakeven point. Two types of mining companies are allowed to get listed:

- Junior explorers, including geological exploration companies undertaking geological studies of a site (mostly the prospecting stage), which result in approval of mining parameters and registration of reserves at the balance of GKZ (State Committee for Reserves). The achieved level of geological knowledge of a site (or its part) is sufficient to start commercial development.
- Junior developers, including mining companies with mining licences, approved mining parameters, and mineral reserves registered at the state balance (enabling to start commercial development), with the final stage being launching of a mine (commencement of mining). As development of a deposit starts, an issuer may stay listed at the junior segment for as long as necessary.

Both types of juniors should meet the requirements before listing (at the pre-listing stage) (**Table 1**). Compliance with the requirements ensures listing at the junior segment. This process is an element of the qualification procedure, established to fulfil the following tasks:

Technical criteria:

- Exclusion of candidates with an asset of obviously low prospects or with insufficiently described potential.

Management criteria:

- Professionalism: Exclusion of candidates with evidently insufficient experience to fulfil the set (declared) tasks;
- Good faith: Exclusion of candidates with a negative industry and business reputation; and
- Motivation: Exclusion of candidates with a business concept, taking no account of the actual conditions, or aimed at getting immediate benefits in contradiction to the declared investment goals.

Risk assessment, disclosure and management criteria:

- Comprehensive protection of interests of minor shareholders – exchange investors; and
 - Achievement of the capitalisation increase target or making all proper steps to achieve the target.
- Unlike strategic investors, exchange investors value a junior not just in view of the resource base (the volume and potential quality of a mineral, mining parameters, etc.), but also as a future mature mining company, hence, taking account of all factors, typical of a major, although a junior is not a major yet, including understanding of an entire project up to the stages of operation and rehabilitation.

In the end, these stages are useful for juniors, since the procedure enables them to know an

independent opinion on feasibility of a project, its drawbacks, risks and unidentified difficulties. Incompliance of a junior with certain requirements and failure to get listed at the stock exchange don't imply that a junior will never have an access to exchange investments. Having remedied drawbacks, a junior may comply with the requirements and have an access to investments next time it applies.

The standard requirements of the SPB Junior Segment to companies which intend to be listed are shown in the **table 2**.

It should be noted that blocking of the junior company's shares constrains their use as a collateral, their sales, alienation of other forms of constraints with regard to borrowing and production activities, carried out with the use of these shares. In fact, these are temporary ownership constraints imposed on this amount of the authorised capital for juniors and professional investors, required to ensure their interests in development of a company until geological exploration is completed and a mining licence is issued, and to combine their interests with exchange investors' interests.

The requirements are not final imperatives and will be optimised later in view of the experience in initial and secondary offerings of junior companies' shares, and improvement of the mechanism of preparation for listing and control over achievement of targets by junior companies. As of now, the financial market management doesn't cover the whole range of processes of junior companies, offering their shares, since the segment has been established recently. Specific requirements to juniors are advisory. These are compiled into the Junior's Guide in the white book format and are controlled by the exchange authorities. It should be

noted that the SPB Juniors segment is developing and gaining experience. This is acknowledged by the exchange managers in official and non-official statements, and the current legislative framework and infrastructure are the required minimum to start trading in the junior segment and are the so-called basic configuration of the investment lift for junior companies.

However, it could be noted at this stage that the requirements of the SPB Juniors segment are compatible with and, with regard to some elements, are even stricter than the requirements of other junior exchanges (**Table 3**).

As of now, the world's largest junior exchange is Toronto Stock Exchange, in particular its TSX Venture Exchange segment. During the recent 5 years, the mining companies, listed at this exchange, attracted about 37% of the total global investments. The total capitalisation of the mining companies of the TSX Venture Exchange (TSXV) is more than CAD 41 billion. Six of 950 mining companies at this exchange are from Russia. It should be noted that 295 junior companies left the TSXV segment for the TSX public listing segment for mature companies with higher capitalisation in 2000-2019. The average capitalisation of a junior in the TSXV segment is about CAD 40 million, while the capitalisation of mining companies in the TSX listing is CAD 2.3 billion, which is 50 times more. This is an upside – potential growth of a junior's value for investors.

Qualified investors only have access to securities trading at TSXV. Unlike the SPB Juniors Segment, TSXV accepts only shares of juniors at the deposit exploration stage. Juniors at the construction and operation stages are recognised

Table 1.
SPB Junior Listing Terms

	GEOLOGICAL EXPLORATION STAGE	OPERATION STAGE
Investment purpose	Geological exploration and confirmation of solid mineral reserves availability	Start-up and launch of pilot production facilities
Stage beginning	Qualification procedure	Confirmed availability of solid mineral reserves
Stage end	Confirmation of reserves availability	Achievement of the target output and sales
Offering	Up to 75% of the stage expenditures	Up to 100% of the stage expenditures
Bonds	No	Yes
Minimum capitalisation	RUB 500 million	RUB 2 billion
Minimum amount of free-float shares at the initial offering	5%	10%
Minimum and maximum offering	RUB 100 million to RUB 3 billion (limited by liquidity)	RUB 200 million to RUB 10 billion (limited by liquidity)
Minimum bond issuing (each issuing within the bond programme)	No	RUB 500 million
Collateral	Blocking of 50% of shares of investors, who became shareholders before listing, for the period until the reserve's availability is confirmed	Blocking of alienation of the mining licence holder from the issuer

Note: The offering amount is advisory and takes account of the current situation on the financial market. The limits will eventually be eased both with regard to minimum and maximum offering amounts.

Table. 2.
Requirements to Junior Companies to Be Listed at SBP Junior Segment

	GEOLOGICAL EXPLORATION STAGE	OPERATION STAGE
Investment purpose	All funds are allocated to implementation of the company's development budget at the geological exploration stage	All funds are allocated to implementation of the company's development budget at the operation stage until achievement of the target production capacity
Investment sufficiency	The offering amount should be sufficient to pay for work until the reserve's availability is confirmed	The offering amount should be sufficient to pay for work until mining and sales start
Title to subsoil resources	The issuer owns 100% of the mining licence holder	
Mineral type	All types of solid minerals	
Permitted activities to be carried out on the site and timeframes	The timeframe of geological studies and valuation is sufficient for the stage implementation, but at least 1 year as of the date of the planned offering	The timeframe of activities, including mining, is sufficient for the stage implementation, but at least 5 years as of the date of the planned offering
Independent estimation of site reserves	The expert statement on prognostic resources (P1-P3) and recommendations on geological exploration provided by an independent competent person in compliance with the Listing Rules (Appendix 13) and the Junior's Guide	The expert statement on confirmed resources (C1-C2) and recommendations on production provided by an independent competent person in compliance with the Listing Rules (Appendix 13) and the Junior's Guide
Qualification requirements	At least 2 employees having positions of the General Director, Chief Geologist and Finance Director, hired full time	At least 3 employees having positions of the General Director, Chief Engineer, Chief Geologist and Chief Processing Engineer. Another employee is the Finance Director
	The key company's managers, including the General Director, Chief Geologist, Chief Engineer, Chief Processing Engineer and Finance Director should have a university degree (engineering or economics) and the experience of work in geological exploration and/or mining companies of at least 3 years	
Contract with the qualifying agent	Availability of a valid contract with a company, included into the List of Qualifying Agents, applicable to preparation for listing at the segment	
Financial viability	Availability of the working capital for 2 months and for at least 1 month after the planned offering	Availability of the working capital for 4 months and for at least 2 months after the planned offering
The company's own investments	As of the date of the application, the company should have at least 25% of the development budget at the geological exploration stage, including funds of shareholders and the qualifying agent in the amount of at least 5% of the development budget at the geological exploration stage	
Blocking of the company shareholders' shares	Half of the shares of each shareholder as of the date of the application are blocked until the reserve's availability is confirmed, and the mining licence is issued	

mining companies (developers) and can be listed at the main segment of TSX, where access to their securities is unlimited. In Russia, investors and the financial market regulator have got used to the fact that the listed companies are mature mining companies with a positive cash flow and a large proportion of tangible assets in the issuer's capitalisation. Hence, SPB Exchange has extended the junior phase to the deposit development stage, and, hence, has ensured an issuer's access to the segment liquidity until it reaches the breakeven point and gets self-sustained.

The Canadian junior exchange divides juniors into 2 tiers in view of the scope and results of exploration. Such a necessity is caused by absence of prospecting, funded by the government, which is known as regional geological studies in Russia. In the West such work is often carried out by juniors and is funded by private investors. The SPB Juniors doesn't have such division. The requirements to juniors imply that a sufficiently large scope of prospecting has already been undertaken by predecessors and juniors themselves. Hence, the risks of the early exploration stage are reduced.

The requirements to juniors include the following:

- Competence of key employees, and motivation by the junior's shares;
- Net tangible assets: CAD 2 million for companies at the geological exploration stage, and no limits for companies about to start exploration;

- Working capital: 18 months for the geological exploration stage, and 12 months for the early stage;
- Personal input of each director/officer into the company's capital: At least CAD 5,000;
- NI43-101 compliant technical report with the QP statement on feasibility of geological exploration in accordance with the junior's project, that investments are attracted for; and
- Requirements regarding parameters of initial and secondary offerings of shares, related to expediency of their flotation at the exchange, liquidity and resistance to the market abuse.

Depending on the company's development stage, its performance and needs, accredited consultants determine the most suitable method of listing and a stock exchange segment. Besides, market conditions and investment demand are considered.

The main method of junior companies listing is the Qualifying Transaction (QT) which includes two stages:

- Establishment of a Capital Pool Company (CPC) – a company, registered at the exchange, with the qualified management and available investment capital, combining 2-3 professional investors in juniors, but not engaged in production activities. CPC is a so-called shell company, a special financial company, an analogue of the American SPAC (Special Purpose Acquisition Company).
- If this company meets the qualification requirements to juniors, it acquires a geological exploration company to be listed, and the shares

Table 3.
Comparison of Terms of the SPB Juniors Segment and Other Junior Exchanges

KEY LISTING TERMS	TSXV	ASX	LSE/AIM	HKEx	SPB Juniors
Financial requirements: - Minimum profit - Minimum capital	NO and YES	YES, or YES	NO and NO	YES, or YES	NO and YES
Resource base and geological exploration project assessment standards	NI43-101 or CRIRSCO	JORC or CRIRSCO	CRIRSCO	CRIRSCO	NI43-101 or CRIRSCO and GKZ standard
Requirements to qualification of the junior's key employees	YES	YES	YES	YES	YES
Qualification procedure	YES or NO	YES or NO	YES or NO	YES or NO	YES, and NO at the operation stage
Audited historical financial reports	YES	YES	YES	YES	YES
Minimum offering amount	YES	YES	YES	YES	YES
Minimum free-float amount	YES	YES	NO	YES	YES
Minimum amount of shares	YES	YES	NO	YES	NO
Lockup and escrow					
Profit test	NO	NO	NO	YES	NO
Asset test (to confirm knowledge of the resource base)	YES	YES	NO	YES	YES
Timeframe from application to IPO	4 months	4 months	4 months	6 months	4 months

are re-distributed between the original owner and the qualified investors.

The objective of the QT procedure is to reduce risks of minor investors, buying shares available at the exchange. It is assumed that the consent of a qualifying investor to share the junior company's capital minimises risks and is an additional element of the applicant's verification. Besides, upon completion of listing, a qualifying agent becomes an element of supervision over compliance with the targets declared by a junior.

The requirements of TSXV, as well as the SPB Juniors, to junior companies emphasise the adequate competence (including the company's staff members) in investment, geological and economic valuation of sites, geological studies of deposits, and mining project management. In particular, a CPC should have at least 3 founders, 2 of which should meet the following qualification requirements:

- Successful experience in junior company management;
- Successful experience in corporate management;
- Technical experience in geology and mining; and
- Successful experience of work as a director or a senior officer in public companies in Canada or the USA.

The requirements to financial stability of a CPC include the following:

- The minimum personal input of directors/officers is \$ 100,000 or 5% of the total investments; and
- Other requirements applicable to shell companies.

Similar to the Toronto venture exchange, the SPB Juniors also has introduced the qualification

procedure, which is implemented with involvement of qualifying agents – professional investors with the experience in investment in mining projects at the early stage, who are recognised compliant and have signed an agreement with the exchange.

The key difference is that the qualification procedure of the SPB Juniors doesn't provide for establishment of a special financial company (shell company) and offering of its shares at the junior segment. This is related to specific features of the Russian financial market regulation. Such an opportunity may appear in future. This will accelerate the investment attraction process very much and will reduce the junior companies' dependence on the financial market volatility, since the technical preparation of a junior, its preparation as a public company, and the initial offering will occur in parallel, and not consecutively.

With regard to verification of a junior, the exchange provides for the following:

- Participation of the SPB Juniors Segment Board members, who are professional independent industry experts with the experience in management of mining and geological companies, valuation of mining targets, project and mining company management, and successful investments. The Segment Board considers listing and delisting of junior companies' shares and develops the junior exchange market, so that it could become a facility for development of new technologies and regulation standards, applicable to the SPB Juniors segment of SPB Exchange.

- Participation of independent auditors working in the mining and geology sectors, authorised by the exchange to prepare independent technical reports and statements.

- Participation of independent financial and legal advisors, authorised to prepare financial reports and to ensure compliance with the requirements to public companies.

The expert opinions of independent specialists, oriented to competency and reputation, are especially important for verification of junior companies. A specific feature of all mining projects is a high level of risks and uncertainties, which are mostly related to the nature of mineral deposits and mining operations. The basic input data for assessment of the potential of mineral deposits (ore occurrences) are always tentative with regard to the tonnage and quality of minerals, ore washability, mining, geological and other conditions. Even deposits, explored in detail, imply the risk that the basic parameters, used for economic valuation of deposits, may prove to be different. A reliable assessment of the potential of a site (prospecting area) at the junior stage of studies is rough and is largely reliant on assumptions, which can be considered by highly qualified experts only, with the comprehensive experience in assessment of investment effectiveness of mining projects.

It should be noted that the term «junior» implies investment of a venture nature. However, the venture nature of a project doesn't indicate to a fraud scheme to earn quick money by creating a bubble. It is obvious that high risks of venture investments are potentially compensated by high profitability, if a project is implemented successfully. It is important to note that it is not the objective of the exchange, its infrastructure and partners, including verification authorities, to protect investors against all risks, since it is actually impossible. In this view, the qualification procedure of the junior segment provides for exclusion of projects of low prospects and for expert forecasting of the economic potential of a project, including comprehensive disclosure of risks. Hence, the objectives of the exchange procedures include the following:

- Ensure high quality preliminary selection of companies to be listed at the SPB Juniors segment;
- Improve transparency of the segment companies: provide an objective (for this stage of studies) description of an investment target, including its economic potential, and disclose all risks to investors in the plain language, understandable for any specialists; and
- Reduce the investors' risks: minimise risks if possible, or assess potential compensation actions to be taken in case of a risk.

In view of specific features of junior companies, qualified investors only, who are able to understand

and accept risks, are allowed to operate at the segment. This affects the segment's liquidity, but enables to have juniors, implementing projects at the early stage with a large value growth potential and high risks, to be listed.

It is obvious that the expected potential of an asset may fail to be confirmed at the early stage of a mining project, and an asset may lose any commercial value. Acceptance of this risk by qualified investors means that the responsibility of juniors, experts and exchanges is limited by competence, good faith and motivation, as well as by compliance with the listing rules at the stage of preliminary selection of juniors, in the course of the qualification procedure and at listing. Investors, who accept the risk, get a discount on the junior's value at the early stage of exploration, which implies subjective valuation of the resource base and a low accuracy of forecasts. A robust investment strategy should take account of the high risk and manage this risk through control of the junior's development plan implementation, monitoring of actual and predicted prices of minerals, and compilation of a diversified portfolio of junior companies' securities.

The global experience demonstrates that most of junior companies are established for exploration of deposits, and in the end 4 of 5 juniors are sold to mining companies. Less than 20% become independent mining companies. However, the Russian market of junior M&A market is not mature yet, and the junior development scenarios may be different.

Motivation of junior companies to be listed is shown in the **table 4**.

It should be noted that by now the SPB Juniors has completed preparation for offering of shares of the first juniors. The pilot issuer is at the final stage of the qualification procedure. The tense geopolitical situation has affected volatility and uncertainty on the financial market, and the first issuers' plans have been delayed. Meanwhile the exchange segment is undergoing the stability stress tests, which will improve investors' trust and attract additional investments to the segment.

Upon a review of the first junior companies' offerings, it is intended to improve the process as follows:

- Standardise the terminology of the junior mining companies' segment;
- Standardise the terminology of valuation of sites at the early stage of geological studies;
- Develop requirements to valuation of public junior companies, including forecasting, using income-based, comparative and cost methods;

1. Hereinafter the data on this exchange are as of the end of 2021, CAD 1 = RUB 50

Table 4.
Motivation of Junior Companies to Be Listed

JUNIORS, GEOLOGICAL EXPLORATION	JUNIORS, CONSTRUCTION
Funding of geological exploration	Funding of designing, surveying and construction
Loan repayment	Loan repayment
Sale of the company after geological exploration to a mining company, or Continuation of activities, including construction, followed by sale of the asset with increased capitalisation	Sale of the company after construction with a large capitalisation, or Continuation of activities after construction, and generation of profit from cash flows
Continuation of activities, including construction and mining, and generation of profit from cash flows	Reduction of the discount rate for business valuation in view of the status of a public company. Identification of the company's market value.
Successful experience of a junior project operator, expansion of geological exploration and mine construction activities	
Reduction of unfair competition risks	


Note: Historical expenditures for development of a junior company are included into the junior's target expenditures, stated for attraction of investments from the initial public offering (after independent verification).

- Develop requirements to disclosure of technical reports on sites at the early stage of geological studies by public junior companies; and
- In the long term create a database, including analogue asset valuations, taking account of various specific features of junior projects (location, mining method, mineral type, etc.).

Upon the whole, the exchange is interested in establishment of a national institution of experts in the junior exchange segment, capable to draw independent conclusions, taking account of specific requirements to junior companies, to understand not only technical aspects of mining projects but business processes, capital markets and investment valuation of projects.

At present, it should be noted that, taking account of small junior offering amounts (mostly up to RUB 1 billion), there are 300-100 junior offerings per one IPO of a large issuer. Seven IPOs took place in Russia in 2021, which is comparable to 200-300 offerings by junior companies. The trading volume at SPB Exchange is about RUB 1 trillion a month. This level of liquidity potentially enables the exchange to handle hundreds of initial public offerings of junior companies' shares a year even now.

The actual number of offerings is limited by the number of junior companies, which have passed the preliminary selection and qualification procedures, and by the trust of exchange investors, which the junior segment may gain through steady growth of junior companies' shares value. According to the financial market professionals, first an issuer builds the reputation, and then the reputation works for an issuer. This is the approach taken by the SPB Exchange, which develops the junior segment steadily. We hope that in the long run it will provide Russian mining companies with an access to exchange investments in exploration and development of deposits, and will provide Russian exchange investors with an access to investments in high quality and promising mining projects, which will ensure long term growth of investments.

The full-scale establishment of the capital market for junior geological exploration and mining companies will enable to replenish the resource base and improve the technological sovereignty through adaptation of the world's best practice in Russia, using the best domestic technologies. 

Literature

1. A. Tverdov, A. V. Zhura, S. B. Nikishichev. Mining Project Risks: Risk Assessment Objectives and Methods // Mining Industry Journal, No. 2 (114), 2004, pages 67-70.
2. A. Tverdov, A. V. Zhura, S. B. Nikishichev. Investments in Mining Projects: Types and Tools // Banks and Business World, September, 2013, pages 72-74.
3. A. Tverdov, A. V. Zhura, S. B. Nikishichev. Mining Company's Valuation: International Aspect // Subsoil Resources Use: 21st Century, No. 5 (30), November 2011, pages 66-70.
4. A. Tverdov, S. B. Nikishichev, A. V. Zhura. Use of Income-Based Methods to Value Mining Companies for Various Purposes of Reporting // Globus, No. 5 (18), September, 2011, pages 38-44.
5. P. Stavsky, N. V. Voitenko. Alternative Concept of Geological Exploration Development in Russia. Mineral Centre, Moscow, 2007.
6. Yu. A. Bobylov, S. S. Makiev. Junior Companies As a Factor of the Russian Geological Exploration Development // Far East Federal University Newsletter, Economics and Management, 3, 2017, pages 102-114.
7. The Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves, the JORC Code 2004 Edition.
8. Listing Requirements for Mining Companies, Toronto Stock Exchange and TSX Venture Exchange.
9. National Instrument 43-101 - Национальный Инструмент 43-101 («NI 43-101» или «NI»).
10. The Capital Pool Company Program on TSX Venture Exchange.



Мохунов В. Ю.
эксперт ООО «ПИУЦ «Сапфир»
v.mohunov@aetc-spb.ru



Гулый Н. И.
ведущий специалист ООО «ПИУЦ «Сапфир»
n.gulyi@aetc-spb.ru

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ ИЗ ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В настоящей статье приводятся основные аспекты извлечения ценных элементов из гидроминерального сырья. Описываются причины повышенного спроса на металлы, в частности на литий. Авторами представлен обзор исследований 2012-2022 г. по извлечению лития из пластовых и геотермальных вод, в том числе с использованием методов: осаждения, экстракции, сорбции, ионного обмена и др.

Ключевые слова: литий, рассол, концентрация, метод, экстракция, осаждение, сорбция, извлечение, мембрана, гидроминеральное сырье, вода, минерал, ионный обмен, ценные элементы, энергия, исследование.

Увеличение численности мирового населения, рост спроса на ресурсы и ухудшение качества окружающей среды требует незамедлительного изучения альтернативных способов производства энергии. Несмотря на то, что было проведено множество исследований и разработок для более устойчивого производства энергии из возобновляемых источников, ценных полезных ископаемых и минералов по-прежнему в основном зависит от традиционных источников. Наша планета почти на 71% состоит

из воды, а более 80% – это соленые воды. Они называются «рассолами». В рассолах содержится множество ценных минералов. Они распространяется в виде морской воды, «соленых озер» и «подземных вод». Не менее важными являются запасы некоторых ценных полезных ископаемых в океанах, таких как Li, Ni, Au, U, Sr и Rb, которые еще раз указывают на необходимость разработки экономичных методов извлечения их из высококонцентрированных растворов солей (далее рапа).

Основные движущие силы, которые стоят за исследованиями и разработкам в области устойчивого извлечения полезных ископаемых из рассола:

- Во-первых, растущий спрос на сырье требует ускоренной разведки и добычи полезных ископаемых для удовлетворения производственных потребностей. Многочисленные исследования проведены несколькими международными организациями и предсказывают экспоненциальный спрос на определенные жизненно важные элементы, а, следовательно, рост цен в ближайшие десятилетия. Как известно из доклада международного энергетического агентства (МЭА), к 2040 году потребление лития, никеля и графита только в секторе экологически чистой энергетики увеличится почти в 4 раза. Данный рост спроса можно удовлетворить, если изучить альтернативные способы восстановления ресурсов.

- Второй причиной повышенного интереса к добыче полезных ископаемых из рассола является экологический риск для людей и других живых существ, если использовать традиционные наземные способы добычи минералов. Исследование, проведенное в 2017 году, показало, что более 900 тысяч тонн токсичных отходов были выброшены горнодобывающими компаниями в водные пути и представляют серьезную опасность для людей. Это означает, что традиционная наземная добыча полезных ископаемых должна быть сведена к минимуму для поддержания более чистой окружающей среды в долгосрочной перспективе.

В частности, большие объемы солевых запасов (морские и подземные) на всей планете являются привлекательными ресурсами для извлечения ценных полезных ископаемых. Они потенциально могут удовлетворить рост промышленного спроса при минимальном ухудшении состояния окружающей среды. Природные ресурсы, которые добываются из соленых озер и геотермального рассола, в настоящее время являются основными источниками добычи различных полезных ископаемых.

Зарекомендовавшие себя гидрометаллургические методы позволяют извлекать различные ценные элементы, такие как Li, Si, Zn, Mn и другие редкоземельные металлы из природных рассолов. По крайней мере, несколько исследований в разных странах продемонстрировали значительный экономический потенциал извлечения полезных ископаемых из геотермальных рассолов. Они представляют собой разбавленный раствор этих минералов, требующий обязательной стадии «концентрации», прежде чем его можно будет использовать для извлечения полезных ископаемых.

При этом концентрация минералов в геотермальном солевом растворе может достигать порядка 10^3 ppm. Концентрация ценных элементов в пластовой воде составляет от 10 до 80 ppm, а иногда достигает 200-300 ppm. Как правило, морская вода, на долю которой приходится более 90% всех рассолов в природе, содержит ценные минералы с гораздо меньшей концентрацией, которая находится в диапазоне 10^{-1} - 10^2 ppm. Этот факт делает морскую воду в экономическом плане невыгодной для извлечения большинства ценных ископаемых.

Кроме того, во всем мире наблюдается рост интереса и инвестиций в использование рассола попутно добываемой воды извлекаемой при добыче нефти и газа для получения некоторых ценных минералов, которые могут внести положительный вклад в экономику.

Экономическая эффективность

Если не учитывать геополитические и социально-экономические факторы, которые варьируются в зависимости от региона, экономическая целесообразность извлечения ценных элементов из рассолов определяется тремя факторами:

1. Концентрация элементов в рассоле
 2. Объем сбыта, потребность в элементах и их дефицит
 3. Рыночная цена полезных элементов
- В целом, чем выше значение этих трех факторов, тем выше экономическая целесообразность извлечения этого элемента из рассола.

Среди элементов, которые экономически выгодно извлекать из рассолов, литий имеет первостепенное значение из-за нескольких факторов.

1. Во-первых, запасы лития в природных рассолах оцениваются в $230 \cdot 10^9$ тонн. При этом пластовые и геотермальные рассолы содержат литий в концентрациях до 100-1000 мг/л, что делает их привлекательным ресурсом для извлечения лития.

2. Во-вторых, ожидается, что коммерческий спрос на литий будет расти в геометрической прогрессии и к 2100 году достигнет 4,5 млн т в год [1]. Очевидно, что помимо электронной промышленности основным потребителем лития по-прежнему будет автомобильная промышленность. В настоящее время карбонат лития и гидроксид лития являются двумя основными соединениями, которые используются в промышленных масштабах при извлечения лития. В течение 2020-2021 годов спрос на эти товары вырос почти на 30%, а цены выросли примерно на 300% (рис. 1).

Таким образом, очевидно, что как спрос, так и цена на литий будут продолжать расти, и требуется уделять больше внимания эффективным методам концентрирования и извлечения лития из существующих природных рассолов.

Методы концентрирования рассола для извлечения лития

В обычном процессе литиевый рассол сначала концентрируется до необходимой концентрации (около 6000 ppm). Обычно это достигается путем испарения сырой воды в больших мелководных прудах под открытым небом, когда солнечное излучение проникает внутрь водоема (рис.2).

В зависимости от характера рассола и условий окружающей среды выпаривание можно проводить в несколько этапов при сборе солей других элементов, таких как Na, Mg и K. Конечный рассол, богатый хлоридом лития, перекачивается на очистные сооружения, где проводятся химические реакции для получения карбоната

лития товарного качества, который затем служит основным сырьем для получения желаемых соединений лития или металлического лития. Этот испарительный метод требует больших затрат времени и применим не во всех географических точках из-за значительных колебаний климата. Также эффективность этого метода зависит от состава рассола, который сильно варьируется от одного места к другому. Совместное осаждение других ионов с более высокой концентрации может усложнить процесс извлечения лития. Как пример, ионы Mg^{2+} имеют очень схожий химический состав с ионами Li^+ и могут соосаждаться в виде карбоната магния вместе с карбонатом лития, что значительно усложняет дальнейшее извлечение желаемых солей лития. Кроме того,

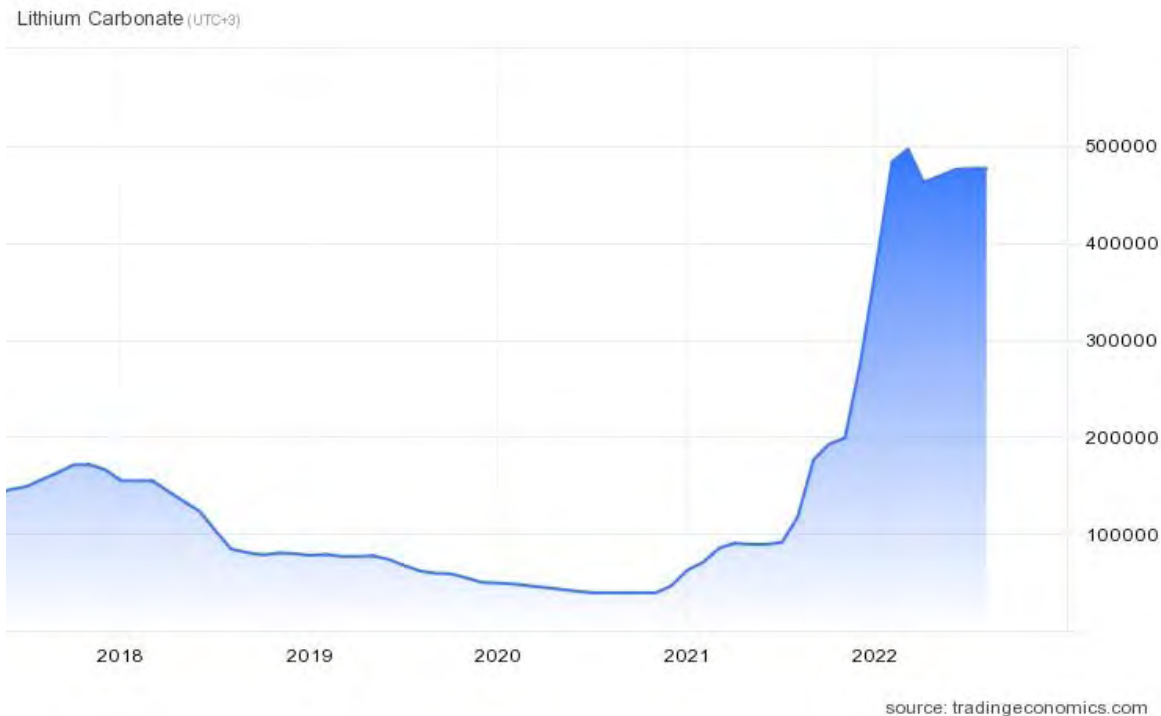


Рис. 1. График роста цен на карбонат лития (китайский юань/тонна)

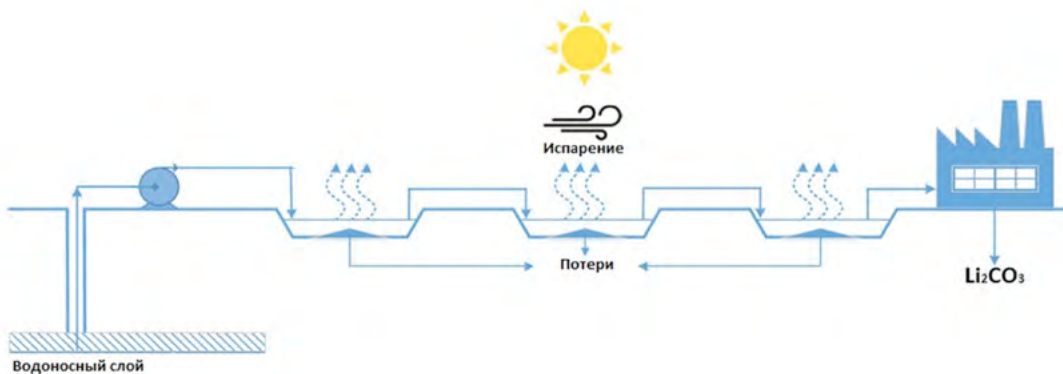


Рис. 2. Схема традиционного процесса испарения и концентрации Li_2CO_3

испарительные технологии с большой потерей воды могут также привести к нехватке воды в прилегающих районах, как это наблюдается в Чили [2]. Принимая во внимание эти недостатки испарительных методов, исследователи сосредоточились на «неиспарительных» технологиях концентрирования рассола, которые мы обсудим в этой статье.

Осаждение

Методика на основе осаждения достаточно проста и имеет низкую цену, поэтому она является очень привлекательной для многих компаний. В самом раннем периоде, когда ученые пытались осаждасть литий в виде алюмината лития из рассола Мертвого моря, использовался хлорид алюминия при оптимальных условиях pH и температуры. Также сообщалось об осаждении лития в виде карбоната с использованием многоэтапного процесса осаждения [3].

Основной проблемой при осаждении лития является совместное осаждение магния, поэтому исследователи предложили различные методы осаждения в зависимости от относительного соотношения Mg/Li в рассоле.

- Для рассолов, в которых соотношение Mg/Li низкое, распространено «осаждение карбонатов», при котором магний сначала осаждаётся через оксид кальция и затем оседает литий в виде карбоната. Это достигается добавлением карбоната натрия.

- При высоком соотношении Mg/Li, обычно имеющем место в большинстве природных ресурсов рассола, для извлечения лития используются методы «осаждения алюмината» и «осаждения магния».

За последнее время было создано несколько новых и активных материалов для более эффективного извлечения литий из рассола. К ним относятся сплавы Al-Ca, смесь Al-NaCl, которые обеспечивают извлечение лития до 94% из рассолов с высоким соотношением Mg/Li. Разработан специализированный двойной гидроксид хлорида лития с алюминиевым слоем для восстановления более 90% лития недорогим и экологически чистым способом [4]. Осаждение Mg является еще одним подходом к работе с высоким соотношением Mg/Li, поскольку оно позволяет снизить соотношение Mg/Li для удобного извлечения лития. Благодаря оксалатам аммония и карбонату натрия удалось получить 98% Mg при оптимальных условиях реакции. [5]. Также щавелевая кислота эффективна для осаждения более 95% магния в виде оксалата магния в рассоле с отношением Mg/Li до 21.

Исследования показали, что интегрированные и многостадийные методы эффективны для

осаждения 99% магния из соляных растворов с высоким соотношением Mg/Li, к примеру: использование гидроксида кальция и оксалата натрия по отдельности для двухстадийного осаждения [6], использование несколько стадий и химических веществ для селективного извлечения [7], а также использование комбинированного метода кристаллизации-осаждения [8].

При осаждении требуется нагрев раствора до определенной температуры, особенно для извлечения фосфатов. Это энергоемко и сложно для нагревания соляного раствора в больших масштабах.

В **таблице 1** перечислены некоторые из недавних исследований, посвященных извлечению лития из рассола с использованием методов осаждения, а также сведения о температуре реакции и производительности. Несмотря на то, что осаждение это один из старейших методов извлечения лития из солевых источников, этот метод по-прежнему популярен благодаря простоте масштабирования и низкой стоимости.

Ионообмен и сорбция

С точки зрения стоимости и эффективности ионообменный метод приобретает все больший интерес, демонстрируя превосходную селективность и адсорбцию ионов лития. Более того, этот метод эффективен даже при низких концентрациях лития, что обычно имеет место в большинстве природных рассолов попутно добываемых вод нефтегазовых месторождений [9].

В последние годы широко исследуются очищенные от лития сорбенты на основе марганца и титана, образующиеся при кислотной обработке литий содержащих оксидов [10]. По результатам проведенных исследований, эффективность (степень извлечения) сорбента составила 80%. В то же время сорбенты на основе марганца обладают плохой химической стабильностью из-за их слабой связи металл-кислород, что усложняет процесс изготовления и регенерации [10].

Двойные гидроксиды Li/Al также показали себя хорошими адсорбентами для извлечения лития, что отмечено в ряде публикаций [11]. В оптимальных условиях адсорбционная емкость достигала 7,27 мг.г.⁻¹ Эффективность адсорбции двойных гидроксидов Li/Al значительно ниже, чем у сорбентов на основе марганца и титана. Относительно более низкая стоимость производства, более простое изготовление и легкая регенерация без необходимости использования кислоты делают его многообещающим кандидатом для восстановления лития.

Также известно о нескольких наноструктурированных сорбентах, которые основаны на оксиде марганца, с высокой емкостью поглощения лития из различных солевых растворов. Од-

Таблица. 1.

Результаты исследований извлечения лития из соляных растворов с использованием методов осаждения

Год	Источник	Реагенты/осадитель	Температура (°C)	Производительность
2014	Рассол соленого озера	Na_2CO_3	80	Восстановление: >84% Чистота: 99,6%
2015	Синтетический солевой раствор	Активированные сплавы Al-Ca и Al-Fe	70	Осадки: 94,6%
2018	Рассол соленого озера	Материал на основе алюминия	90	Осадки: 78,3%
2019	Промышленно очищенный рассол	Раствор NaOH и Na_2CO_3	60	Восстановление: >85% Чистота: 99%
2019	Искусственный рассол	Метасиликат натрия нонагидрат	25	Восстановление: 86,73%
2020	Рафинированная соляная рапа	Раствор Na_2HPO_4	40	Восстановление: 93,2%
2021	Рассол соленого озера	Разработанный Facet Li_3PO_4	30	Восстановление: 51,62%
2021	Рассол морской воды	Трифосфат натрия	40	Восстановление: 40%

нако высокая стоимость и экологические риски препятствуют их применению в коммерческих масштабах. В **таблице 2** представлено сравнение результатов извлечения лития с помощью ионного обмена и сорбции.

Экстракция растворителем

Экстракция растворителем является еще одним перспективным методом извлечения лития из рассолов из-за его низкой стоимости и высокого выхода продукта. Идея метода состоит в том, чтобы использовать органические растворители, которые способны растворять значительное количество хлорида лития с хорошей селективностью по отношению к нежелательным солям.

Трибутилфосфат (далее – ТБФ) является наиболее популярным и широко исследуемым экстрагентом для селективного извлечения лития в процессе экстракции растворителем. Например, было обнаружено, что экстракционная система, состоящая из ТБФ, керосина и FeCl_3 , подходит для извлечения лития из рассолов с высоким соотношением магний/литий. В этой системе ТБФ служит нейтральным фосфорорганическим экстрагентом, а керосин выступает в роли разбавителя. FeCl_3 способствует совместной экстракции для извлечения лития [12].

В системах, где в качестве экстрагента и соэкстрагента используются ТБФ и FeCl_3 , Li^+ соединяется с $[\text{FeCl}_4]^-$ и в последующем образует комплекс с ТБФ в органической фазе. Это не только требует высоких концентраций кислоты в процессе отпарки, но также требует дальнейшей нейтрализации остаточных кислот в регенери-

рованной органической фазе, что приводит к потере некоторого количества Fe^{3+} [13].

В исследовании [14] использовали экстракционную систему на основе β -ноилтрифторацетона, триоктилфосфиноксида и керосина для извлечения лития из морской воды и концентрированной морской воды при различных соотношениях водного раствора и экстрагируемого объема. Эффективность экстракции снижалась с увеличением отношения водного раствора к объему экстракции и оставалась выше для морской воды по сравнению с концентрированной морской водой.

Ионные жидкости с низкой летучестью, низкой температурой плавления и высокой термической стабильностью рассматриваются как многообещающая зеленая альтернатива традиционным разбавителям в качестве экстракционной среды для извлечения лития из различных видов соляных растворов. Так, применение ионных жидкостей в исследованиях [9], [10] и [11] показало увеличение эффективности извлечения лития до 90%.

Сравнение различных систем экстракции и их эффективности при извлечении лития из рассолов представлено в **таблице 3**.

Мембранные процессы

Применение наноструктурированных мембран представляет большой интерес для извлечения лития. Эта техника имеет многообещающие преимущества из-за ее лучших энергоэффективных характеристик, простой эксплуатации и непрерывности процесса [15].

Таблица 2.
Результаты исследований извлечения лития с помощью ионного обмена и сорбции

Год	Источник лития	Адсорбирующее вещество	Адсорбционная способность (мг. г ⁻¹)
2018	Концентрированный природный рассол	Оксиды Li-Ti, легированные железом	34,8
2018	Обогащенная соляная вода	Композит MnO ₂	11,06
2019	Природный рассол	Li _{1,33} Mn _{1,67} O ₄	>50
2019	Вода соленого озера	Нанопроволоки LiMn ₂ O ₄	18,6
2019	Синтетический солевой раствор	Легированные алюминием оксиды марганца лития	32,6
2020	Рассол соленого озера	Гранулы H ₄ Mn ₃ O ₁₂	17,2
2020	Рассол соленого озера	Магнитные Li-Al-LDHs	5,83
2020	Искусственный рассол	Пористая нановолокна H ₄ Ti ₃ O ₁₂	59,1
2021	Рассол соленого озера	H ₂ TiO ₃	8,25
2021	Рассол соленого озера	Li-Al-LDHs	7,27
2021	Синтетический солевой раствор	Многослойный H ₂ TiO ₃	40
2021	Рассол соленого озера	Порошок литий-ионного сита на основе титана	19,22

Таблица 3.
Результаты исследований различных систем экстракции лития

Год	Источник лития	Экстрагент	Соэкстрагент	Разбавитель	Эффективность экстракции
2018	Рассол соленого озера	ТБФ	FeCl ₃	Керосин	96
2020	Искусственный рассол	ТБФ	FeCl ₃	Диэтилсукцинат	65
2020	Рассол соленого озера	ТБФ	P507, FeCl ₃	Керосин	99,8
2021	Искусственный рассол	ТБФ	NaBPh ₄	CH ₂ ClBr	87,65
2021	Искусственный рассол	ТБФ	[N ₁₈₈₈][P ₃₀₇], FeCl ₃	Керосин	>70

На протяжении нескольких лет в лабораторных условиях исследовались различные методы для извлечения лития из рассола на основе мембран (*рис. 3*). Мембраны нанофильтрации и электродиализа на сегодняшний день являются наиболее распространенными из-за умеренной стоимости, низкого воздействия на окружающую среду и более высокой селективности [15].

В последние годы несколько исследований были сосредоточены на изготовлении полиамидных нанофильтрационных мембран для извлечения лития из источников, богатых магнием. Ионы магния испытывают сильное электростатическое отталкивание от положительно заряжен-

ных мембран. Также было замечено, что характеристики мембраны значительно ухудшаются при более высоких соотношениях Mg/Li [16].

Исследование [6] продемонстрировало, что разделение Li/Mg также можно достичь с помощью отрицательно заряженных мембран. В отличие от положительно заряженных мембран, эти мембраны показали более высокое удержание лития по сравнению с магнием из-за их более высокого поверхностного заряда в растворе LiCl.

В исследовании [3] был предложен комбинированный мембранный процесс дистилляции для извлечения и обогащения. Нанофильтрацию можно использовать в качестве предваритель-

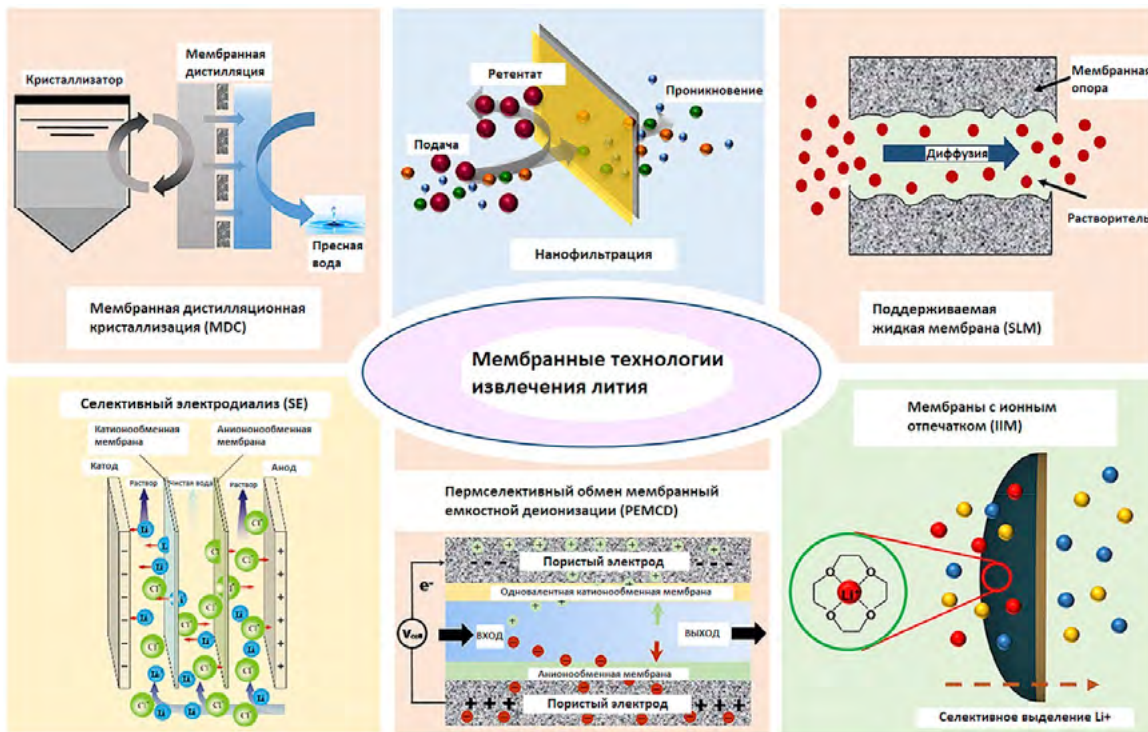


Рис. 3. Мембранные технологии извлечения лития

ной обработки перед мембранной дистилляцией, что позволяет удалить двухвалентные ионы (Ca^{2+} , Mg^{2+}), которые склонны к образованию кристаллов на дистилляционной мембране. Хотя такой способ более устойчив, быстрее и дешевле с точки зрения капитальных затрат, ожидается, что эксплуатационные расходы будут выше, чем у обычных установок по обогащению лития, из-за потребности в тепловой энергии и частой замены мембраны. Следовательно, необходимы дополнительные исследования для снижения эксплуатационных расходов за счет использования отработанного тепла, образующегося в результате промышленных операций.

В последнее время все большую популярность приобретает электродиализ для извлечения лития из соляных растворов. В электродиализе катионообменные и анионообменные мембраны располагаются попеременно. В результате катионы и анионы проходят через соответствующую ионообменную мембрану к соответствующему электроду [9]. Для селективного извлечения лития предложены одновалентные ионообменные мембраны, которые отделяют одновалентные ионы от двухвалентных.

В исследовании [10] приводятся данные о 95% извлечении лития из синтетического рассола, имеющего отношение Mg/Li до 150, с использованием моновалентной катионообменной мембраны в электродиализе. Электродиализ с биполярной мембраной является еще одним пред-

лагаемым подходом к извлечению гидроксида лития из рассола. Будущие исследования должны быть сосредоточены на литие-селективных мембранах с использованием передовых селективных материалов для целевого извлечения лития.

Исследования по извлечению лития с помощью мембранных технологий представлены в **таблице 4**.

Электрохимические методы

В последние годы были исследованы различные новые электрохимические методы (рис. 4) извлечения лития, такие как электродиализ, емкостная деионизация, электрохимически переключаемый ионный обмен [17]. В электрохимическом процессе аккумуляторного типа электроды, способные к извлечению ионов, использовались для селективного захвата лития из сырья и высвобождения его в восстанавливающий раствор [5]. Разрабатываемые электроды должны обладать высокой селективностью по отношению к литию, высокой емкостью по литию при низком потреблении энергии и стабильностью при длительной эксплуатации. Процесс ионного обмена с электрохимическим переключением представляет собой эффективный и экологически безопасный процесс, сочетающий электрохимию с ионным обменом, что позволяет извлекать литий даже из соляных растворов с низкой концентрацией [7]. Один из электродов в этом процессе должен иметь возможность быстро

Таблица 4.

Результаты исследований выделения лития с использованием технологий на основе мембран

Год	Источник	Материал мембраны	Производительность
2019	Синтетический солевой раствор	Коммерческий полиамид	Поток: 50 литр/ (м ² .ч) Mg ²⁺ отклонение: 92%
2020	Искусственный рассол	Модифицированный полиамид [MimAP][Tf2N], функционализированный амином	Поток: 37,8 литр/ (м ² .ч) Mg ²⁺ отклонение: 83,8% Li ⁺ отклонение: 24,4% Li/Mg селективность: 8,12
2020	Синтетический солевой раствор	Полиамид модифицированный PDA/PEI	Поток: 21,33 литр/ (м ² .ч) Mg ²⁺ отклонение: 86,7% Li ⁺ отклонение: 5,34% Li/Mg селективность: 7,15
2020	Синтетический солевой раствор	TiO ₂ с покрытием BTESE	Поток: 57 литр/ (м ² .ч) Mg ²⁺ отклонение: 20,3% Li ⁺ отклонение: 74,4%
2020	Синтетический солевой раствор	MOF (ZIF-8)/ полипропилен	Li/Mg селективность: 3,87
2020	Синтетический солевой раствор	Оксид марганца Li, легированный магнием Сульфированный PEEK	Li/Mg селективность: 4,82 Li/K селективность: 3,0 Li/Na селективность: 2,17
2021	Синтетический рассол	Слой полиамида на мембране MWCNTs-COOK PES/PEG	Поток: 34,38 литр/ (м ² .ч) Mg ²⁺ отклонение: 98,49% Li ⁺ отклонение: 11,54% Li/Mg селективность: 58,66
2021	Синтетический рассол	Полиамид с привитым PEI	Mg ²⁺ отклонение: 98,5% Li ⁺ отклонение: 46,2% Li/Mg селективность: 33,4
2021	Синтетический солевой раствор	Полиамид, модифицированный бромидом диаминоэтимидазола	Поток: 132 литр/(м ² .ч) Mg ²⁺ отклонение: 95,8% Li ⁺ отклонение: 55,6%
2021	Синтетический солевой раствор	HMO/PSS-Na/LiCF ₃ SO ₃ /сульфонат	Li/Mg селективность: 11,75 (один ион) Li/Mg селективность: 9,1 (смешанный раствор)
2021	Синтетический рассол	Полиамидная мембрана из модифицированного Cu	16,2 ± 2,7 литр/ (м ² .ч)/бар Li/Mg селективность: 8 ± 1
2022	Синтетический солевой раствор	Кватернизованный бипиридин-модифицированный PEI	Поток: 96,6 литр/ (м ² .ч) Mg ²⁺ отклонение: 92%

поглощать и высвободать желаемые ионы из системы путем регулирования электрохимического потенциала.

Кроме того, емкостная деионизация (CDI) вызвала огромный интерес, особенно в сочетании с ионообменными мембранами. Процесс CDI включает селективную адсорбцию анионов и катионов на пористых электродах с помощью электрического поля [4, 9].

Используя принцип работы литий-ионных аккумуляторов, было предложено несколько электрохимических методов селективного извлечения лития из рассола. Эти методы обеспечивают более высокую производительность, минимальные потребности в химикатах для ре-

генерации, более низкое потребление воды и образование отходов, а также хороший контроль над производительностью [11].

За несколько лет было изучено несколько электрохимических методов, приведем примеры:

- Селективное извлечение лития из рассола с использованием литий-железо-фосфата (LFP) с углеродным покрытием в качестве среды для интеркалирования лития [3, 8].

- Использование λ-MnO₂ в качестве улавливающего электрода и гексацианоферрат никеля в качестве исключаящего электрода для извлечения лития из рассола соленого озера [4]

- Окислительно-восстановительная система для селективного извлечения лития в тандеме

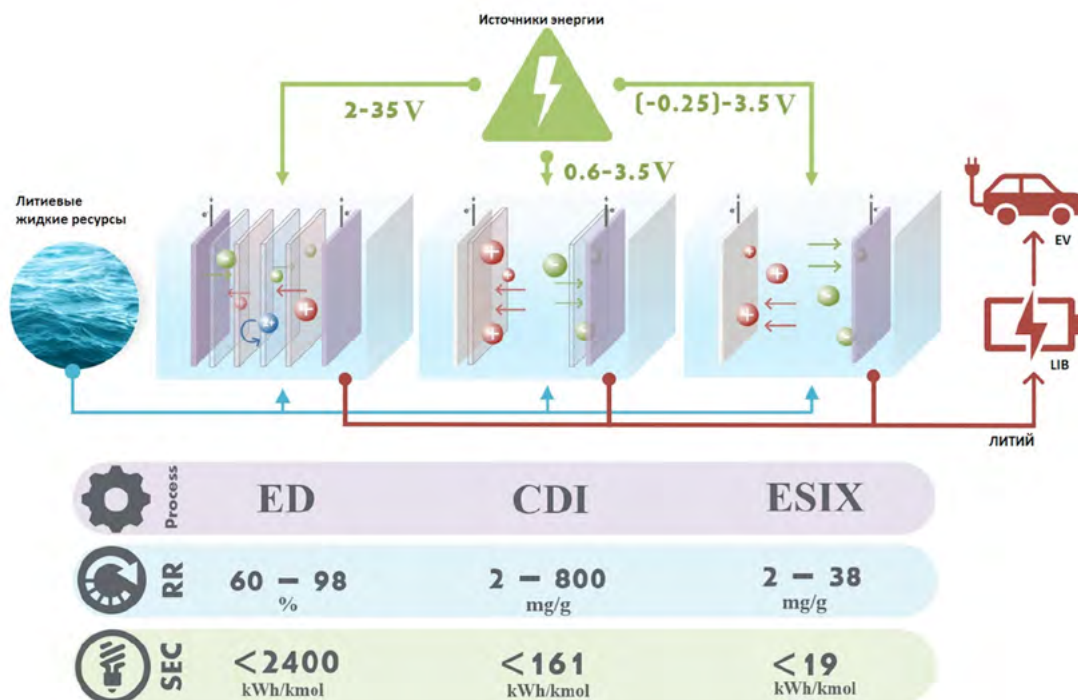


Рис. 4. Электрохимические методы извлечения лития

с непрерывным обогащением исходной воды посредством устойчивой окислительно-восстановительной реакции [4, 5]

Большинство описанных здесь электрохимических методов в значительной степени ограничены потреблением энергии. В недавнем исследовании [7, 9] система ионного обмена с электрическим переключением (ESIX) для эффективного и селективного выделения LiCl из соляных озер использует стратегию собственной рекуперации электрической энергии. Электрическую энергию, генерируемую в процессе поглощения LiCl, было предложено использовать для компенсации энергии, затрачиваемой на десорбцию ионов, а также на регенерацию электродов. Предложенная система не только предлагала хороший ионный обмен Li⁺, но и потребляла очень мало энергии. Кроме того, данный метод может поддерживать 96% поглощения LiCl даже в течение 100 циклов, что делает эту технологию с собственной рекуперацией электрической энергии многообещающим методом извлечения лития из соляных растворов.

Исследования по извлечению лития с помощью электрохимических методов представлены в **таблице 5**.

Комбинированные методы

Для повышения эффективности извлечения лития из рассола исследователи изучили комбинации различных методов. Для этого мембранная технология оказалась очень эффективной, и было проведено множество исследований по созданию полимерных мембран, содержащих

адсорбенты [17] или ионные жидкости [18]. Такие усовершенствованные мембраны, использовали несколько исследователей для извлечения лития из рассола.

Приведем несколько примеров исследования комбинированных методов извлечения лития:

- Экстракция «мембрана жидкость-жидкость» путем изготовления нанопористой ионообменной мембраны на основе PES и сульфированного поли(фенилэфиркетона), а также использовали трибутилфосфат (TBP) в качестве экстрагента и керосин в качестве разбавителя [6].
- Использование нового типа устойчивой к растворителям мембраны на основе блоксополимера поли(этилен-со-винилового спирта) с использованием TBP/керосина в качестве жидкой экстрагирующей системы [4].
- Применение пропитанных пористых PVDF-мембран ионной жидкостью, используя TBP в качестве носителя [1].

Метод адсорбции также показал хорошую синергию с мембранными методами для эффективного извлечения лития из различных видов рассола:

- Адсорбент мембранного типа путем включения шпинели Li_{1,33}Mn_{1,67}O₄ в поливинилхлорид (PVC) [2].
- Полимерная мембранная резервуарная система MnO₂-PS, содержащая внутри неорганический ионообменный адсорбент. Авторы включили частицы MnO₂ в качестве ионообменных адсорбентов в полисульфоновую (PS) мембрану для извлечения лития из морской воды [3].

Таблица 5.

Результаты исследований извлечения лития из рассолов с использованием электрохимических методов

Год	Источник	Электроактивные материалы	Энергопотребление (Вт/моль L ⁻¹)	Чистота продукта, %	Эффективность экстракции
2017	Имитация рассола	LiMn ₂ O ₄ Li _{1-x} Mn ₂ O ₄	18	-	22
2017	Имитация концентрированной морской воды	LiMn ₂ O ₄ Li _{1-x} Mn ₂ O ₄	18,6	-	21
2018	Имитация рассола	Li _{1-x} Ni _{1/3} Co _{1/3} Mn _{1/3} O ₂ Ag	2,6	96,4	10,83
2019	Имитация рассола	Li _{1-x} Ni _{0,5} Mn _{0,5} O ₄ Ag	1,32	98,14	8,74
2019	Имитация рассола	λ-MnO ₂ Ag	3,07	99	10,1
2019	Имитация рассола	PPy HKUST-1	-	-	37,55
2020	Имитация рассола	LiNi _{0,038} Mo _{0,012} Mn _{1,95} O ₄ Ni _{0,038} Mo _{0,012} Mn _{1,95} O ₄ / AC	7,91	97,2	14,4
2020	Имитация рассола	PPy/Al ₂ O ₃ /LiMn ₂ O ₄ AC	1,41	97,37	12,84
2021	Имитация рассола	λ-MnO ₂	1,007	-	10,88
2021	Рассол соленого озера	LiMn ₂ O ₄ Li _{1-x} Mn ₂ O ₄	16	-	15-16
2021	Имитация рассола	λ-MnO ₂ /LiMn ₂ O ₄ Pt	23,38	-	75,06

• Высокоселективная регенерируемая пористая адсорбирующая ионно-литиевая ситовая мембрана (LISM) для целенаправленного отделения Li⁺. Ключевой конструкцией синтеза LISM является формирование литий-ионного сита с порошком PVDF для получения высокоселективного адсорбента [5].

Помимо этого, в последние годы сообщалось о нескольких новых подходах к извлечению лития с помощью комбинированных систем, к ним относятся [5]:

- мембраны с ионным отпечатком (IIM),
- ионно-литиевые ситовые мембраны (LISM),
- мембранная дистилляционная кристаллизация (MDC),
- мембранная емкостная деионизация (MCDI).

В **таблице 6** представлено сравнение адсорбционной способности лития комбинированных методов извлечения лития

Проблемы извлечения лития из рассола
Жизнеспособность

На фоне успехов новых методов извлечения лития одной из самых больших проблем является их долгосрочная жизнеспособность.

Важнейший вопрос «Как управлять огромными объемами отработанного солевого раствора, оставшегося после извлечения лития?». Большинство опубликованных исследований упускают этот вопрос, и общее понимание состоит в том, чтобы утилизировать этот рассол обратно в подземные водоносный горизонты и близлежащие озера. Тем не менее, такая практика резко изменит состав естественных запасов рассола и может привести к дополнительным осложнениям следующих циклов добычи.

Еще одним вопросом является угроза, создаваемая водной экосистеме из-за существенно измененного состава отработанной рапы. Для некоторых методов требуется большой объем пресной воды, и в зависимости от географического положения, постоянная подача таких больших объемов может оказаться невозможной в долгосрочной перспективе. А при экстракции растворителем огромные остаточные объемы органических растворителей и жидкостей, используемых для экстракции, создают серьезные экологические проблемы.

Кроме того, хотя мембранные методы имеют преимущества большого выделения лития, в то

Таблица. 6.

Информация о адсорбционной способности лития для комбинированных систем

Год	Источник	Материал мембраны	Адсорбционная способность
2018	Синтетический солевой раствор	GO/PVDF, функционализированный краун-эфиром	Статическая: 24,25 мг/г ⁻¹
2020	Синтетический солевой раствор	α -Al ₂ O ₃ на подложке Li ₄ Mn ₅ O ₁₂	Статическая: 22,9 мг/г ⁻¹ Динамическая: 9,74 мг/г ⁻¹
2021	Синтетический рассол	Полное нитриловое волокно из сульфированного полиариленового эфира	Статическая: 20,54 мг/г ⁻¹
2021	Синтетический солевой раствор	GO/chitosan/PVA, функционализированный краун-эфиром	Статическая: 168,5 мг/г ⁻¹

же время высокое потребление энергии делает процесс неустойчивым в более широком масштабе. Как правило, это актуально для рассолов с низким содержанием лития, что характерно для большинства естественных природных рассолов подземных вод, например, добываемых попутно с нефтью и газом. Так что оптимизация энергопотребления требует серьезного внимания к этому передовому способу получения лития.

Кроме того, чрезмерное извлечение лития из природного рассола еще больше привело к проблемам нехватки воды. Например, ученые предупредили, что продолжение добычи лития в Салар-де-Атакама в Чили (на долю которого приходится 25% мировых запасов лития) нарушит водоснабжение близлежащих районов [3]. Раствор для опреснения обратного осмоса может быть использован как источник извлечения лития, поскольку источник лития одновременно используется для производства воды и лития.

Неиспарительные технологии извлечения лития снизят потери воды в водоносных горизонтах, поскольку существует возможность повторной закачки соляных растворов, лишенные лития в пласты [6]. Но ситуация может усугубиться из-за разбавления источников рассола соляным раствором, не содержащим лития. Это также требует отдельного исследования и анализа.

Расходы

В дальнейшем стоимость любой системы извлечения лития будет делиться на «капитальные» и «эксплуатационные» затраты. В целом стоимость всех передовых технологий извлечения литий значительно выше, чем традиционные испарительные методы из-за использования дорогостоящих материалов и устройств.

Хотя сорбционный метод оказался высокоэффективным с точки зрения извлечения лития и селективности, даже для рассолов с низким содержанием лития, большинство передовых сорбентов коммерчески недоступны, а их синтез требует больших затрат и времени.

Из-за высокой стоимости оборудования, мембранные методы не могут быть широко распространены. Для того чтобы получить ионообменные мембраны необходимо вложить в них большие первоначальные инвестиции, которые могут быть неоправданными. Также, образование накипи в мембране, которое приводит к постоянному снижению потока, является общей и серьезной проблемой во всех мембранных системах, которые несут за собой значительные эксплуатационные расходы.

Предварительная обработка рассола, необходимая для удаления примесей перед его использованием в качестве сырья, также увеличивает эксплуатационные расходы, которые могут быть значительными в зависимости от источника рассола.

При использовании электрохимических методов низкое поглощение лития активными электродами резко увеличивает стоимость материала, что ограничивает масштабирование этой технологии для извлечения лития [7].

Детальный технико-экономический анализ Палома Ортис-Альбо (Университет Кантабрии, кафедра химической и биомолекулярной инженерии, Испания) показал, что большинство современных методов извлечения лития экономически нецелесообразно для крупномасштабного внедрения. [5] Но ситуация меняется, рыночная стоимость карбоната лития в 2022 году резко возросла, по сравнению с 2016-2018 годами, когда выполнялся данный сравнительный анализ.

Технологии

Китай довел технологии извлечения лития из соленых озер и геотермальных рассолов до промышленного уровня, сыграв на мировом рынке особую роль.[4] Химическая экстракция была наиболее подходящей технологией извлечения лития из рассола китайских соленых озер с высоким соотношением Mg/Li. Несколько других инновационных технологий, включая ионно-литиевые сита, мембранное разделение и электролиз, также стали потенциальными вариантами.

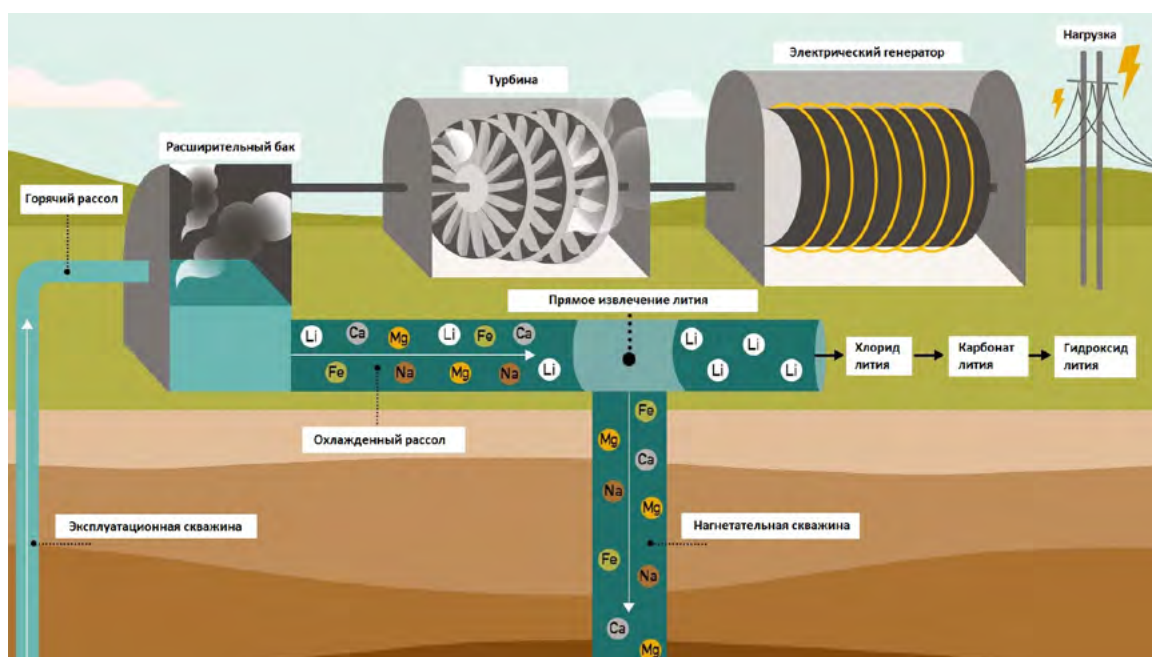


Рис. 5.
Извлечение лития из геотермального рассола с выделением энергии

Но это связано с высокой концентрацией лития в этих соляных растворах, что делает применение этих методов очень практичным.

Однако, когда речь идет об извлечении лития из рассола морской воды, которая содержит большую часть мировых запасов лития, уровень технологической готовности (TRL) этих передовых методов оценивается как 3 по шкале от 1 до 9 [10]. Это в первую очередь связано с чрезвычайно низкой концентрацией лития в морской воде, что делает эти методы дорогостоящими и энергоемкими. Таким образом, большинство методов по-прежнему ограничены результатами в лабораторных условиях и требуют больших исследований для повышения TRL.

С более широкой точки зрения, высокое энергопотребление является основным технологическим препятствием для широкомасштабного внедрения методов концентрирования рассола [6].

Ожидается, что извлечение лития из геотермальных рассолов будет особенно сложным (рис. 5). Рассол очень горячий, когда выходит из недр, и он содержит богатую смесь многих растворенных минералов в дополнение к литию.

Есть некоторые аспекты, характерные для каждой технологии извлечения рассола, которые требуют значительного внимания, прежде чем их можно будет реализовать в крупном масштабе:

- Методы адсорбции. Их долговременная стабильность и способность к регенерации остаются практическими проблемами, особенно когда концентрация других катионов значительно высока.

- Методы экстракции растворителем сталкиваются с проблемой большой занимаемой площади под оборудование. Были предложены для уменьшения размеров системы на основе смешанного отстойника и центрифуги, но они подвержены сильной коррозии.

- Мембранные и электрохимические системы очень чувствительны к солесодержанию источника, особенно в отношении потребления энергии, и поэтому необходимо разработать системы, которые могут учитывать эту изменчивость.

Выводы и перспективы

При стремительном росте рынка портативной электроники и электромобилей, а также по мере быстрого роста индустрии мобильных устройств необходимо уделять внимание устойчивому извлечению лития из альтернативных ресурсов для поддержания баланса спроса на рынке. При использовании обычных испарительных технологий для извлечения лития на соляных озерах и геотермальных источниках, вероятно не удастся удовлетворить растущие потребности.

Если новые технологии дают определенное преимущество перед традиционными методами, можно сделать вывод, что использование комбинированных систем имеет наибольший потенциал для коммерциализации. На основе методов адсорбции можно создать более простую конструкцию, повысить эффективность извлечения для рассолов с низкой концентрацией лития. Однако большинство разработанных адсорбентов имеют плохую регенерируемость и низкую селективность.


Чтобы решить эту проблему, предлагается комбинация сорбционного метода извлечения литий с «электрохимическим» и «мембранным». Это может быть приемлемым вариантом для более высокого выхода и чистоты продукции. Так адсорбенты, объединенные с мембраной, облегчают регенерацию по сравнению с гранулированными или порошкообразными формами из-за легкости разделения. Помимо этого, в гибридной конфигурации можно ожидать, что комбинированный эффект адсорбции и фильтрации может потенциально повысить общую эффективность адсорбентов.

В настоящее время существует острая необходимость в улучшении методов предварительной обработки рассолов для облегчения концентрации и этапов последующей обработке. Это может

помочь сделать крупный прорыв по извлечению лития из рассола современными методами.

Хоть все исследования, представленные в этой статье, и предполагают многообещающие результаты по извлечению лития, в большинстве из них представлены методы для синтетических растворов. Результаты этих исследований могут быть невоспроизводимы для настоящих рассолов.

Также необходимо провести всесторонний технико-экономический анализ для повышения эффективности (TRL) новых методов извлечения лития, чтобы их можно было использовать в промышленных масштабах.

В будущем исследования будут сосредоточены на расширении лабораторных технологий, чтобы проанализировать возможности масштабирования наиболее эффективных методов. 

Литература

1. Хандзиро А., Кендалл А. Понимание будущего лития // Промышленная экология - 2020 - №1 - С. 80-89.
2. Морс Ян. Вода или минерал? В Чили проходят дебаты по поводу литиевого рассола // UNDARK - 21.12.2020
3. Чон Вун, Донг Джун. Извлечение лития из рассола Уюни Салар // Гидрометаллургия - 2012 - №3 - С. 64-70.
4. Парантаман П., Ли Л., Хоук Т. Извлечение лития из геотермального рассола с литий-алюминиевыми слоистыми двойными гидроксидными хлоридными сорбентами // Экологическая наука и технологии - 2017 - №17
5. Хамзауи А.Х., Мниф А., Хамми Х. Вклад в извлечение лития из рассола // Опренение - 2003 - №158 - С. 221-224.
6. Чон Вун, Донг Джун. Извлечение лития из рассола Уюни Салар // Гидрометаллургия - 2012 - №3 - С. 64-70.
7. Ван Хуайю, Чжун Юань. Извлечение магния и лития из рассолов с высоким соотношением Mg/Li с использованием нового процесса // Гидрометаллургия - 2018 - №175 - С. 102-108.
8. Сяньжун Лай, Сюн Хуэй Чжун. Извлечение лития из рассолов с высоким соотношением Mg/Li методом кристаллизации - осаждения // Гидрометаллургия - 2020 - №192
9. Сюэхэй Нисихама, Кента Ониси. Селективный процесс извлечения лития из морской воды с использованием интегрированных методов ионного обмена // Последние разработки в области экстракции - 2011 - №3 - С. 421-431.
10. Сяньжун Лай, Ицзя Юань. Адсорбционно-десорбционные свойства гранулированного композита и его применение в извлечении лития из рассола // Ind. Eng. Chem. Res. - 2020 - №59 - С. 7913-7925.
11. Цзин Чжун, Сен Линь. Эффективность адсорбции лития и механизм с использованием литий-алюминиевых слоистых двойных гидроксидов в низкосортных рассолах // Опренение - 2021 - №505 - С. 110-115
12. Цзянь Фэн Сун, Лонг Д. Нгием. Добыча лития из китайских озер: возможности, проблемы и перспективы на будущее // Наука об окружающей среде: водные исследования и технологии - 2017 - №4 - С. 37-45
13. Хуэй Су, Чжан Ли. Извлечение лития из рассола соленого озера с использованием смешанной троичной системы экстракции растворителем // Гидрометаллургия - 2020 - №197 - С. 10-23
14. Цзянь Фэн Сун, Лонг Д. Нгием. Добыча лития из китайских рассолов соленых озер: возможности, проблемы и перспективы на будущее // Наука об окружающей среде: водные исследования и технологии - 2017 - №4 - С. 78-93
15. Чон Вун, Донг Джун. Извлечение лития из рассола Уюни Салар // Гидрометаллургия - 2012 - №3 - С. 64-70.
16. Хандзиро А., Кендалл А. Понимание будущего лития // Промышленная экология - 2020 - №1 - С. 80-89.
17. Хамзауи А.Х., Мниф А., Хамми Х. Вклад в извлечение лития из рассола // Опренение - 2003 - №158 - С. 221-224.
18. Ван Хуайю, Чжун Юань. Извлечение магния и лития из рассолов с высоким соотношением Mg/Li с использованием нового процесса // Гидрометаллургия - 2018 - №175 - С. 178-208.
19. Цзин Чжун, Сен Линь. Эффективность адсорбции лития и механизм с использованием литий-алюминиевых слоистых двойных гидроксидов в низкосортных рассолах // Опренение - 2021 - №505 - С. 160-195
20. Сюэхэй Нисихама, Кента Ониси. Селективный процесс извлечения лития из морской воды с использованием интегрированных методов ионного обмена // Последние разработки в области экстракции - 2011 - №3 - С. 105-123.

UDC 66.081

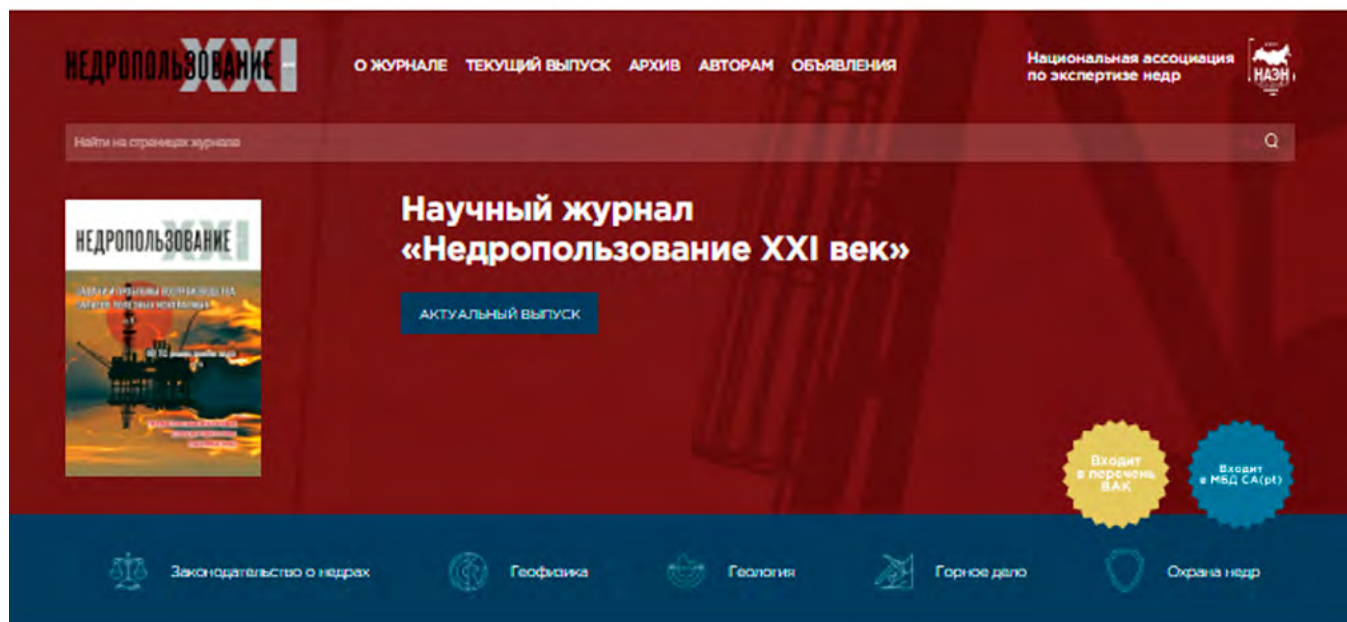
V.Yu. Mohunov, expert Limited Liability Company «Application engineering and training center «Sapphire» (LLC «AETC «Sapphire»), v.mohunov@aetc-spb.ru

N.I. Gulyi, leading specialist Limited Liability Company «Application engineering and training center «Sapphire» (LLC «AETC «Sapphire»), n.gulyi@aetc-spb.ru

ANALYSIS OF TRENDS IN MODERN TECHNOLOGIES FOR THE EXTRACTION OF LITHIUM FROM HYDROMINERAL RAW MATERIALS

Abstract: This article includes the main aspects of the extraction of elements from hydromineral raw materials. It describes the reasons for the increased demand for metals, in particular for lithium. The article includes an overview of scientific research of the extraction of lithium from waters, including using methods: precipitation, extraction, sorption, ion exchange, etc.

Keywords: lithium, salar brine, concentration, method, extraction, precipitation, sorption, recovery, membrane, hydromineral raw materials, water, mineral, ion exchange, elements, energy, research.



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 недропользования; дает анализ анализа состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы. Рассчитан на доминирующую тенденцию на внутреннем и мировом рынках сырья.

[ПОДРОБНЕЕ](#)

ОБРАЩЕНИЕ главного редактора Д. Б. Бурдин

Добро пожаловать на сайт электронной версии научного журнала «Недропользование XXI век», учредителем которого является Ассоциация организаций в области недропользования «Национальная ассоциация по экспертизе недр».

[ЧИТАТЬ ДАЛЕЕ](#)



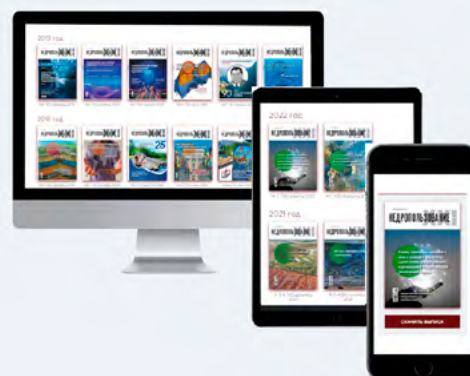
УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ОБНОВЛЕН САЙТ ЖУРНАЛА «НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ XXI»

ТЕПЕРЬ ВСЕ ВЫПУСКИ ЖУРНАЛА

МОЖНО НАЙТИ ПО АДРЕСУ:

NEDRA21.RU





Состоялось заседание Комитета РСПП по финансовой политике

1 июля 2022 года в здании РСПП состоялось первое заседание Комитета РСПП по финансовой политике. Участники обсуждали тему «Ключевые направления суверенизации российской финансовой системы».

В рамках предложенной темы были рассмотрены следующие вопросы:

- оценка глубины и характера изменений финансовой системы России и мира в текущих условиях;
- место и роль российской финансовой системы в мировой и региональной финансовых системах;
- прогнозы развития ситуации для финансового сектора России;
- ключевые условия и инструменты функционирования банковского, финансового, страхового и аудиторского секторов России в текущих условиях и в дальнейшем;
- источники и инструменты суверенного фондирования российской экономики;
- суверенизация инструментов и механизмов расчетов российских компаний;
- ключевые инструменты технологического обеспечения суверенизации российской финансовой системы.

Заседание вел Председатель Комитета РСПП по финансовой политике, Президент-Председатель Правления Банка ВТБ (ПАО) Андрей Костин.

Для участия в заседании Комитета были приглашены представители федеральных органов законодательной и исполнительной власти, Банка России.

Спикерами заседания были Александр Мурычев, Председатель Правления ФБА ЕАС, Вице-президент РСПП; Игорь Юргенс, Президент ВСС; Игорь Козырев, Председатель Правления СРО аудиторов Ассоциации «Содружество»; Иван Чебесков, Директор департамента финансовой политики Минфина России и др.

ФБА ЕАС на мероприятии представлял Генеральный директор Ассоциации Олег Березовой, постоянный член Комитета РСПП по финансовой политике.

АООН «Национальная ассоциация по экспертизе недр» представлял директор Третьяков Андрей Викторович, член Комитета РСПП по финансовой политике.

Президент РСПП Александр Шохин отметил, что в состав Комитета РСПП по финансовой политике вошли в виде подкомитетов комиссии союза по банковской, аудиторской и страховой деятельности, финансовым рынкам.

«Это объединение позволит максимально эффективно координировать рассмотрение вопросов развития финансовой системы. В некотором смысле мы выходим комитетом на всю компетенцию Центрального банка, частично Министерства финансов в части таких вопросов как привлечение и размещение финансовых ресурсов, осуществление финансовых операций и, прежде всего, международных и трансграничных расчетов, операций на фондовом, денежном, валютном рынках, оказания банковских, страховых, аудиторских и иных услуг в финансовой сфере, проблематики снижения избыточного надзорно-контрольного давления на бизнес», – обозначил Александр Шохин задачи Комитета РСПП по финансовой политике.

Председатель Комитета РСПП по финансовой политике Андрей Костин отметил, что возглавляемый им комитет призван способствовать развитию национального финансового рынка, повышению эффективности финансовых операций, более эффективному использованию технологий в финансовой сфере, формированию условий развития практик ответственного финансирования.

«Единая глобализированная система мировых хозяйственных связей, в рамках которой мы жили и работали на протяжении трех десятилетий, разрушается. Международная валютная финансовая система также вступила в период качественной трансформации, что проявляется в ускорении и углублении трендов последних лет на децентрализацию и дедолларизацию. Очевидно, что новый

финансовый дизайн мира будет децентрализован. У России есть возможность стать одним из мировых финансовых центров», - сказал Андрей Костин.

По его словам, формированию в России качественно новой финансовой системы будет способствовать максимальное развитие внутренних ресурсов страны.

«Трансформирующаяся внешнеэкономическая деятельность (ВЭД) требует эффективного сопровождения с опорой на диверсификацию структуры внешнеторговых платежей и перевод транзакций в изолированные каналы коммуникаций. Соответствующие шаги уже предпринимаются по линии исполнительной власти и Центрального банка. Есть понимание конкретных действий, в том числе открытие (или расширение) каналов для своп-операций между Банком России и регуляторами дружественных стран; запуск биржевой торговли экспортными товарами в российских рублях и формирование национальных индикаторов цен на эти товары, другие механизмы», – сказал Андрей Костин.

Для перестройки внешнеэкономических связей необходимо накопление на российской стороне «навеса» как твердых, так и национальных валют тех стран, с кем Россия имеет устойчивый торговый профицит. «Проще говоря, необходимо решить, как наиболее эффективно вывести с балансов «токсичные» резервные валюты и что делать с излишками «мягких» валют», – пояснил глава ВТБ.

Не менее важная тема – стимулировать зарубежных контрагентов ускоренно переводить все транзакции в закрытые каналы. Сегодня российская финансовая система обладает полноценной эффективной, независимой и легко масштабируемой инфраструктурой для проведения платежей и расчетов в рублях – как внутри страны, так и по внешнеторговым операциям.

«Она в этом смысле является технологичной и суверенной – импортозамещение в этой части уже состоялось, – сказал глава ВТБ. – Расшивка «узких мест» лежит именно в области международного взаимодействия». Речь идет о необходимости включения новых стран и организаций в периметр работы Системы передачи финансовых сообщений (СПФС), ее стыковка с аналогичными системами дружественных стран, прежде всего Китая (CIPS); расширении международного охвата карты «Мир»; выработке конкретных механизмов взаимодействия на уровне отдельных финансовых организаций России и дружественных стран.

Глава ВТБ подчеркнул, что бизнес как никто заинтересован в повышении возможностей банков предоставлять доступные финансовые ресурсы

«Бизнес как никто другой заинтересован в повышении возможностей банков предоставлять компаниям и населению доступные финансовые ресурсы. В условиях происходящей сейчас подстройки к новым реалиям доступ к оборотным средствам, дешевым инвестиционным ресурсам – в прямом смысле вопрос жизни и смерти для многих компаний», – сказал Андрей Костин.

Он уточнил, что ЦБ готов гибко подходить к вопросам реализации Базельских стандартов.

«Сегодня ЦБ демонстрирует готовность переосмысливать подходы к регулированию банков, гибко подходить к вопросам реализации Базельских стандартов. По нашим оценкам, приостановка действия надбавок к нормативам достаточности капитала и нормативов ликвидности позволила бы российским банкам высвободить до 50 трлн рублей для дополнительного потенциального кредитования компаний», – заявил Андрей Костин.

Сопредседатель Комитета РСПП по финансовой политике Александр Мурычев отметил, что суверенизация финансовой системы невозможна без суверенизации банковского сектора, в том числе по курсовой политике, режиму валютного курса. Нагрузка на банковское регулирование сегодня сказывается на финансировании предприятий. По данным наших опросов, предприятиям сегодня приходится предоставлять в коммерческие банки много документов.

«Нагрузка на банковскую систему в части регулирования во многом сказывается на стоимости финансирования для предприятий. В настоящее время представители индустрии высказывают мнение по пересмотру подходов к реализации в банковском регулировании требования «Базеля III», отчетности по стандартам МСФО. При этом нельзя ухудшить качество российской банковской системы, обеспечить признаваемость ее высокого качества со стороны дружественных внешних партнеров», – сказал Александр Мурычев.

«Надо отладить систематический сбор предложений от компаний по выявляемым барьерам при осуществлении ими международных расчетов и доведения их на рассмотрение на межведомственной рабочей группы Администрации Президента. В РСПП создана Рабочая группа по валютному регулированию и трансграничным операциям под руководством Алексея Мордашова. Отлаживается тесная координация этих рабочих групп по устранению барьеров» – отметил Александр Мурычев.

В ситуации полной неопределенности с расчетами компании самостоятельно ищут пути решения проблем, возникших в результате санкций. Опросы показывают, что чаще всего компании изменяют валюты контракта или валюты расчетов на рубли, на «несанкционные валюты» – привел примеры вице-президент РСПП.

Очевидно, для РСПП во взаимодействии с Банком России необходимо выстраивать поддержку компаниям общесистемными мерами, в том числе через расширение корреспондентских отношений российских банков с международными кредитно-финансовыми институтами, а также развитие инструментов денежного рынка в «несанкционных валютах». Александр Мурычев подчеркнул, что в настоящее время очень важно запустить программы цифровизации активов, которые позволят включить в оборот триллионы рублей. Опросы показывают, что большинство компаний видят в цифровизации

активов усиление контроля за финансовыми ресурсами, использование смарт-контрактов, включение в активный оборот товарных запасов и дебиторской задолженности.

Правовые условия по цифровым активам созданы при активной роли РСПП. (Закон о ЦФА, поправки о цифровых правах в ГК РФ, закон о привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ). В настоящее время уже зарегистрированы три цифровые платформы российского бизнеса (Атомайз, Трансмашхолдинг, Сбербанк).

Сопредседатель Комитета РСПП по финансовой политике, президент Всероссийского союза страховщиков Игорь Юргенс спрогнозировал снижение чистой прибыли российских страховщиков на 20% по итогам первого полугодия текущего года.

Говоря о тенденциях развития страхового рынка, Игорь Юргенс напомнил, что по итогам первого квартала этого года общероссийские страховые премии сократились на 2% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. «Это не катастрофа. Во втором квартале мы тоже ожидаем некоего снижения поступления премий, корпоративные страхователи и домохозяйства, конечно, экономят на страховании», – сказал глава ВСС.

«Стабилизация инфляционных процессов может способствовать восстановлению темпов сбора премий в 3-4 кварталах этого года, – отметил Игорь Юргенс. – Запас платежеспособности и рентабельности обеспечит выполнение всех обязательств страховщиков, в этом нет никаких сомнений. Все наши консультации с правительством, с ЦБ говорят о том, что в крайнем случае у нас есть возможности кредитования и докапитализации ключевых национальных игроков. Поступательная динамика роста активов и страховых резервов в текущем году сохранится, но окажется ниже значений 2021 года».

Игорь Юргенс затронул и тему реализации мер поддержки для страховщиков. «Практически все, что мы просили у Центрального банка и Минфина, мы получили с точки зрения смягчения отдельных регуляторных требований», – констатировал он.

Дальнейшую стабилизацию ситуации в страховом бизнесе Игорь Юргенс связывает с восстановлением объемов кредитования (расширением страхования рисков заемщиков) и снижением процентных ставок (что повысит конкурентоспособность накопительных продуктов страховщиков жизни).

Председатель Подкомитета по аудиторской деятельности Комитета РСПП по финансовой политике, председатель правления ассоциации аудиторов «Содружество» Игорь Козырев отметил, что в части финансовых стандартов Россию «не понимают на Западе».

«Наверное, нас не понимают на Западе. Но мы хотим быть сравнимыми с теми, кто открыт для нас, для Востока. Если мы хотим единый фондовый рынок, он будет основан на применении международных стандартов. При этом мы ожидаем, что будет ужесточение международных стандартов в части раскрытия санкционных операций, каких-то активов. При этом у нас есть рабочий действующий механизм – экспертиза применимости МСФО на территории РФ. Если МСФО противоречат российским стандартам, мы можем на полном основании в результате экспертизы их не применять», – сказал Игорь Козырев.

Директор департамента финансовой политики Минфина России Иван Чебесков заявил о необходимости применения в России нового валютного регулирования.


«Нам нужно подумать о новой концепции валютного регулирования. Мы понимаем, что нам нужно поменять всю законодательную архитектуру валютного законодательства. То, как это было сделано раньше, просто не работает, это тоже непростая задача, совместно нам нужно будет подумать», – сказал Иван Чебесков.

По его словам, российская экономика уже преодолела самые тяжелые времена и сейчас перешла к восстановлению. «На наш взгляд, в целом финансовая система выстояла и надо сказать, что могло бы быть и хуже. И на наш взгляд, сейчас как раз то время, когда нужно отходить, понятно, что пожаротушение продолжится, но нужно теперь уже заниматься более стратегическими задачами», – добавил Иван Чебесков.

Он пояснил, что российская экономика сейчас столкнулась с тем, что расчетная инфраструктура не работает, хотя раньше для международных расчетов в основном использовались западные механизмы, также для России перестала работать биржевая и рейтинговая западная инфраструктура. «То есть мы в принципе столкнулись с тем, что большинство того, на что мы опирались, просто перестало для нас существовать, и в этом ключе, конечно, задача сложная, но очень интересная», – сказал Иван Чебесков.

Он отметил, что сейчас Минфин при работе также делает упор не на традиционные, а на новые возможности для расчетов. «У нас появляется возможность поэкспериментировать и с новыми технологиями, и с новыми видами ведения расчетов, и здесь мы не обязаны себя ограничивать только теми критериями, как это делалось раньше», – резюмировал Иван Чебесков.

Подводя итоги заседания, Президент РСПП Александр Шохин отметил, что высказанные участниками идеи будут проанализированы и вынесены в отдельную резолюцию. Кроме того, будет сформирована дорожная карта работы комитета.

«Сегодняшняя дискуссия подтвердила целесообразность объединения четырех комиссий в единый комитет, который будет продолжать деятельность ранее действовавших комиссий. Многие вопросы находятся на пересечении проблематики финансового рынка. Комитет станет площадкой консолидации различных аспектов финансовой политики», – заключил Александр Шохин. 

АООН НАЭН в составе Технического комитета 505 «Информационное моделирование»

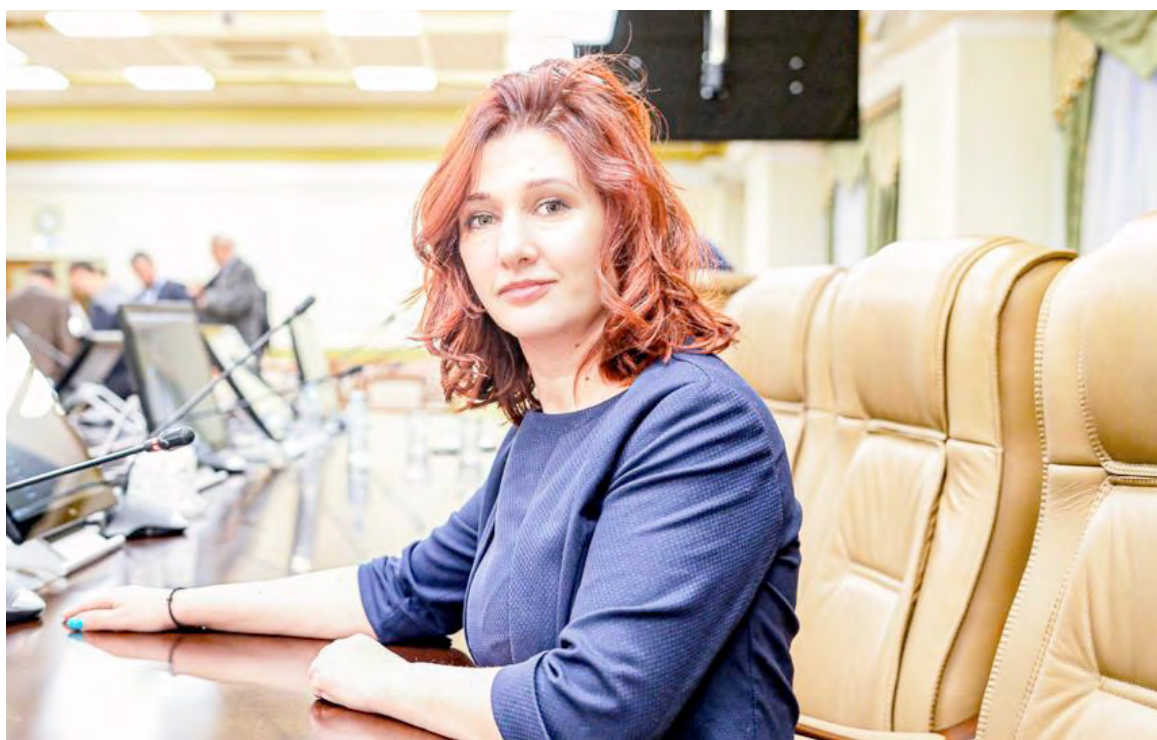
В конце июля 2022 года Ассоциация организаций в области недропользования «Национальная ассоциация по экспертизе недр» абсолютным большинством голосов была принята в состав созданного по инициативе Минстроя РФ Технического комитета 505 «Информационное моделирование», председателем которого является заместитель Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Михайлик К.А.

Технический комитет создан в этом году для обеспечения последовательной политики министерства по формированию нормативно-технической документации и других инструментов для стимулирования внедрения информационного моделирования в строительстве (ТИМ), включая и строительство промышленных объектов. В первую очередь ТК 505 занимается вопросами разработки и утверждения системы национальных стандартов в сфере информационного моделирования, которая призвана закрепить подходы к описанию процессов создания цифровой модели на каждом этапе жизненного цикла объекта капитального строительства, а также требования по формированию и управлению единым информационным пространством. Учитывая, что принципы формирования цифровых моделей, и управления единым информационным пространством распространяются и на строительство в горнодобывающей отрасли, АООН «НАЭН» считает для себя приоритетным участие в создании новой системы НТД.

ТК 505 решает общую задачу по нормативно-техническому обеспечению деятельности организаций при формировании и ведении информационных моделей объектов капитального строительства с целью повышения эффективности реализации строительных проектов, ускорения их инвестиционно-строительного цикла, снижения рисков появления незавершенного строительства, осуществления максимально качественной и верифицированной аналитики. ТК 505 организует взаимодействие с представителями отрасли, а также смежными техническими комитетами для рассмотрения полного перечня регламентирующих документов в области информационного моделирования.

В качестве эксперта с правом голоса представлять Ассоциацию в ТК 505 будет руководитель направления разработки нормативно-технической документации АООН «НАЭН», к.т.н. Вержанская Надежда Дмитриевна, которая на протяжении нескольких лет была экспертом в Техническом комитете 465 «Строительство».

В новом Техническом комитете Надежда Дмитриевна продолжит отстаивать интересы добывающей отрасли и всего сообщества недропользователей при разработке национальных стандартов и нормативно-правовых актов в сфере информационного моделирования. ❄️



На фото: Вержанская Н. Д.

Комиссия по аккредитации компетентных лиц выдала новые удостоверения

25 августа состоялось совместное заседание АООН «НАЭН» (Национальная ассоциация по экспертизе недр) и МОО «ОЭРН» (Общество экспертов по недропользованию).

На совещании присутствовали: Третьяков А.В. – директор АООН «НАЭН», член подкомитета РСПП по аудиторской деятельности; Малухин Г.Н. – Председатель МОО «ОЭРН», канд. техн. наук, член комитета CRIRSCO, эксперт ЕЭК ООН, Свинтицкий И.Л. – директор горно-геологического форума «Мингео Сибирь», исполнительный директор ОЭРН; Ильин О.В. – канд. геолого-минералогических наук, директор Управления геологоразведочных работ и горного моделирования ООО «Мечел-Инжиниринг», член Исполкома ОЭРН; Никишичев С.Б. – канд. экон. наук, член Академии Горных Наук, эксперт ОЭРН и член ЕСОЭН, директор ООО «Ай Эм Си Монтан Групп»; Подтуркин Ю.А. – канд. экон. наук, президент ООО «РГ Консалтинг»; Желдаков Д.И. – член исполкома ОЭРН; Бурдин Д.Б. – главный геолог ФБУ «ГКЗ», заместитель председателя ЦКР-ТПИ Роснедра, эксперт ОЭРН; Кушнарев П.И. – член Исполнительного комитета МОО «ОЭРН»; Супрун В.И. – заместитель председателя ЦКР-ТПИ Роснедр; Малышев Ю.Н. – академик РАН; Сытенков В.Н. – первый заместитель председателя ЦКР-ТПИ Роснедр.

Совместное заседание проведено в целях утверждения внутренних регламентирующих документов, утверждения состава Аттестационной комиссии по признанию специалистов отрасли в качестве экспертов- компетентных персон.

На заседании рассмотрены следующие вопросы:

1. Утверждение временных положений об аттестации физических лиц в качестве экспертов с правом подписи отчетов в качестве Компетентной персоны.
2. Утверждение временных положений об аттестационной комиссии.
3. Утверждение состава Аттестационной комиссии.
4. Совместное признание/переоформление действующих Сертификатов Эксперта МОО «ОЭРН».
5. Признание в качестве Почетных экспертов и выдача новых Сертификатов почётного эксперта с правом подписи отчетов в качестве Компетентной персоны;
6. Признание в качестве Экспертов и выдача новых Сертификатов Эксперта с правом подписи отчетов в качестве Компетентной персоны.
7. Обсуждение планов деятельности на сентябрь 2022г.

Аттестационной комиссией выданы сертификаты Эксперта с правом подписи отчетов в качестве Компетентной персоны следующим лицам:

1. Кушнарев Петр Иванович
2. Ильин Олег Витальевич
3. Квиткин Станислав Юрьевич
4. Кушнарев Павел Петрович
5. Малухин Григорий Николаевич
6. Махоткин Иван Львович
7. Никандров Алексей Николаевич
8. Рогальский Валерий Викторович
9. Самойлов Владислав Юрьевич
10. Стремоухов Андрей Георгиевич
11. Чернявский Андрей Георгиевич
12. Шаклеин Сергей Васильевич
13. Ежов Александр Иванович
14. Анопов Евгений Владимирович
15. Думчев Анатолий Иванович
16. Свинтицкий Игорь Львович
17. Подтуркин Юрий Александрович
18. Бурдин Денис Борисович
19. Никишичев Сергей Борисович
20. Супрун Валерий Иванович
21. Новиков Игорь Михайлович
22. Харитонов Юрий Филиппович
23. Исмагуллоев Фирдавс Зубайдуллоевич
24. Бабина Татьяна Олеговна
25. Сытенков Виктор Николаевич



На фото: Вручение сертификата Эксперта Свинтицкому И.Л.

Настоящий сертификат официально признан: Управлением по финансовому регулированию и надзору Великобритании (FCA); Общеввропейским комитетом по стандартам отчетности о запасах и ресурсах ТПИ (PERC); Чилийской горной комиссией (Comision Minera); Южно-Африканским комитетом SAMREC/SAMVAL; Горно-металлургическим и геологоразведочным Обществом США (SME); Австралийским комитетом JORC; Канадской комиссией по регулированию рынка ценных бумаг (CSA).

Сертификат подтверждает статус его обладателя в качестве Компетентной персоны.



На фото: Вручение сертификата Эксперта Малухину Г.Н.

При обсуждении перспектив развития совместной деятельности:

Бурдин Д.Б. констатировал, что для полноценной работы системы компетентных лиц имеются все регламентирующие документы, однако требуется их актуализация.

Подтуркин Ю.А. предложил подписать совместный меморандум о взаимодействии АООН «НАЭН» и МОО «ОЭРН», в котором провести разграничение сфер ответственности, при этом отметить, что в функции АООН «НАЭН» входит взаимодействие с государственными регулирующими органами, а МОО «ОЭРН» осуществляет экспертизу разрабатываемых регулирующими органами нормативно-правовых документов. Это позволит поднять качество принимаемых регулирующими органами нормативно-правовых решений.

На совещании было принято решение о сроках для актуализации документов, регулирующих функционирование системы Компетентных лиц, а также было предложено совместно организовать и провести совместную конференцию АООН «НАЭН» и МОО «ОЭРН» по вопросу развития суверенного независимого горно-геологического аудита. ❌

Ответ на геополитические вызовы – создание методологического обеспечения в области разработки углеводородов по лучшим мировым стандартам

Коллектив российских учёных и профильных специалистов в тесном сотрудничестве с крупнейшими отечественными добывающими компаниями закончил научно-аналитическую работу, посвящённую актуализации методологических и методических документов в области разведки и добычи углеводородов.

В результате выполненной работы для дальнейшего гармонизированного развития системы управления ресурсами на всех территориях его применения в России была создана национальная суверенная «Система управления углеводородными ресурсами» на основе PRMS, отвечающая всем требованиям международных стандартов, отражающая объективный комплексный подход, начиная с зарождения системы учета, контроля, классификации и разработки месторождений углеводородов.

Настоящая версия СУУП/PRMS содержит фундаментальные принципы оценки и классификации запасов и ресурсов углеводородов. Эти определения и методические указания допускают определенную гибкость для компаний, правительственных органов и регуляторных агентств в их применении для достижения конкретных целей.

Дальнейшая интеграция отечественной системы, основанной на национальных и международных стандартах и подходах к оценке запасов, СУУП/PRMS:

- введет единый формат отчетности о запасах – для принятия решений финансовыми регуляторами, банками, биржами и недропользователями;
- обеспечит странам СНГ и развивающимся странам, возможность взаимодействия с банками БРИКС и международными биржами в целях расширения инвестиционного потенциала;
- выделит экспертное сообщество нефтяников и газовиков в России и других странах мира, а также обеспечит их взаимным признанием;
- создаст общую систему взаимного признания результатов оценки и экспертизы запасов полезных ископаемых для равного доступа к финансовым ресурсам с целью устойчивого развития как отдельных стран, так и всего Мира.

Технологии поисков и разведки, разработки, добычи и подготовки углеводородов постоянно развиваются и улучшаются. Научно-техническое экспертное сообщество РГУ Нефти и газа им. Губкина и других профильных ВУЗов, НТО НГ им. И.М. Губкина, а также АООН «НАЭН» находятся в постоянном контакте между собой и с заинтересованными организациями, чтобы поддерживать имеющиеся определения и методические указания в соответствии с развивающимися технологиями и требованиями промышленности.

АООН «НАЭН» подчеркивает огромный вклад российского производственного и научного сообщества в процесс создания PRMS.



На фото:

ректор Губкинского университета – Виктор Мартынов, и директор АООН «НАЭН» – Андрей Третьяков

Главный Редактор, Глава Редакционной коллегии
Мартынов Виктор Георгиевич, доктор экономических наук, кандидат геолого-минералогических наук, ректор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, профессор, член-корреспондент РАО

Редакционная коллегия

А.В. Лобусев, доктор геолого-минералогических наук, заслуженный геолог России

А.В. Постников, доктор геолого-минералогических наук

В.И. Рыжков, доктор технических наук

В.В. Кульчицкий, доктор технических наук

С.Ф. Мулявин, доктор технических наук

Г.А. Калмыков, доктор геолого-минералогических наук

А.В. Бочкарев, доктор геолого-минералогических наук

П.В. Пятибратов, кандидат технических наук

А.В. Третьяков

С.И. Савченко

Я.А. Третьяков



ХРОНИКА ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Меры по повышению эффективности разведки и добычи полезных ископаемых для увеличения темпов экономического роста – главная тема «Правительственного часа»

15 июня на «Правительственном часе» в Госдуме выступил глава Минприроды А.А. Козлов. Ниже приводим краткое изложение его доклада.

Минприроды является «министерством доходов» и, в то же время, несет большую ответственность за качество жизни наших граждан. Инициативы Минприроды имеют далеко идущие последствия, поэтому мы внимательно следим за всеми новшествами, чтобы не допустить ухудшения экологии в стране. В этой работе участвуют депутаты всех фракций, парламентские дискуссии вокруг изменений в законодательстве порой бывают очень острыми. Так же, как и общественные дискуссии, что подтверждает значимость экологических вопросов для каждого гражданина нашей страны.

Минерально-сырьевой комплекс занимает серьезные позиции в формировании консолидированного бюджета страны – это 40% его доходной части. Сейчас ведется работа по перенастройке системы в условиях санкций. Недружественные шаги ряда стран требуют пересмотра привычной стратегии. Это связано как с рисками дальнейшей продажи углеводородного сырья, так и с ограничениями или полным запретом поставок импортозависимых видов минерального сырья, имеющих важное значение для российской промышленности, а также ограничение импорта технологий и оборудования для геологоразведки и добычи полезных ископаемых.

Без соответствующих мер, мы неминуемо придем к сокращению доходов бюджета в условиях растущих потребностей и создадим риски для экономической, энергетической и национальной безопасности.

В России в 2021 году почти 80% открытых месторождений твердых полезных ископаемых приходится на золото, а другим видам ископаемых было уделено недостаточно много внимания. Необходимо выстроить работу по формированию условий для разведки и добычи цветных металлов и редкоземельных элементов.

Если говорить о сохранении водных ресурсов, пора выстроить системную работу в масштабах всей страны. Определенные шаги предпринимаются по сохранению Волги, очистки уникальных водных объектов в рамках нацпроекта «Экология». Осенью 2021 года на заседании Комитета по экологии с участием Минприроды обсуждалась необходимость работ по расчистке реки Дон – будем внимательно следить за реализацией намеченных планов.

В части прироста запасов подземных вод Комитет отмечает озабоченность уменьшением общих запасов питьевых подземных вод, ростом водоемких регионов, а также ростом удельной водоемкости добычи полезных ископаемых.

Предлагаем отдельно рассмотреть развитие данного направления и принять соответствующие меры.

«Развитие экономики страны невозможно без сохранения экологии. Чем хуже будет экология, тем дороже будет стоить будущее. Призываю всех ответственно относиться к сохранению природы и обеспечению высокого качества жизни в каждом регионе России», – заявил председатель Комитета Д.Н. Кобылкин, выступая в рамках «Правительственного часа».

21 июня Госдума приняла в окончательном третьем чтении поправки к закону «О недрах», которые позволят ускорить решение важной задачи по расширению и модернизации железнодорожных магистралей на востоке страны

Новым законом также вводится обязательное переоформление лицензий на право пользования недрами, владельцами которых являются иностранные лица, в соответствии с законодательством Российской Федерации. Это шаг напрямую связан с интересами отечественной экономики и граждан, которые могут пострадать в случае выхода из проектов иностранных инвесторов, живущих по законодательству своих стран.

По новому закону сокращение сроков капитального ремонта и строительства БАМа и Транссиба достигается за счет упрощенного порядка предоставления права пользования общедоступными полезными ископаемыми «Российским железным дорогам». Эта мера также позволяет экономить средства федерального бюджета в условиях, когда сторонние организации в отсутствие альтернативы искусственно завышают цены на песок, гравий и т.п.

При этом госкомпания становится единым ответственным за все этапы эксплуатации месторождений – от добычи до рекультивации и консервации, и за нарушения, которые могут быть при этом выявлены.

6 июля Госдума на последнем перед парламентскими каникулами пленарном заседании приняла в окончательном третьем чтении поправки к ФЗ «О недрах», направленные на стимулирование полезного использования отходов недропользователей, а также поправки к ФЗ «Об отходах производства и потребления», дающие регионам возможность гибко реагировать на ситуации в случае ухода с рынка регоператоров ТКО.



На фото: Кобылкин Д.Н.

В тот же день на заседании Комитета по экологии были подведены итоги работы в весеннюю сессию – это 73 законопроект, из них по 28 работа завершена, в том числе по входящим в антисанкционный пакет.

Председатель Комитета Д. Н. Кобылкин отметил несколько знаковых направлений:

- принят системный закон по обращению с вторичными материальными ресурсами;
- приняты поправки в закон «О недрах», дающие право привлекать иностранные инвестиции для разработки месторождений через соглашения;
- введена обязанность для иностранных компаний переоформлять лицензии на право пользования недрами на юрлица, созданные в соответствии с российским законодательством.
- упрощен порядок пользования недрами для реконструкции БАМа и Транссиба;
- принят закон «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов» на Сахалине»;
- приняты поправки в «Водный кодекс», позволяющие оперативно проводить работы по расчисткам русел рек и дноуглублению;
- расширены полномочия регионов в части обращения с домашними животными и животными без владельцев;
- проделана большая работа по совершенствованию лесных отношений и развитию особо охраняемых природных территорий.

19 июля Президент РФ В.В. Путин подписал поправки в закон «О недрах», которые направлены на стимулирование отходов недропользования

Поправки позволят, в частности, вовлекать в хозяйственный оборот вскрышные породы и использовать золошлаковые отходы от сжигания угля для ликвидации горных выработок.

Председатель Комитета Д.Н. Кобылкин отметил, что следующим этапом будет налаживаться тесная координация между отраслями экономики и минерально-сырьевой базой — необходим действующий координационный орган при Правительстве России по синхронизации запросов отраслей и воспроизводству минерально-сырьевой базы.

На решение этой задачи направлен федеральный проект «Геология: возрождение легенды». Председатель Комитета выразил уверенность, что для поддержания положительного баланса разведки и добычи, а также для более активного развития российской геологии необходимо связать проект «Геология: возрождение легенды» с госпрограммой развития промышленности. XXI

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



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О применении специальных экономических мер в финансовой и топливно-энергетической сферах в связи с недружественными действиями некоторых иностранных государств и международных организаций

В связи с недружественными и противоречащими международному праву действиями Соединенных Штатов Америки и примкнувших к ним иностранных государств и международных организаций, направленными на введение ограничительных мер в отношении граждан Российской Федерации и российских юридических лиц, в целях защиты национальных интересов Российской Федерации и в соответствии с федеральными законами от 30 декабря 2006 г. № 281-ФЗ "О специальных экономических мерах и принудительных мерах", от 28 декабря 2010 г. № 390-ФЗ "О безопасности" и от 4 июня 2018 г. № 127-ФЗ "О мерах воздействия (противодействия) на недружественные действия Соединенных Штатов Америки и иных иностранных государств" **п о с т а н о в л я ю:**

1. Установить, что до 31 декабря 2022 г. запрещается совершение сделок (операций), влекущих за собой прямо и (или) косвенно установление, изменение, прекращение или обременение прав владения, пользования и (или) распоряжения ценными бумагами российских юридических лиц, долями (вкладами), составляющими уставные (складочные) капиталы российских юридических лиц, долями участия, правами и обязанностями, принадлежащими участникам соглашений о разделе продукции, договоров о совместной деятельности или иных договоров, на основании

которых реализуются инвестиционные проекты на территории Российской Федерации, при условии, что данные ценные бумаги, доли (вклады), права и обязанности принадлежат иностранным лицам, связанным с иностранными государствами, которые совершают в отношении Российской Федерации, российских юридических лиц и физических лиц недружественные действия (в том числе если такие иностранные лица имеют гражданство этих государств, местом их регистрации, местом преимущественного ведения ими хозяйственной деятельности или местом преимущественного извлечения ими прибыли от деятельности являются эти государства), и лицам, которые находятся под контролем указанных иностранных лиц.

2. Запрет, установленный пунктом 1 настоящего Указа, распространяется на сделки (операции):

а) с акциями, составляющими уставные капиталы акционерных обществ, включенных в перечень стратегических предприятий и стратегических акционерных обществ, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 4 августа 2004 г. № 1009 "Об утверждении перечня стратегических предприятий и стратегических акционерных обществ";

б) с акциями, долями (вкладами), которые составляют уставные капиталы хозяйственных обществ, в которых акционерные общества, указанные в подпункте "а" настоящего пункта, прямо или косвенно владеют акциями, долями (вкладами);

в) с долями участия, правами и обязанностями, принадлежащими участникам Соглашения о разделе продукции по проекту "Сахалин-1" (нефтегазоконденсатные месторождения Чайво, Одопту и Аркутун-Дагинское на шельфе острова Сахалин) и Соглашения о разработке и добыче нефти на Харьягинском месторождении на условиях раздела продукции;

г) с акциями, долями (вкладами), составляющими уставные капиталы хозяйственных обществ, являющихся производителями оборудования для организаций топливно-энергетического комплекса и оказывающих услуги по сервисному обслуживанию и ремонту такого оборудования, хозяйственных обществ, являющихся производителями и поставщиками тепловой и (или) электрической энергии, хозяйственных обществ, осуществляющих переработку нефти, нефтяного сырья и производство продуктов их переработки.

Перечень указанных хозяйственных обществ утверждается Президентом Российской Федерации по представлению Правительства Российской Федерации;

д) с акциями, долями (вкладами), составляющими уставные капиталы российских кредитных организаций, перечень которых утверждается Президентом Российской Федерации по представлению Правительства Российской Федерации, согласованному с Центральным банком Российской Федерации;

е) с акциями, долями (вкладами), составляющими уставные капиталы хозяйственных обществ - пользователей:

участков недр, расположенных на территории Российской Федерации и содержащих месторождения углеводородного сырья (с извлекаемыми запасами не менее 20 млн. тонн нефти, не менее 20 млрд. куб. метров природного газа или не менее 35 млн. тонн угля), урана, особо чистого кварцевого сырья, редких земель иттриевой группы, никеля, кобальта, тантала, ниобия, бериллия, меди;

участков недр, расположенных на территории Российской Федерации и являющихся коренными месторождениями алмазов, коренными (рудными) месторождениями золота, лития, металлов платиновой группы;

участков недр внутренних морских вод, территориального моря, континентального шельфа Российской Федерации.

3. Запрет, установленный настоящим Указом, не распространяется на правоотношения, урегулированные Указом Президента Российской Федерации от 30 июня 2022 г. № 416 "О применении специальных экономических мер в топливно-энергетической сфере в связи с недружественными действиями некоторых иностранных государств и международных организаций" и Федеральным законом от 14 июля 2022 г. № 320-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О приватизации государственного и муниципального имущества", отдельные законодательные акты Российской Федерации и об установлении особенностей регулирования имущественных отношений", в том числе на сделки (операции), совершаемые в соответствии с названным Указом, и сделки (операции), совершаемые при преобразовании филиала (представительства) иностранного юридического лица в хозяйственное общество в форме общества с ограниченной ответственностью в соответствии с указанным Федеральным законом.

4. Сделки (операции), совершенные в нарушение положений настоящего Указа, являются ничтожными. В случае совершения в нарушение положений настоящего Указа сделок (операций), названных в пункте 1 настоящего Указа, ценные бумаги российских юридических лиц, доли (вклады), составляющие уставные (складочные) капиталы российских юридических лиц, доли участия, принадлежащие участникам соглашений о разделе продукции, не предоставляют их владельцам прав, предусмотренных законодательством Российской Федерации, соглашениями о разделе продукции, договорами о совместной деятельности и иными договорами.

5. Сделки (операции), на совершение которых в соответствии с настоящим Указом установлен запрет, могут быть совершены на основании специального решения Президента Российской Федерации.

6. Срок действия ограничений, установленных настоящим Указом, может быть неоднократно продлен Президентом Российской Федерации.

7. Правительству Российской Федерации в 10-дневный срок представить на утверждение Президента Российской Федерации:

а) перечень хозяйственных обществ в соответствии с подпунктом "г" пункта 2 настоящего Указа;

б) перечень российских кредитных организаций в соответствии с подпунктом "д" пункта 2 настоящего Указа (по согласованию с Центральным банком Российской Федерации).

8. Настоящий Указ вступает в силу со дня его официального опубликования.



Президент
Российской Федерации В.Путин

Москва, Кремль
5 августа 2022 года
№ 520



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

ПРИКАЗ

г. МОСКВА

08.08.2022

№ 405

Об утверждении положения о Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых и типового положения о территориальных комиссиях территориальных органов Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых

В соответствии с частью четвертой 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, 2021, № 18, ст. 3067), пунктом 4 Правил подготовки, согласования и утверждения 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, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2127 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 49, ст. 8313), 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), приказываю:

1. Утвердить Положение о Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (далее – ЦКР-ТПИ Роснедр) согласно приложению № 1 к настоящему приказу.

2. Утвердить состав ЦКР-ТПИ Роснедр в соответствии с приложением № 2 к настоящему приказу.

3. Утвердить структуру ЦКР-ТПИ Роснедр в соответствии с приложением № 3 к настоящему приказу.

4. Начальнику Управления финансово-экономического обеспечения Роснедр (Айвазова М.А.) 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 на бумажном носителе или на электронном носителе (оптический диск CD или диск DVD, внешний USB-накопитель или SSD-накопитель) заявления и прилагаемые к

нему документы, предусмотренные пунктами 13, 14 Правил подготовки, согласования и утверждения 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, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2127, представляемые пользователями недр в Федеральное агентство по недропользованию для согласования, определив его как: 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, дом 31.».

5. Утвердить типовое положение о Территориальной комиссии территориального органа Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (далее – ТКР-ТПИ территориальных органов Роснедр) согласно приложению № 4.

6. Территориальным органам Федерального агентства по недропользованию не позднее 60 дней после дня принятия настоящего приказа привести в соответствии с приложением № 4 к настоящему приказу положения о территориальных комиссиях территориальных органов Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых в части согласования проектной документации в отношении твердых полезных ископаемых и представить их в Управление геологии твердых полезных ископаемых, а также ЦКР-ТПИ Роснедр.

7. Признать утратившими силу:

1) пункты 2-5 приказа Роснедр от 04 июня 2010 г. № 569 «О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»;

2) пункт 2 приказа Роснедр от 14 октября 2010 г. № 1179 «О внесении изменений в Приказ Федерального агентства по недропользованию от 04.06.2010 № 569 «О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»;

3) приказ Роснедр от 17 сентября 2014 г. № 527 «О внесении изменений и дополнений в Приказ Федерального агентства по недропользованию от 04 июня 2010 г. № 569 «О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»;

4) приказ Роснедр от 26 мая 2015 г. № 360 «О внесении изменений в приказ от 04 июня 2010 г. № 569 «О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»;

5) приказ Роснедр от 11 июня 2015 г. № 397 «О внесении изменений и дополнений в приказ Федерального агентства по недропользованию от 04 июня 2010 г. № 569 «О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»;

6) приказ Роснедр от 28 января 2016 г. № 67 «О внесении изменений и дополнений в приказ Федерального агентства по недропользованию от 04 июня 2010 г. № 569 «О создании Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию и комиссий его территориальных органов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых»;

Приложение № 1
к приказу Роснедр
от 08.08.2022 № 40

Положение о Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых

I. Общие положения

1. Центральная комиссия Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (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, 2021, № 18, ст. 3067), пункта 4 Правил подготовки, согласования и утверждения 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, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, твержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2127 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 49, ст. 8313), для рассмотрения и согласования технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами, в отношении твердых полезных ископаемых (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. ЦКР-ТПИ Роснедр осуществляет свою деятельность на принципах профессионализма, независимости и объективности принятия решений.

II. Задачи ЦКР-ТПИ Роснедр

4. Основными задачами ЦКР-ТПИ Роснедр являются:

4.1. 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.

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

4.3. 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.

4.4. 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.

4.5. 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.

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

4.7. Методическое обеспечение проектирования разработки месторождений твердых полезных ископаемых.

4.8. Информационно-аналитическое сопровождение деятельности Роснедр и его территориальных органов по вопросам разработки месторождений твердых полезных ископаемых, рационального использования и охраны недр.

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

4.10. 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

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

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

5.2. Принимать решения о согласовании показателей разработки месторождений полезных ископаемых и первичной переработки минерального сырья, предусмотренных пунктами 4.2 - 4.5 настоящего Положения, или об отказе в их согласовании с указанием причин такого отказа.

5.3. Запрашивать и 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.

5.4. Вносить руководству Роснедр и Минприроды России предложения:

- по вопросам обеспечения 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.

5.5. 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.

5.6. Направлять территориальным комиссиям территориальных органов Роснедр по разработке месторождений твердых полезных ископаемых 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.

5.7. 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.

5.8. 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.

5.9. 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.

5.10. 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.

5.11. Рассматривать и анализировать по поручению Роснедр материалы и документы по проектированию и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, рациональному использованию и охране недр.

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

6.1. Строго соблюдать требования законодательства Российской Федерации.

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

IV. Структура и состав ЦКР-ТПИ Роснедр

7. 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, Министерства энергетики Российской Федерации (по согласованию).

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.

8. В целях оперативного управления деятельностью ЦКР-ТПИ Роснедр, в том числе обеспечения ее взаимодействия с Роснедрами и иными федеральными органами исполнительной власти, исполнения отдельных поручений 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.

9. В целях обеспечения решения основных задач, возложенных на ЦКР-ТПИ Роснедр в соответствии с пунктом 4 настоящего Положения, в ее структуре формируются секции, которые возглавляют заместители Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр.

Секции в структуре ЦКР-ТПИ Роснедр могут формироваться по территориальному принципу, по видам проектной документации, видам полезных ископаемых, а также по иным критериям.

Секции в структуре ЦКР-ТПИ Роснедр, формируемые по территориальному принципу (территориальные секции ЦКР-ТПИ Роснедр), создаются в случае передачи полномочий по согласованию отдельных технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами, от территориальных комиссий территориальных органов Роснедр по разработке месторождений твердых полезных ископаемых к ЦКР-ТПИ Роснедр, предусмотренной пунктом 2 приказа Минприроды России от 10 января 2022 г. № 4 «Об утверждении критериев

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 недр, к компетенции комиссии, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию, и комиссий, создаваемых его территориальными органами» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 мая 2022 г., регистрационный № 68519).

Полномочия и состав территориальных секций ЦКР-ТПИ Роснедр утверждаются приказом Роснедр.

10. 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. Формирование состава рабочих групп может осуществляться из членов ЦКР-ТПИ Роснедр, специалистов подведомственных учреждений Роснедр.

11. Персональный состав членов ЦКР-ТПИ Роснедр и ее секций, а также вносимые в них изменения утверждаются приказами Роснедр. Допускается включение членов ЦКР-ТПИ Роснедр в одну или несколько секций ЦКР-ТПИ Роснедр.

V. Организация и обеспечение деятельности ЦКР-ТПИ Роснедр

12. Проектная документация рассматривается на заседаниях соответствующих секций ЦКР-ТПИ Роснедр, уполномоченных на ее рассмотрение в соответствии с приложением к настоящему Положению, определяющему компетенцию секций.

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

Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр осуществляется в секционном режиме. Заседание ЦКР-ТПИ Роснедр правомочно при участии в нем не менее половины численного состава секции ЦКР-ТПИ Роснедр, уполномоченной на рассмотрение отнесенной к его компетенции проектной документации или уполномоченной на рассмотрение иных вопросов. В случае участия в заседании ЦКР-ТПИ Роснедр менее половины численного состава секции, уполномоченной на рассмотрение отнесенной к его компетенции проектной документации, заседание считается неправомочным, и проектная документация подлежит рассмотрению на новом внеочередном заседании ЦКР-ТПИ Роснедр.

Решения ЦКР-ТПИ Роснедр принимаются открытым голосованием простым большинством присутствующих на заседании членов секции ЦКР-ТПИ Роснедр, уполномоченной на рассмотрение отнесенной к его компетенции проектной документации или уполномоченной на рассмотрение иных вопросов (в голосовании не принимают участие лица, привлекаемые к работе ЦКР-ТПИ Роснедр в соответствии с абзацем третьим пункта 7 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.

14. При оформлении в бумажном виде решение ЦКР-ТПИ Роснедр о согласовании проектной документации подписывается секретарем комиссии, утверждается Председателем ЦКР-ТПИ Роснедр или лицом, его замещающим, а в случае, предусмотренном абзацем вторым пункта 21 Правил подготовки, согласования и утверждения 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 недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2127, скрепляется печатью Роснедр. 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, оформленное в виде электронного документа, подписывается 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) электронной подписью Председателя ЦКР-ТПИ Роснедр или лица, его замещающего, а также секретаря комиссии.

В соответствии с частью 3 статьи 6 Федерального закона от 6 апреля 2011 года № 63-ФЗ «Об электронной подписи» если в соответствии с федеральными законами, принимаемыми в соответствии с ними нормативными правовыми актами или обычаем делового оборота документ должен быть заверен печатью, электронный документ, подписанный усиленной электронной подписью и признаваемый равнозначным документу на бумажном носителе, подписанному собственноручной подписью, признается равнозначным документу на бумажном носителе, подписанному собственноручной подписью и заверенному печатью.

Полномочия секретаря комиссии, предусмотренные Правилами подготовки, согласования и утверждения 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 недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2127, осуществляет Ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр, а при его отсутствии - секретарь секции ЦКР-ТПИ Роснедр (лицо, его замещающее).

15. Организацию проведения заседания ЦКР-ТПИ Роснедр осуществляет Ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр или лицо, его замещающее.

16. ЦКР-ТПИ Роснедр возглавляет Председатель, который назначается приказом 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;
- вносит руководству Роснедр предложения о включении кандидатур в состав ЦКР-ТПИ Роснедр;
- утверждает состав рабочих групп ЦКР-ТПИ Роснедр (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.

При оценке Председателем ЦКР-ТПИ Роснедр или лицом, его замещающим, принятого коллегиального решения ЦКР-ТПИ Роснедр, в случае согласования ЦКР-ТПИ Роснедр проектной документации при наличии оснований для отказа в ее согласовании, Председатель ЦКР-ТПИ Роснедр или лицо, его замещающее, вправе инициировать повторное рассмотрение проектной документации без утверждения решения ЦКР-ТПИ Роснедр.

17. 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 при несогласии с принятым решением на заседании секции ЦКР-ТПИ Роснедр.

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

Члены ЦКР-ТПИ Роснедр обязаны присутствовать на заседаниях ее секций.

Приложение 1 к Положению о Центральной комиссии
Федерального агентства по недропользованию по
разработке месторождений твердых полезных ископаемых

**Компетенция секций Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию
по разработке месторождений твердых полезных ископаемых**

Наименование секции	Секция топливно-энергетических полезных ископаемых	Секция черных, цветных, редких и благородных металлов и драгоценных камней	Секция нерудного минерального сырья	Секция методического обеспечения
Виды проектной документации и согласования Критериям ¹	разд. I, разд. V п. 1	разд. I, разд. V п. 1	разд. I, разд. V п. 1	-
Виды минерального сырья	виды полезных ископаемых по пп. «а» п. 1 разд. I Критериев ¹ (по количеству балансовых запасов, отнесенным к компетенции Комиссии Роснедр)	виды полезных ископаемых по пп. «б», «в» «г», «ж» п. 1 разд. I Критериев ¹ (по количеству балансовых запасов, отнесенным к компетенции Комиссии Роснедр)	виды полезных ископаемых по пп. «д», «е», «з» п. 1 разд. I Критериев ¹ (по количеству балансовых запасов, отнесенным к компетенции Комиссии Роснедр)	-
Иные вопросы	-	-	-	Задачи, предусмотренные п.п. 4.6 – 4.10 Положения о ЦКР-ТПИ Роснедр

¹ 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 недр, к компетенции комиссии, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию, и комиссий, создаваемых его территориальными органами, утвержденные приказом Минприроды России от 10 января 2022 г. № 4.

Приложение № 2
к приказу Роснедр
от 09.08.2022 № 405

**Состав Центральной комиссии Федерального агентства по недропользованию по разработке месторождений
твердых полезных ископаемых**

№, п/п	ФИО	Должность	Секция ЦКР-ТПИ Роснедр ¹
Председатель ЦКР-ТПИ Роснедр			
1.	Олейник Д.Н.	Советник Руководителя Федерального агентства по недропользованию	1
Первый заместитель председателя ЦКР-ТПИ Роснедр			
2.	Сытенков В.Н.	Заведующий отделом методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождения ТПИ ФГБУ «ВИМС»	1
Заместители председателя ЦКР-ТПИ Роснедр			
3.	Супрун В.И.	Руководитель лаборатории переработки камня НИТУ МИСиС, д.т.н., Председатель секции топливно-энергетических полезных ископаемых	1
4.	Куликов Д.А.	Заведующий научным отделением минерально-сырьевой базы ФГБУ «ЦНИГРИ», к.г.-м.н, Председатель секции черных, цветных, редких и благородных металлов и драгоценных камней	1
5.	Бурдин Д.Б.	Главный геолог отдела ТЭО ФБУ «ГКЗ», член Президиума Медисовета Первого общественного экологического телевидения, Председатель секции нерудного минерального сырья	1
6.	Гермаханов А.А.	Директор Департамента государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования Минприроды России	1
7.	Руднев А.В.	Начальник Управления геологии твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию	1
8.	Бабиков В.С.	Заместитель начальника Управления геологии твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию	1
Члены ЦКР-ТПИ Роснедр			
9.	Ануфриева С.И.	Заведующая отделом ФГБУ «ВИМС», к.т.н.	3, 4
10.	Башлыкова Т.В.	Заведующая лабораторией НИТУ МИСиС	3, 4
11.	Быховский Л.З.	Главный научный сотрудник ФГБУ «ВИМС», д.г.-м.н.	3
12.	Оксман В.С.	Заместитель начальника отдела организации надзорных мероприятий Управления горного надзора Ростехнадзора	1
13.	Горохов К.Д.	Заместитель директора по вопросам лицензирования недропользования ФГКУ «Росгеолэкспертиза»	1
14.	Ильяхин С.В.	Профессор кафедры разработки месторождений МГРИ-РГГРУ, д.т.н.	3
15.	Никитин С.Г.	Заместитель начальника Управления по надзору за подземной угледобычей Ростехнадзора	2
16.	Никишин Д.Л.	Заместитель директора по правовым вопросам ФГКУ «Росгеолэкспертиза»	1
17.	Прокопович А.В.	Начальник отдела мониторинга лицензионных соглашений Управления геологии твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию	3, 4
18.	Рогожин А.А.	Первый заместитель генерального директора ФГБУ «ВИМС», к.ф.-м.н.	3, 4
19.	Ходорович К.К.	Начальник отдела Департамента государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования Минприроды России	1
20.	Лопатин Д.Е.	Заместитель директора Департамента внешнеэкономического сотрудничества и развития топливных рынков Минэнерго России	2
21.	Грибанов А.В.	Руководитель международных проектов кафедры ЮНЕСКО Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, доцент кафедры экономики высокотехнологичных производств Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, к.э.н.	1
22.	представитель Росприроднадзора		1
Ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр, секретари ЦКР-ТПИ			
23.	Уманская Ю.В.	Ведущий специалист отдела методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождений ТПИ ФГБУ «ВИМС», Ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр	1
24.	Рындальцева А.М.	Главный специалист-эксперт отдела мониторинга лицензионных соглашений Управления геологии твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию, секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр (без права голоса)	1

¹ Секции ЦКР-ТПИ Роснедр обозначены следующими номерами:

- 1 – Все секции;
- 2 - Секция топливно-энергетических полезных ископаемых;
- 3 - Секция черных, цветных, редких и благородных металлов и драгоценных камней;
- 4 - Секция нерудного минерального сырья;
- 5- Секция методического обеспечения

Памяти Ю.Н. Малышева

5 сентября скоротечно скончался Юрий Николаевич Малышев - президент Государственного геологического музея им. В. И. Вернадского, Академик РАН.

Ю. Н. Малышев родился 1 сентября 1939 года в Воронеже. Трудовую деятельность начал в 1956 г., прошел все ступени большого профессионального пути – от подкатчика шахты треста «Прокопьевскуголь» до президента ОАО «Росуголь». После окончания в 1963 г. Кемеровского горного института работал на инженерных и руководящих должностях ПО «Южкузбассуголь». В 1985 г. стал генеральным директором этого объединения. В 1989 г. коллектив Института горного дела имени А.А. Скочинского избрал Юрия Николаевича директором института, где он работал до 1993 г., при этом с 1992 г. являясь председателем Комитета по угольной промышленности Министерства топлива и энергетики Российской Федерации. В 1993 г. Ю.Н. Малышев назначен генеральным директором компании «Росуголь». В 1997 г., после преобразования компании в акционерное общество, стал ее президентом и возглавил Академию горных наук. С 1997 г. Юрий Николаевич руководил Союзом промышленников и предпринимателей угольной отрасли, а с 1999 по 2013 гг. был президентом НП «Горнопромышленники России», затем являлся его Почетным президентом.



С 2015 г. Ю.Н. Малышев занимал должность Президента Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН. Он стал инициатором активного развития старейшего академического музея Москвы, как современного научного, информационного, просветительского, образовательного и культурного центра, объединяющего деятельность научных учреждений и производственных предприятий, работу образовательных и общественных организаций, стремление молодежи к горно-геологическим знаниям, экологии, наукам о Земле в целом. Эти задачи требовали изменений в системе работы музея, финансовых вложений. Проведена реконструкция здания, техническое оснащение, развитие новых для музея видов деятельности, вывод из забвения уникальных коллекций. На базе музея работают «Клуб юных геологов», учебная имитационная шахта «Академическая», развивается сотрудничество с регионами России и зарубежными странами, открыт современный информационный центр для работы с электронными ресурсами в области геологии, недропользования, экологии «Инфотека ГГМ РАН».

В ноябре 2015 г. на базе Музея совместно с Московским институтом стали и сплавов, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Российским государственным геологоразведочным университетом им. Серго Орджоникидзе, Московским Государственным университетом геодезии и картографии создан Межвузовский Академический Центр навигации по специальностям горно-геологического профиля. Центр представляет собой проект по формированию на базе Музея непрерывной системы профориентации детей и молодежи в сегменте: школа – ВУЗ – производство. Все это стало реальным воплощением замысла Юрия Николаевича – объединить современную науку, историю, образование и культуру для эффективного взаимодействия ученых, преподавателей и специалистов производственных компаний, для просвещения детей, молодежи и всех тех, кому интересны геология, экология, мир человека и планеты Земля.

Выдающиеся заслуги и достижения Юрия Николаевича получили высокую оценку: он награжден орденами Почета, «За заслуги перед Отечеством» III степени, «За доблестный шахтерский труд», знаком «Шахтерская слава» трех степеней, золотым знаком «Горняк России», международной медалью Всемирного конгресса им. Крупинского, золотой медалью Дизеля (ФРГ), Командорским крестом ордена «За заслуги перед Польской республикой». Он удостоен звания лауреата премии Совета министров СССР (1984 г.), премии Ленинского комсомола (1990 г.), Государственной премии Российской Федерации (1993 г.), премии Правительства Российской Федерации (2001 г.), а также звания «Почетный шахтер». В 2016 г. за заслуги в развитии науки, образования, подготовке квалифицированных специалистов и многолетнюю плодотворную работу Юрий Николаевич награжден Орденом Дружбы.

Коллектив АООН «НАЭН» и редакции журнала «Недропользование XXI век» выражает глубокие соболезнования родным и близким Юрия Николаевича Малышева, в нашей памяти он останется выдающимся профессионалом, учёным, авторитетным лидером российского горного сообщества.

МЫ РАБОТАЕМ, ВЫ РАЗВИВАЕТЕСЬ



Консалтинговые услуги в горнодобывающей промышленности

- горно-геологический аудит
- оценка ресурсов/запасов
- отчет компетентного лица
- инженерно – технический консалтинг
- стратегии развития

Чем мы отличаемся от других компаний?

- Успешная реализация 700 проектов с 1992 года
- Команда лучших экспертов горной, геологической, перерабатывающей, экономической, и др. областях
- Опыт международной группы

РЕКЛАМА

**Косьянов П.М.**

Доктор физико-математических наук,
кандидат технических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет,
филиал в г. Нижневартовске
kospiter2012@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВЫМИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ НА ВЯЗКОСТЬ НЕФТИ

В данной статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований зависимости вязкости нефти от различных физических параметров. Так рассмотрено влияние тепловыми и электромагнитными полями на снижение вязкости нефти. Определены зависимости вязкости нефти от температуры, напряжённости и частоты электромагнитного поля. Показаны пути повышения нефтедобычи интегрированием различных физических способов.

Ключевые слова: вязкость, электролит, нефтедобыча, фильтруемый объём, тепловое и электромагнитное воздействие, частота и напряжённость электромагнитного поля, удельное сопротивление нефти и флюидов, подвижность молекул.

Определение физических параметров, максимально снижающих вязкость нефти при минимально возможном загрязнении окружающей среды, с целью последующей разработки наиболее эффективных и высокоэкологических способов добычи нефти, является важнейшим направлением, представляющим огромный научный и прикладной интерес. В работах [1-3] показаны пути интеграции способов нефтедобычи сочетающих воздействие на пласт тепловых и электромагнитных полей. Одна из главных проблем в исследовании свойств нефти, выражение вязкости нефти в явном виде, что является большой и актуальной научной задачей. На сегодняшний день вязкость определяется в лабораторных условиях по фильтруемым объёмам. В рассматриваемой модели [2,3] повышение нефтедобычи предполагает повышение пластового давления, снижения вязкости и проницаемости, воздействием внешних физических факторов. Современная геофизика использует все виды физических полей. Из наиболее экологически безопасных способов разработки: Паротепловое воздействие на пласт, $K < 70\%$; Электромагнитные, $K \leq 70\%$. Необходимо было провести экспериментальные исследования воздействия на вязкость нефти теплового и электромагнитного полей как по отдельности, так и совместно. Опыты проводились на экспериментальной установке, разработанной в лаборатории физики филиала ТИУ в г. Нижневартовске, на базе лабораторного комплекса ЛКЭ-6 **рисунок 1**.

Экспериментальные результаты

Были проведены измерения вязкости по методике «Определение вязкости (ГОСТ 33-82)» [4,5] для нефти Матюшкинского месторождения с водонасыщенностью 15% без добавления электролита. Результаты приведены **таблице 1**.

В **таблице 2** приведены результаты измерений вязкостей нефти, при тепловом воздействии, с добавлением 20% электролита.

Таблица 1.

Результаты измерений вязкости нефти без электролита и без поля с увеличением температуры

№ серии измерений	Температура		Среднее время t_{cp}, c	Динамическая. вязкость η мПа·с
	$T, ^\circ C$	T, K		
1	20	293	8,51	21,701
2	25	298	7,86	20,056
3	30	303	6,72	17,136
4	35	308	6,63	16,907
5	40	313	6,21	15,836
6	45	318	6,03	15,364
7	50	323	5,62	14,331



Рис. 1
Экспериментальная установка

Как видно из результатов, вязкость нефти с добавлением электролита возрастает. Была рассчитана электропроводность (удельное сопротивление) межпластовых флюидов [3], электрические свойства водных растворов электролитов и углеводородных жидкостей. Рассчитанные значения для растворов солей:

$$\rho_c = \frac{10}{\sum_{i=1}^n \Lambda_i c_i} \approx 25,3 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Соответственно

$$\sigma_c = \frac{1}{\rho_c} \approx 39,5 \cdot 10^{-3} \text{ Сим/м}$$

Используя данные значения напряжённости электрического поля

$$E = \frac{U_m}{d} = \frac{8}{0,28} = 28,6 \text{ В/м}$$

Где U_m – амплитудное напряжение, d – расстояние между обкладками разборного конденсатора, плотность тока для жидкого флюида составляет:

$$J = \sigma E \approx 1,1 \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$$

Результаты измерений вязкостей нефти, при одновременном тепловом и электромагнитном воздействиях, приведены в **таблицах 3,4**.

Таблица. 2.

Результаты измерений вязкости нефти с электролитом и без поля с увеличением температуры

№ серии измерений	Температура		Среднее время t_{cp} , с	Динамическая. вязкость η мПа*с
	T, °C	T, K		
1	20	293	12,35	31,47
2	25	298	10,64	27,11
3	30	303	9,19	23,41
4	35	308	8,51	21,68
5	40	313	7,61	19,38
6	45	318	6,76	17,24
7	50	323	6,24	15,89

Таблица. 3.

Результаты измерений вязкости нефти без электролита от температуры в электромагнитном поле.

№ серии измерений	Температура		Среднее время t_{cp} , с	Динамическая. вязкость η мПа*с
	T, °C	T, K		
1	20	293	7,750	19,763
2	25	298	7,590	19,355
3	30	303	7,017	17,893
4	35	308	6,630	16,907
5	40	313	5,595	14,267
6	45	318	5,370	13,694
7	50	323	4,985	12,712

Таблица. 4.

Результаты измерений вязкости нефти с электролитом от температуры в электромагнитном поле

№ серии измерений	Температура		Среднее время t_{cp} , с	Динамическая. вязкость η мПа*с
	T, °C	T, K		
1	20	293	10,57	26,928
2	25	298	9,11	23,205
3	30	303	7,61	19,380
4	35	308	6,68	17,034
5	40	313	6,30	16,039
6	45	318	6,10	15,504
7	50	323	5,59	14,229

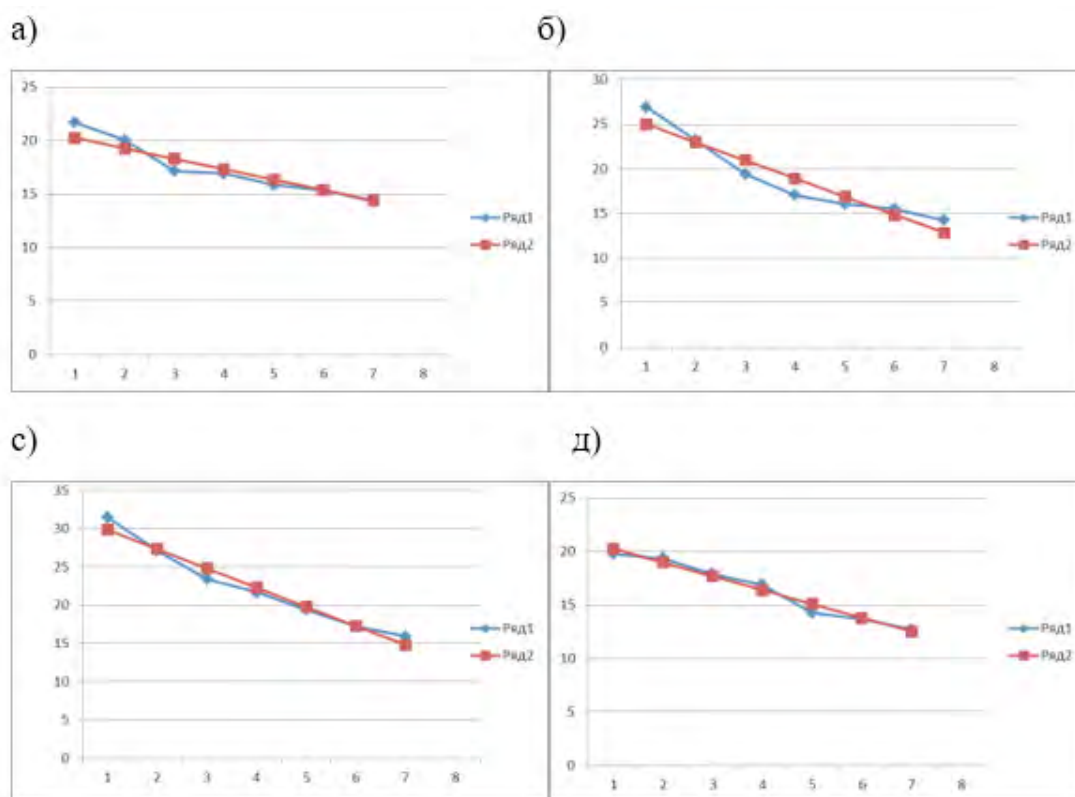


Рис. 2
 Зависимость вязкости нефти от температуры. Аппроксимация результатов измерений линейной функцией:
 а) без электролита и без поля; б) с электролитом и без поля; в) без электролита и с полем;
 г) с электролитом и с полем

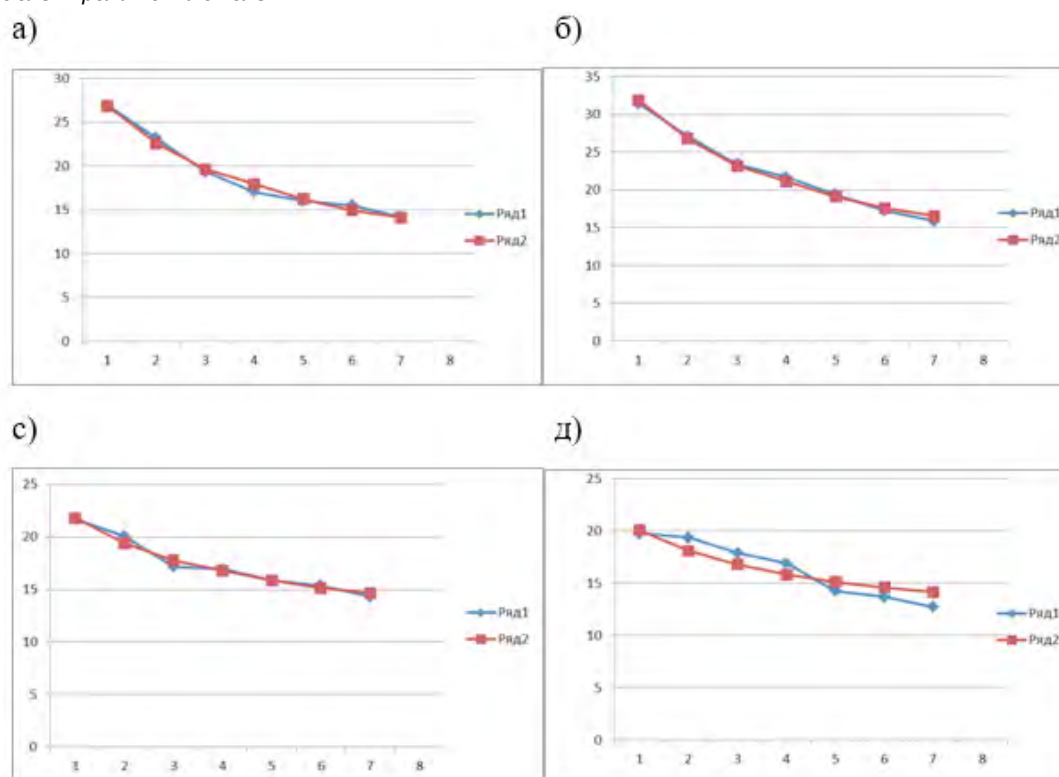


Рис. 3
 Зависимость вязкости нефти от температуры. Аппроксимация результатов измерений гиперболической функцией: а) без электролита и без поля; б) с электролитом и без поля; в) без электролита и с полем;
 г) с электролитом и с полем

Как видно, наложение электромагнитного поля приводит к снижению вязкости, что ожидаемо. Удивительно, что добавление электролита, не даёт большего снижения вязкости, скорее замедляет уменьшение вязкости с ростом температуры. Сравнение аппроксимаций зависимостей линейными, гиперболическими и экспоненциальными функциями показало минимальные дисперсии при использовании гиперболических функций.

Аппроксимация результатов измерений линейной функцией показана на *рисунке 2а, б, с и д*.

Дисперсии для данных аппроксимаций составили: а) $S=0,81$; б) $S=1,36$; в) $S=0,96$; д) $S=0,38$.


Аппроксимация результатов измерений гиперболической функцией показана на *рисунке 3а, б, с и д*.

Дисперсии для данных аппроксимаций составили: а) $S=0,18$; б) $S=0,16$; в) $S=0,11$; д) $S=0,39$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты опытов показали, что если тепловое воздействие однозначно приводит к снижению вязкости, то воздействие электромагнитным полем, с $E = 28,6$ В/м и 105 КГц, заметно снижает вязкость, только при одновременном воздействии с тепловым полем. Причём добавление электролита замедляет уменьшение вязкости нефти с ростом температуры. Это гово-

рит о том, что механизм снижения вязкости обусловлен не протеканием токов проводимости в жидких флюидах коллектора, а возрастанием подвижности молекул жидких флюидов, приводящих к снижению межмолекулярных сил и как следствие, снижению вязкости нефти. Данный вывод подтверждается снижением вязкости только при воздействии переменного поля, и отсутствию эффекта при использовании постоянных или низкочастотных полей. Вышесказанное подтверждает тот факт, что увеличение подвижности молекул, являющихся диполями, обусловлено вынужденными колебаниями под действием внешнего переменного поля. Максимальный эффект следует ожидать при приближении частоты поля, к собственной частоте колебаний молекул, то есть в области резонанса.

Из выше рассмотренных экспериментальных данных следует, что перспективность повышения нефтедобычи заключается в интегрировании и сочетании теплового и электромагнитного способов разработки. Паротепловое воздействие в сочетании с воздействием на нефть электромагнитным переменным полем приводит к снижению проницаемости и вязкости пластовых флюидов: нефти, воды и газов, что, в свою очередь, позволяет повысить нефтедобычу. 

Литература

1. Добрынин В.М. ПЕТРОФИЗИКА (физика горных пород). В.М. Добрынин, Б.Ю. Вендельштейн, Д.А. Кожевников. – М: Нефть и газ, 2004. – 367с.
2. Косьянов П.М. Модель определения и повышения КИН. Проблемы и пути их решения. // Инновационные процессы в науке и технике XXI века: материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, учёных, педагогических работников и специалистов — практиков – Тюмень, 2019. – С. 8 - 13.
3. Kosianov P.M. Ways to Improve Production Efficiency. Problems and Ways of Their Solution// Journal of Computational and Theoretical Nanoscience 2019 Vol. 16, 3094–3097.
4. ГОСТ 33-82. Нефтепродукты. Метод определения кинематической и расчёт динамической вязкости. – Введ. 1983-01-01. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1997 – 31 с.
5. ГОСТ 10028-81. Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия. – Введ. 1983-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 50 с.

UDC 53.097

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

STUDIES OF THE EFFECT OF THERMAL AND ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE VISCOSITY OF OIL

Abstract: This article presents the results of theoretical and experimental studies of the dependence of oil viscosity on various physical parameters. Thus, the influence of thermal and electromagnetic fields on the reduction of oil viscosity is considered. The dependences of oil viscosity on the temperature, intensity and frequency of the electromagnetic field are determined. Ways to increase oil production by integrating various physical methods are shown.

Keywords: viscosity, electrolyte, oil production, filtered volume, thermal and electromagnetic effects, frequency and intensity of the electromagnetic field, specific resistance of oil and fluids, molecular mobility.



Устьянцев В.Н.

геолог

uvn_50@mail.ru

ГЕЛИЙ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА УГЛЕВОДОРОДОВ

В статье рассматривается парадигма формирования углеводородов в мантии и земной коре.

Ключевые слова: мантия системы Земли, хондриты, CNO цикл.

«Сведённые воедино основные мысли В.И. Вернадского о методологии естествознания, проходящие красной нитью через все его творчество, но не суммированных в едином произведении, даёт очень чёткую картину построения системы научного знания. От эмпирических фактов к их обобщению и далее к научному объяснению – плодотворно работает в своём единстве. Все попытки ускорить процесс, за счёт исключения сложной и трудоёмкой стадии формирования эмпирических обобщений, чреваты искажением общего процесса и созданием иллюзии знания» (из переписки автора данной работы с Г.Б. Наумовым, 2016).

Российские учёные установили, что гелии, которыми «пропитаны» породы земной коры и породы мантии, резко отличны по изотопному составу.

В коре, в различных регионах отношение гелия-3 к гелию-4 может меняться в десятки и сотни раз и это отношение крайне мало.

А в гелии мантии отношение лёгкого изотопа к тяжёлому оказалось очень стабильным и в тысячу раз больше, чем в гелии земной коры.

Это редчайший феномен природы, поскольку сдвиги в изотопном отношении для различных элементов на Земле не превышают обычно нескольких процентов. В результате изотопных анализов гелия из разнообразных природных объектов, был обнаружен (первоначально в газах термальных источников Южно-Курильских островов) гелий с аномально высоким изотопным отношением $\text{He3/He4} = \sim (3 \pm 1) 105$.

Дальнейшие исследования и анализ проб, отобранных из многих точек земного шара во всех океанах, на всех материках, на многочисленных островах показали, что этот факт носит глобальный характер, и в гелии, продуцируемом подкоровыми слоями Земли, отношение He3/He4 выше в сотни и тысячи раз, чем в гелии, генерируемом породами земной коры» (Б.А. Мамрыкин, 1982).

Глубинный газ деформирует горные породы со стороны мантии давлением в десятки тысяч атмосфер, передающимся из мантии в верхнюю часть земной коры. «Приуроченность кимберлитов именно к платформам объясняется тем, что они почти газонепроницаемы. Поэтому под ними скапливаются рассеянные в породах мельчайшие пузырьки газа, которые соединяются в крупные пузыри водородно-метанового состава. При определённом критическом объёме такой пузырь начинает постепенно «всплывать», то есть внедряться в структуру платформы и подниматься к поверхности планеты. Платформы похожи на блюдца, плавающие в аквариуме, со дна которого поднимаются пузырьки воздуха. Пузырьки обтекают «блюдце», но часть газа скапливается под его дном. Газ поднимается из мантии, об этом свидетельствует тот факт, что гелий здесь резко обогащён лёгким глубинным изотопом гелия. Но в подземных газах платформ такого гелия в тысячу раз меньше, чем в газах вулканов. Следовательно, платформы – плотная «заглушка» для газов мантии. В большие пузыри рассеянный мантийный газ собирается из-за мощного воздействия так называемых горячих точек (об их существовании геологи узнали сравнительно недавно). Когда под платформами сформируются крупные газовые пузыри, в силу вступает закон Архимеда. Плотность газовой смеси (водород-метан) даже при давлении мантии будет меньше плотности воды. А вот плотность самой мантии превышает плотность воды более чем в три раза. Значит, подъёмная сила пузыря объёмом в 1 кубический километр составит 2,5 миллиарда тонн! И к тому же этот газ раскалён до 600-8000 С. Тот факт, что кимберлитовые трубки на глубине сужены в тонкую ножку, говорит о том, что вся огромная подъёмная сила газа была приложена к очень малой площади» (А. Портнов, 1999).

«Валовый химический состав Земли очень близок к составу углистых хондритов – метеоритов, по составу близких первичному космическому веществу, из которого формировалась Земля и другие космические тела Солнечной системы. По валовому составу Земля на 92% состоит всего из пяти элементов (в порядке убывания содержания): кислорода, железа, кремния, магния и серы. На все остальные элементы приходится около 8%. Однако в составе геосфер Земли перечисленные элементы распределены неравномерно – состав любой оболочки резко отличается от валового химического состава планеты. Это связано с процессами дифференциации первичного хондритового вещества в процессе формирования и эволюции Земли. Основная часть железа в процессе дифференциации сконцентрировалась в ядре. Это хорошо согласуется и с данными о плотности

вещества ядра, и с наличием магнитного поля, с данными о характере дифференциации хондритового вещества, и с другими фактами. Эксперименты при сверхвысоких давлениях показали, что при давлениях, достигаемых на границе ядра и мантии, плотность чистого железа близко к 11 г/см³, что выше фактической плотности этой части планеты. Следовательно, во внешнем ядре присутствует некоторое количество лёгких компонентов. В качестве наиболее вероятных компонентов рассматриваются водород или сера. Так расчёты показывают, что смесь 86% железа + 12% серы + 2% никеля соответствует плотности внешнего ядра и должна находиться в расплавленном состоянии при P-T условиях этого участка планеты. Твёрдое внутреннее ядро представлено никелистым железом, вероятно, в соотношении 80% Fe + 20% Ni, что отвечает составу железных метеоритов» (Ю.В. Попов).

«Все основные нижне-мантийные минералы (бриджманит, CaSi-перовскит, ферропериклаз и стишовит) являются номинально безводными минералами (NAM), в которых водород составляет менее 1 мас. % и не входит в состав химической формулы. Наиболее надёжно определённые концентрации воды составляют 1400-1800 г/т в бриджманите, 10-80 г/т в ферропериклазе и 20-150 г/т в стишовите. Среднее содержание воды в нижней мантии оценивается ~1500 г/т. Несмотря на столь невысокие содержания, вода образует огромный резервуар в нижней мантии, масса которого должна составлять ~45.45 × 10²³ грамм H₂O, т.е. ~3.3 массы океанов. Главным источником воды в нижней мантии являлась первичная вода, сохранившаяся с ранних стадий эволюции Земли» (Ф.В. Каминский, 2018).

«Непрерывное увеличение давления по мере роста и уплотнения металлического ядра, а затем и силикатной мантии способствовало их стабильности. Разложение гидридов железа и никеля с образованием молекулярного водорода оказалось возможным, когда на границе раздела мантия – ядро, вследствие внешних силовых воздействий на Землю стали происходить срывы и смещения граничных слоёв, приводящие к снижению давления в системе. Трансформация водорода из гидридной формы в молекулярное состояние имеет важные петрологические, минералогические и геодинамические последствия. Молекулярный водород при высоких температурах принимает участие в окислительно-восстановительных реакциях с железосодержащими силикатами и углеродсодержащими газами (CO, CO₂), что определяет возможность синтеза воды во всём объёме мантии. Вода, как известно, существенно снижает температуру плавления пород, приводя к их частичному

плавлению (астеносфера, слой «D» в основании мантии, в котором зарождаются плюмы), и осуществляет гидролиз силикатов магния, переходя при этом в химически связанное состояние (в виде гидроксил-ионов). Гидроксилсодержащие силикаты магния обладают высокой пластичностью и также изменяют реологические свойства пород. Появление геологически ослабленных участков пород в мантии в сочетании с внешними космическими воздействиями оказывает существенное влияние на тектоническую активность и определяет возможность её проявления во всём объёме мантии» (В.Н. Румянцев, 2016).

«Свободный водород находится в магмах и в изверженных породах в большом количестве. При действии воды и угольной кислоты в глубинах земной коры могут образоваться значительные массы CO. CO, в атмосфере находится в ничтожном количестве, так или иначе, не накапливается.

Не надо забывать, что вода, выделяемая при плавлении и нагревании горных пород, и часть воды магмы происходят благодаря распадению соединений – алюмосиликатов и силикатов, тех же резорбируемых пород. Необходимо подчеркнуть, что нефти не могут быть рассматриваемы только как углеводороды. Углеводороды только преобладают в их составе. Они всегда содержат многие проценты, иногда десятки процентов соединений, заключающих O, N, S.» (В.И. Вернадский, 1934).

Химическая геодинамика (А.Ф. Грачев, ИФЗ РАН РФ).

Химическая геодинамика, как новый раздел наук о Земле, зародилась на стыке глубинной геофизики и геохимии мантии. Её объектом изучения являются базальты как прямые мантийные выплавки и глубинные ксенолиты, которые обычно присутствуют в щелочных оливиновых базальтах. Развитие химической геодинамики в последнее десятилетие привело к тому, что были установлены изотопно-геохимические показатели основных мантийных резервуаров.

Выделены резервуары:

PM – примитивная мантия (на время 4,5 млрд лет);

BSE – однородный хондритовый резервуар (современный);

PREMA – наиболее примитивный состав мантии, сохранившийся с самой ранней стадии развития Земли;

RHEM – примитивная гелиевая мантия;

FOZO – нижняя мантия, как результат дифференциации однородного хондритового вещества;

LM – нижняя мантия;

UM – верхняя мантия;

DM – деплетированная мантия (истощённая);

EM – обогащённая мантия;

HIMU – обогащённая ураном, торием, свинцом мантия, образовавшаяся в первые 1,5–2,0 млрд лет;

C – континентальная кора в целом;

A – атмосфера;

P – источник типа «плюм» (горячая точка) [А.Ф. Грачев].

После открытия в 1969 году первичного планетарного гелия [Мамырин 1969], появилось большое количество работ, подтверждающих данный факт. В результате изотопная система Ge-Ag оказалась достаточно хорошо изученной и основные мантийные резервуары для Земли, известные на сегодня, включая данные по Sr, Nd, Pb.

CNO цикл:

На Земле гелий образуется в результате альфа-распада тяжёлых элементов альфа-частицы, излучаемые при альфа-распаде, – это ядра гелия-4. Часть гелия, возникшего при альфа-распаде и просачивающегося сквозь породы земной коры, захватывается метаном, концентрация гелия в котором может достигать 7 % от объёма и выше.

В рамках восемнадцатой группы гелий по содержанию в земной коре занимает второе место (после аргона). Содержание гелия в атмосфере (образуется в результате распада тория, урана и их дочерних радионуклидов) – $5,27 \times 10^{-4}$ % по объёму, $7,24 \times 10^{-5}$ % по массе. Запасы гелия в атмосфере, гидросфере, литосфере оцениваются в 5×10^{14} м³. Гелиеносные природные газы содержат, как правило, до 2 % гелия по объёму. Исключительно редко встречаются скопления газов, гелиеносность которых достигает 8–16 %.

Среднее содержание гелия в земном веществе – 0,003 мг/кг, или 0,003 г/т. Наибольшая концентрация гелия наблюдается в минералах, содержащих уран, торий и самарий: левеите, фергюсоните, самарските, гадолините, монаците (монацитовые пески в Индии и Бразилии), торинаните. Содержание гелия в этих минералах составляет 0,8–3,5 л/кг, а в торинаните оно достигает 10,5 л/кг. Этот гелий является радиогенным и содержит лишь изотоп ⁴He.

Он образуется из альфа-частиц, излучаемых при альфа-распаде урана, тория и их дочерних радионуклидов, а также других природных альфа-активных элементов (самарий, гадолиний и т. д.).

В 2016 году норвежские и британские учёные обнаружили залежи гелия в районе озера Виктория в Танзании. По примерным оценкам экспертов, объём запасов – 1,5 млрд кубических метров. Значительные запасы гелия содержатся в восточносибирских газовых месторождениях в России. Запасы гелия в Ковыктинском месторождении оцениваются в 2,3 млрд кубометров, в Чаюдинском месторождении – в 1,4 млрд кубометров. Гелий – удобный индикатор. При помощи гелиевой съёмки можно определять на

поверхности Земли расположение глубинных разломов. Гелий как продукт распада радиоактивных элементов, насыщающих верхний слой земной коры, просачивается по трещинам, поднимается в атмосферу. Около таких трещин, и особенно в местах их пересечения, концентрация гелия более высокая. Это явление было впервые установлено советским геофизиком И.Н. Яницким во время поисков урановых руд. Эта закономерность используется для исследования глубинного строения Земли и поиска руд цветных и редких металлов. Также гелий может использоваться для выявления геотермальных источников. Согласно опубликованным исследованиям, концентрации гелия в почвенном газе над геотермальными источниками превышает фоновые значения в 20-200 раз. **Повышенные концентрации гелия в почвенном газе могут указывать на наличие залежей урана.**

Ковыктинское месторождение. Крупнейшее месторождение газа страны находится в Ангаро-Ленской ступени. Состав газового конденсата – метан, этан, бутан, и особо ценный гелий, запасы которого достигают 2,3 миллиарда метров кубических. Это огромный объём ценнейшего газа, который и стал причиной такой активной разработки на этом месторождении. Глубина залежей достигает 2,8-3,3 километра, что также утрудняет разработку этой местности. Высота пласта колеблется от 10 до 180 метров. Газ выходит на поверхность под давлением 150 атмосфер. Процентная составляющая гелия в добытом конденсате составляет 0,28%. Но даже тысячная доля процента считается рентабельным условием для начала разработки. Это делает Ковыктинское месторождение не только одним из самых крупных в России, но и уникальным, а его сырье имеет мировое значение. Особенность газа в низкой температуре кипения. К тому же его использование экологическое, поэтому его использование очень популярно. Медицина, ракетостроение, атомная и электронная промышленность – везде он очень востребован.

Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение с гелием. Газ месторождения имеет сложный компонентный состав, содержит значительные объёмы гелия. На Чаяндинском месторождении впервые в России в промышленном масштабе будет использована технология мембранного извлечения гелия из природного газа непосредственно на промысле.

Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение относится к «бедным» по содер-

жанию гелия месторождениям объёмная доля этого вещества в газе составляет до 0,055%. В «богатых» месторождениях содержится более 0,5% гелия, в рядовых – 0,1-0,5%. Все месторождения с содержанием гелия менее 0,1% причисляются к «бедным».

Запасы и производство. Мировые запасы гелия составляют порядка 41 млрд кубометров. Основные запасы сосредоточены в Катаре, Алжире, США и России. В мире производится около 175 млн кубометров гелия в год. Крупнейшим производителем этого продукта являются США. В России пока производится лишь около 5 млн кубометров гелия в год. Это связано с тем, что основные запасы этого вещества сосредоточены в месторождениях Восточной Сибири и Дальнего Востока, которые ещё довольно плохо освоены. Между тем содержание гелия в этих месторождениях очень высокое – 0,2-0,8%.

Углистые хондриты. С-хондриты содержат много железа, которое почти всё находится в соединениях силикатов. Благодаря магнетиту (Fe₃O₄), графиту саже и некоторым органическим соединениям углистые хондриты приобретают тёмную окраску. Также содержат значительное количество гидросиликатов (серпентин, хлорит, монтмориллонит). Гидросиликаты в составе хондритов существенно влияют на их плотность.

– Si-хондриты характеризуются обильным содержанием гидратированных силикатов. Преобладающим является септхлорит. Гидросиликаты обычно встречаются в форме стекла. В Si-метеоритах вообще нет хондр, что является исключением для хондритов.

– SM-хондриты состоят из 10-15 % связанной в составе гидросиликатов воды, и 10-30 % пироксена и оливина в хондрах.

– CO- и CV-хондриты содержат около 1 % связанной воды, и состоят в основном пироксена, оливина и других дегидратированных силикатов. В этих хондритах также встречается небольшое количество никелистого железа.

Е-хондриты (энстатитовы) состоят в основном из железа в его свободном состоянии, то есть при нулевой валентности, и силикатных соединений, в которых железо почти отсутствует. Пироксен в метеоритах этого типа содержится в виде энстатита, от которого и произошло название класса хондритов. Энстатитовые хондриты судя по их структурным и минералогическим особенностям были подвергнуты тепловому метаморфизму при максимальных для них температурах (600-1000°C), поэтому в них присутствует меньше всего летучих компонентов, а среди других классов хондритов энстатитовые признают самыми восстановленными. Хондры заполнены обломоч-

ным материалом, находятся в тёмной мелкодисперсной матрице, имеют неправильную форму.

«На основе цифровой базы данных автора (576 сланцевых толщ в 177 осадочных бассейнах 47 стран мира) впервые составлен Сводный стратиграфический разрез нефтегазоматеринских толщ планеты Земли, охватывающий временной диапазон в 2100 млн лет. Такой подход предоставляет возможность научного прогноза месторождений нефти и газа в широком стратиграфическом диапазоне от палеопротерозоя до квартера, что существенно расширяет перспективы роста ресурсной базы углеводородов России.

Древнейшие АУФ НГМТ палеопротерозоя, рифея и раннего венда ($\approx 2\ 100\text{-}570$ млн лет). Фиксируется: *Феномен природных ядерных реакторов (возраст $1,968 \pm 0,050$ млрд лет), определивших дополнительное преобразование нефтегазоматеринских пород серии Franceville в результате ионизирующего излучения урана и продуктов его распада*» (Н. Киселева, 2017).

Проявлена чёткая парагенетическая связь между концентрацией урана в углеводородах и запасами гелия в них. Концентрация урана в углеводородах и запасы гелия в них возрастают от квартера к палеопротерозою.

Для формирования минералогических ассоциаций системе требуется энергия, которую она получает от большей системы, в которой она находится, это система Земли. Автоколебательная система Земли как стационарный энергетический центр, располагается в ещё большей энергетической системе Солнца, система Солнца находится в одном из энергетических рукавов, галактики Млечный Путь. Все эти объекты космоса имеют ядерную область, которая является источником энергии первого рода и иерархию генераторов волн энергии второго рода.

«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).

То есть, любые реальные системы следует рассматривать с позиций доказанной И.Р. Пригожиным (1947) теоремы термодинамики неравновесных процессов:

«при внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния, стационарное состояние системы соответствует минимальному производству энтропии».

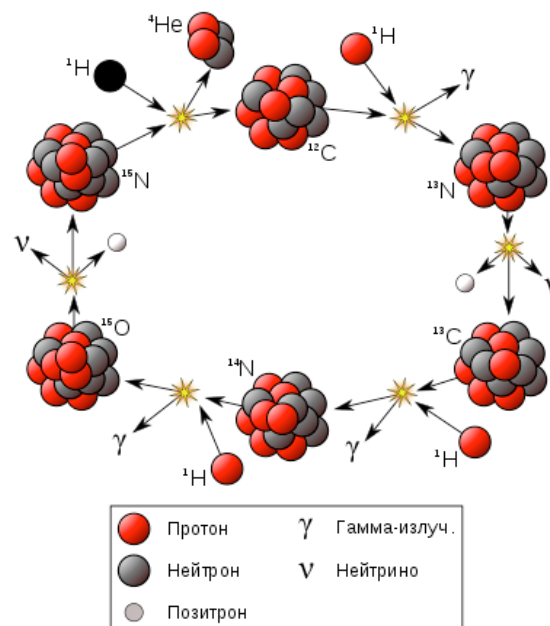
В подошве нижней мантии (2900 км), в оболочке D11, происходят активные процессы физико-химических деформаций, которые сопровождаются выделением энергии.

Исследования С.В. Старченко, позволяють установить причины и следствия структурно-вещественного преобразования системы Земли и концентрации минерального сырья под воздействием волны энергии мощностью 10-13 Твт.

В мантии при высоких значениях температуры и давления есть химические элементы C H N S O U Ge, что доказывает наличие в пределах мантии процессов синтеза углеводородов. **CNO-цикл** – термоядерная реакция превращения водорода в гелий, в которой углерод, кислород и азот выступают как катализаторы. Считается одним из основных процессов термоядерного синтеза в массивных звёздах главной последовательности.

CNO-цикл – это совокупность трёх сцепленных друг с другом или, точнее, частично перекрывающихся циклов. Самый простой из них – CN-цикл (цикл Бете, или углеродный цикл) – был предложен в 1938 году Хансоном Беке и независимо от него Вайцзеккером» (Википедия).

«Участники международной коллаборации Vogehino объявили о первом наблюдении нейтрино из реакций углеродно-азотного цикла в Солнце. Это экспериментально подтверждает второй механизм генерации энергии в звёздах. Ранее наблюдались нейтрино только из протон-протонного цикла. Открытие имеет первостепенное значение для астрофизики, так как в звёздах более массивных, чем Солнце, энергия выделяется в основном за счёт углеродно-азотного цикла. Результаты исследования опубликованы в Nature.



Ядро Солнца – гигантский термоядерный реактор. В процессе ядерных трансформаций при температуре около 15 миллионов градусов протоны сливаются друг с другом и образуют гелий. Гелий нарабатывается в двух многостадийных процессах: в протон-протонной (pp) цепочке и в углеродно-азотном (CNO) цикле. Часть ядерных реакций сопровождается испусканием нейтрино. Из-за чрезвычайно малой вероятности взаимодействия с обычным веществом нейтрино легко проходят сквозь толщу Солнца, сохраняя информацию как о ядерных процессах в глубинах Солнца, так и об условиях их протекания. Хотя поток солнечных нейтрино огромен и исчисляется миллиардами частиц на квадратный сантиметр в секунду, регистрация неуловимых нейтрино представляет собой чрезвычайно сложную экспериментальную задачу».

Доказательство прохождения реакций углеродно-азотного цикла в Солнце является важным научным достижением, шагом на пути к разрешению загадки его химического состава. Поскольку поток нейтрино, генерируемый в CNO-цикле, напрямую связан с концентрацией элементов C, N и O, участвующих в реакциях, то измерение потоков этих нейтрино напрямую связано с химическим составом Солнца.

Выводы:

Феномен природных ядерных реакторов (возраст $1,968 \pm 0,050$ млрд лет), определивших дополнительное преобразование нефтегазоматеринских пород серии Franceville в результате ионизирующего излучения урана и продуктов его распада.

Проявлена чёткая парагенетическая связь между концентрацией урана в углеводородах и запасами гелия в них. Концентрация урана в углеводородах и запасы гелия в них возрастают от квартера к палеопротерозою.

CNO цикл.

На Земле гелий образуется в результате альфа-распада тяжёлых элементов альфа-частицы, излучаемые при альфа-распаде, — это ядра гелия-4. Часть гелия, возникшего при альфа-распаде и просачивающегося сквозь породы земной коры, захватывается метаном, концентрация гелия в котором может достигать 7 % от объёма и выше.

Выделен резервуар:

RHEM – примитивная гелиевая мантия.

В мантии при высоких значениях температуры и давления есть химические элементы C H N S O U Ge, что доказывает наличие в пределах мантии процессов синтеза углеводородов. XXI

Литература

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. Государственное научно-техническое горно-геолого-нефтяное Издательство. Москва Ленинград Грозный Новосибирск 1934.
2. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. Н.Л. Киселева. Сводный стратиграфический разрез нефтегазоматеринских толщ мира. 2017.
3. Недропользование XXI века. 2117, № 3, В.Н. Устьянцев. О геотектомагматическом факторе генерации минерального сырья. Волновой механизм структурно-вещественного преобразования системы Земли с. 116.
4. Попов В.И. Минерально-сырьевые ресурсы Узбекистана АН Узбекистана Издательство ФАН», Ташкент 1976.
5. 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.
6. Никольский Б.П. Справочник химика 21 века, «Абиогенные соединения».
7. Устьянцев В.Н. Происхождение первичных углеводородов и нефти. GlobeEdit ISBN: 978-620-0-61141-3.
8. Устьянцев В.Н. Матрица автоколебательной системы Земли и происхождение нефти Год: 2021 Издательство: ФГУП «Издательство «Наука», объём страниц: 375, ISBN: 978-5-02-040821-0.

UDC 55

V.N. Ustyantsev, geologist, uvn_50@mail.ru

HELIUM AS AN INDICATOR OF THE HYDROCARBON SYNTHESIS PROCESS

Abstract: In the paradigm of the formation of carbohydrates in the mantle and zenocore is considered.

Keywords: mantle of the Earth's system, chondrites, CNO cycle.



Нерадовский Л.Г.

д.т.н., старший научный сотрудник
лаборатории инженерной геокриологии
ФГБУН «Институт мерзлотоведения им.
П.И. Мельникова» СО РАН
L031950N@ia.ru

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ СКАЛЬНО-ПОЛУСКАЛЬНОГО ОСНОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. НЕРЮНГРИ В КРИОЛИТОЗОНЕ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИКИ (МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ИНДУКТИВНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ)

Рассмотрен вопрос применения одного из забытых методов индуктивной геоэлектрики в части изучения прочности оснований инженерных сооружений на территории г. Нерюнгри. Показано, что эта типовая задача инженерно-геологических изысканий решается с приемлемой для практики погрешностью нетрадиционным путём изучения процесса затухания в слое годовых теплооборотов гальванического поля высокочастотного вертикального магнитного диполя.

Ключевые слова: Нерюнгри; основания инженерных сооружений; массив песчаника; прочность; метод ДИЗ; затухание; глубина; ошибка.

Современные геофизики не обращают должного внимания на методы, которые успешно применялись в прошлом веке в государственной системе недропользования. Не желая критически ознакомиться с опытом применения этих методов, геофизики считают их устаревшими и перестают применять. Одним из примеров такой негативной тенденции служит отказ от применения метода дистанционного индуктивного зондирования (ДИЗ) с его заменой разными вариантами метода частотного зондирования.

В настоящей статье сделана попытка реабилитировать метод ДИЗ не технически, а информационно. Обратит внимание на ещё неизученные возможности метода ДИЗ тех специалистов, которые применяют методы геофизики. Вниманию читателей журнала предлагается познакомиться с очередным новым результатом применения метода ДИЗ в криолитозоне Южной Якутии с целью оценки прочности оснований инженерных сооружений в г. Нерюнгри по характеристике меры затухания гальванического поля высокочастотного вертикального диполя (ВВМД).

Краткий геологический очерк

Административный центр Южно-Якутского территориально промышленного центра г. Нерюнгри расположен в 813 км на юг от г. Якутска – столицы Республики Саха (Якутия) на водоразделе нескольких рек (Чульман, В. Нерюнгри, Малый Беркакит, Амнуннакта) с высотой рельефа 636–913 м. Местоположение г. Нерюнгри показано на космическом снимке (рис. 1).

По обобщённым экспедиционным данным МГУ [13], мерзлота в Южной Якутии и в г. Нерюн-

гри имеет островное распространение. Мерзлота отличается небольшой мощностью 20-50 м и высокой среднегодовой температурой на подошве слоя годовых теплооборотов – $(0,1 \pm 0,5)$ оС. Тепловой режим водоразделов зависит от конвективного теплопереноса. Движение воздуха, воды в коренных породах по зонам тектоники увеличивает мощность слоя годовых теплооборотов до 30-50 м. Зимой в этих зонах образуются лёд и снег.

Район г. Нерюнгри представляет часть Чульманской впадины тектонического природы, на которую наложена Нерюнгринская синклиналь с дислокациями надвигов. В среднем течении р. Чульман и на территории г. Нерюнгри эти структуры выполнены осадочными породами горкитской свиты верхней юры и холодниканской свиты раннего мела. Осадочные породы по литологии сложены песчаником с линзами конгломератов, алевролитов, аргиллитов и каменных углей. Сверху они покрыты сплошным плащом делювия-элювия с преобладанием в этом слое дресвы, гравий с супесью и реже, горным песком ярко красного или оранжевого цвета. Строение слоя делювия-элювия наследует результат совместной деятельности 2-х главных процессов: тектонического и физического выветривания, включая в последний процесс криогенный метаморфизм. Следы этой совместной, но разделённой в геологическом времени деятельности, можно увидеть в строительных котлованах, вырытых для установки ленточных фундаментов инженерных сооружений или в других местах г. Нерюнгри, где слой делювия-элювия частично или полностью вскрыт бульдозерной техникой. Одно из таких вскрытий для строительства гаражей кол-



Рис. 1
Космический снимок г. Нерюнгри (в центре), сделанный с высоты 855 м. Слева в верхнем углу – карьер угольного месторождения с обогатительной фабрикой, а правее – р. Чульман. Длина масштабной линейки 2 км

лективного пользования показано на *рис. 2*. На нём участки строительной траншеи с хорошо отсортированным щебнисто-супесчаным и песчаным материалом красновато-оранжевого цвета служат ценными визуальными индикаторами выхода на дневную поверхность границ зон тектонического дробления и трещиноватости массива песчаника. Ниже слоя делювия-элювия и слоя годовых теплооборотов в относительно сохранной части массива песчаника эти зоны сохраняют своё первобытное состояние, бывшее до начала действия процесса выветривания, а наверху полностью разрушены.

На геологическое строение и формирование криолитозоны Южной Якутии сильное влияние оказал тектонический фактор [2]. В целом, надвиговой зоне вдоль Чульманской впадины свойственно очень сложное геокриологическое строение. С одной стороны неоднородность строения по площади и глубине, а с другой стороны неустойчивая временная динамика мерзлотно-грунтовых условий со значительным различием глубины сезонного оттаивания–промерзания (порядка 3-6 м) и с возможностью неоднократного перехода мёрзлых пород в талое состояние и наоборот.

Основание инженерных сооружений г. Нерюнгри хорошо изучено в инженерно-геологическом отношении, начиная с 1973 г. Собранный за несколько десятков лет основной объём материалов изысканий хранится в архиве Южно-Якутского треста инженерно-строительных изысканий (ЮжЯкутТИСИЗ). К глубокому сожалению, этот ценнейший материал в настоящее время не доступен для научной работы с целью его обобщения и публикации.



Рис. 2

Обнажение слоя делювия-элювия по стенке строительной канавы на южной окраине г. Нерюнгри с чередованием зон тектонического дробления и трещиноватости массива песчаника. Масштаб по стенке канавы: 1 см-0,75 м. Фото автора

Методика исследований

Объектом исследований был выбран массив песчаника, служащий основанием ленточных фундаментов эксплуатируемых инженерных сооружений г. Нерюнгри, а предметом исследований – 2 характеристики.

Со стороны геологии изучалась характеристика R_c – прочность на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии образцов грунтов. В геотехнике эта характеристика широко применяется в России и за рубежом. Примерами могут служить две работы. Это очень интересная и глубоко содержательная работа группы сотрудников лаборатории ОАО «Фундаментпроект» [1] и работа Х. Басарир, Л. Тутлуоглу и С. Карпуз [3].

Образцами грунтов в исследованиях методом ДИЗ служили монолиты песчаника, отобранные по неравномерной схеме из керна скважин до глубины 10–20 м.

Значения R_c были определены в лаборатории ЮжЯкутТИСИЗ по ГОСТ 21135.2–84 [5]. Однако лишь небольшая часть лабораторных данных, которую удалось собрать по 218 скважинам, была использована методом ДИЗ, более-менее равномерно покрывая площадь г. Нерюнгри. По образцам, отобранным в интервале глубины изучения массива песчаника методом ДИЗ, вычислялись средние значения R_c для сопоставления со значениями k .

Со стороны геофизики изучалась мера затухания поля ВВМД в окрестности тех скважин, где были получены лабораторные данные по прочности массива песчаника. Мерой затухания служили значения коэффициента уменьшения (k) амплитуды наиболее информативной и помехоустойчивой вертикальной составляющей поля ВВМД (H_z).

Что касается изучения самого процесса затухания поля ВВМД, то такой подход в постановке метода ДИЗ до сих пор не применялся и не применяется за рубежом [4] и в России [7]. Нежелание изучать энергетическое взаимодействие электромагнитного поля с геологической средой объясняется тем, что без компенсации (технической, методической) первичного поля вертикального магнитного диполя нельзя получить правильную оценку меры индуктивного отклика в нижнем полупространстве. То есть того отклика, который измеряется во вторичном поле диполя. В реальности такую оценку получить можно и без компенсации первичного поля. Доказательством служат многолетние результаты работ методом ДИЗ в криолитозоне Якутии, Забайкальского края и Амурской области [10].

Метод ДИЗ выполнялся с аппаратурой «СЭМЗ» [7]. Технология работы с этой техникой состоит в следующем. В каждой точке зондирования на геодезической треноге высотой около 1 м неподвижно устанавливалась передающая антенна (ПРД) с неизменной частотой излучения первичного поля ВВМД равной 1,125 МГц. От антенны ПРД, начиная с расстояния 5 м, с шагом 5 м удалялась приёмная антенна (ПРМ) на расстояние до 50 м с измерением микровольтметром модуля амплитуды Hz. По результатам измерений, привязанных к точкам местоположения антенны ПРД, строили графики значений Hz в зависимости от расстояния (разноса) между антеннами. Монотонно-нелинейный спад значений Hz при росте разноса идентифицировал картину закономерного затухания вторичного поля ВВМД, которая корректно аппроксимировалась степенной функцией. Её показатель присваивал-

ся значению коэффициента k, которое в свою очередь принималось за количественную оценку интегральной (усреднённой) меры затухания поля ВВМД в неоднородной и анизотропной геологической среде (массиве песчаника).

В каждом квартале г. Нерюнгри в 1-3 точках дополнительно проводились более трудоёмкие измерения значений большой, малой оси эллипса поляризации и угла наклона большой оси к дневной поверхности. Эти измерения были необходимы для определения по альбому палеток В.Ф. Лебедева и др. [9] электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости, через которые была оценена глубина изучения методом ДИЗ оснований инженерных сооружений.

Для изучения вероятностных распределений значений характеристик k, Rc и их отношений между собой применялась программа «Стадия» [8]. Прямые отношения изучались в виде графиков корреляционной связи зависимой от Rc характеристики k, а обратные отношения – в виде графиков регрессионной связи Rc от k. Эта связь физически не существует (прочность не может зависеть от затухания поля ВВМД), но именно эта связь используется в практике математической статистики для решения разных задач натуральных экспериментов. В частности, задачи оценки Rc по данным метода ДИЗ.

Следует заметить, что статистический анализ с сопоставлением характеристик любой природы переводит разрозненные единичные определения в пространство их общей связи, носящей чаще всего, смешанный стохастически-детерминированный характер. В рассматриваемом случае этот системообразующий переход позволяет не обращать внимание на требование учёта мас-

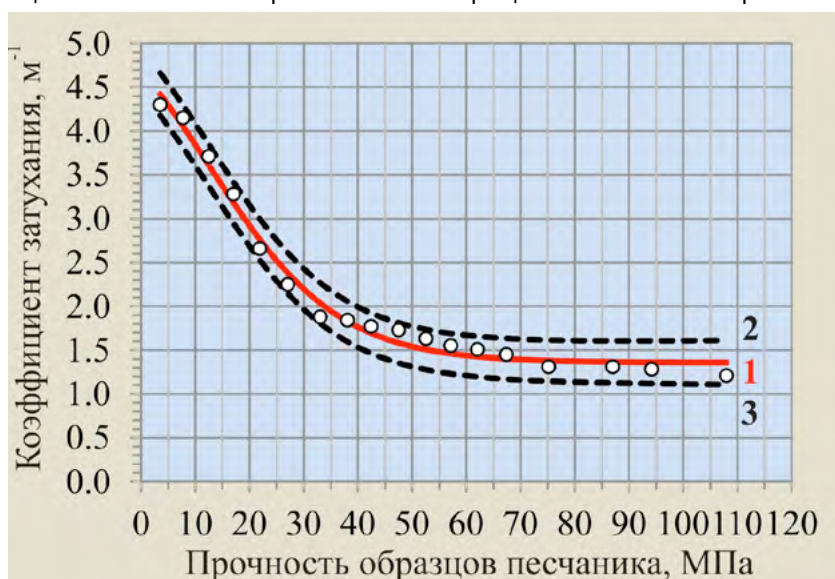


Рис. 3

График корреляционной связи волновой и прочностной характеристик: 1 – линия теоретического уравнения логистической функции; 2 и 3 – верхняя и нижняя границы 95,0 %-го доверительного интервала; 4 – фактические данные (кружки)

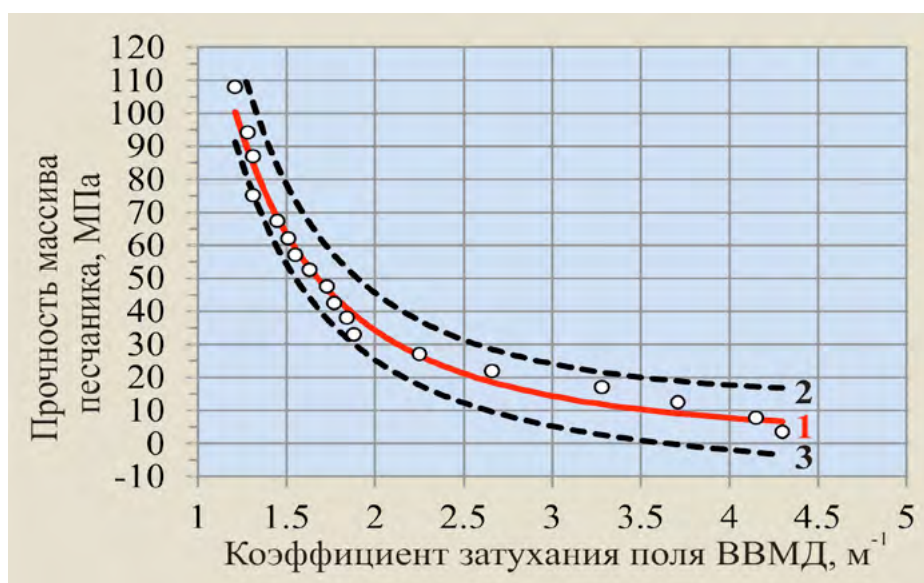


Рис. 4
 График регрессионной связи прочностной и волновой характеристик: 1 – линия теоретического уравнения степенной функции; 2 и 3 – верхняя и нижняя границы 95,0 %-го доверительного интервала; 4 – фактические данные (кружки)

Таблица. 1.
 Ошибки оценки прочности массива песчаника методом ДИЗ

Описательная статистика	МПа	%
Среднее арифметическое значение (САР)	0,10	0,09
Среднее медианное значение	0,02	0,49
Среднее модельное значение	нет	нет
Стандартное отклонение	4,16	20,30
Коэффициент вариации, %	43,28	223,10
Минимальное значение	-9,50	-62,02
Максимальное значение	7,63	35,67
Количество определений	18	18
Уровень доверительной вероятности САР (95,0 %)	2,07	10,09

штабного фактора и методом ДИЗ с привязкой к данным лаборатории оценивать прочности массива песчаника. Разумеется, полного согласия между этими данными достигнуть принципиально невозможно, как и для остальных геолого-геофизических данных. Почему? Потому, что в лаборатории изучают образцы песчаника в водонасыщенном состоянии [6], а затухание поля ВВМД изучают на застроенной территории г. Нерюнгри в массиве песчаника, находящегося в талом или высокотемпературном мёрзлом состоянии. Попутно сделаем два дополнения.

Во-первых, при необходимости оценку прочности водонасыщенного массива песчаника нетрудно получить в естественном воздушно-сухом состоянии введением поправочных нормативных коэффициентов из СНиП 2.02.01-83 [12]

применительно к инженерно-геологическим условиям г. Нерюнгри [11]. Во-вторых, средняя глубина изучения методом ДИЗ массива песчаника на частоте 1,125 МГц в интервале разносов 5-50 м с учётом эффективных значений электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости в г. Нерюнгри равен 6-18 м.

Результат исследований

С целью снижения случайного влияния иных мерзлотно-геологических факторов кроме фактора прочности, а также промышленных помех была выполнена регуляризация исходных цифровых рядов. Для решения этой задачи ряд R_c выстраивался в порядке роста его значений. В связанном с ним ряду k происходила соответствующая перегруппировка значений. После этого ряд R_c

разбивался на равные интервалы по 5 МПа. В границах этих интервалов по каждому ряду вычислялись средние арифметические значения R_c и k . Такой простой приём упорядочивания фактических данных усилил среди других факторов долю влияние фактора прочности на затухание поля ВВМД до 98,7 %. При таком очень высоком уровне детерминации статистическая парная корреляция $k-R_c$ превращается в функциональную связь. В ней прочность становится главным фактором, однозначно регулирующим по логистическому закону изменение меры затухания поля ВВМД. Это отчётливо видно на **рис. 3**. На нём рост средней прочности лабораторных образцов песчаника приводит к нелинейному снижению таких же средних значений k . Наиболее быстрое снижение происходит на участке от 3,5 до 38,06 МПа. При таких значениях совокупность образцов песчаника классифицируется, как смешанная категория пониженной, малой и средней прочности [6]. На участке с R_c от 38,06 до 108,00 МПа (образцы песчаника, относящиеся к категории средней прочности и прочной) затухание поля ВВМД заметно замедляется. При $R_c > 70$ МПа оно становится асимптотическим со снижением k на 35,8 %. Такое изменение выше средней ошибки определения k равной в рассматриваемом случае 7,8 %, что позволяет надёжно решать задачу оценки прочности массива песчаника при небольших значениях k – меньше 1,5 м-1.

Графический образ вероятностной регуляризированной регрессионной модели (**рис. 4**)

удобен для быстрой оценки методом ДИЗ средней прочности, но уже не образцов, а массива песчаника в основании инженерных сооружений в г. Нерюнгри. Этим образом рекомендуется пользоваться в полевых условиях в ходе проведения работ методом ДИЗ. Регрессионная связь R_c-k описывается уравнением степенной функции с очень высоким приведённым значением коэффициента множественной детерминации ($R^2=0,980$):

$$R_c = \exp(5,017)k^{-2,141}$$

где, R_c – среднее значение на глубине 6-18 м предела прочности массива песчаника на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии в МПа; k – среднее значение в м-1.

Среднее значение k вычисляется по группе из 5 точек ДИЗ, расположенных в углах и центре разрозненных или совмещённых участков размером до 100 м², в пределах которых изменчивость R_c выше 5 МПа вряд ли возможна. Однако исключить возможность появления этого события нельзя. Оно может случайно возникать при нахождении точек ДИЗ в зонах разрывной тектоники на границе прочного и разрушенного песчаника или в локализованных местах техногенно-антропогенного растепления на границе мёрзлого и талого песчаника. В таких случаях неоднородность массива песчаника по строению, составу, прочностному или криогенному состоянию рекомендуется обнаруживать по результатам ДИЗ в 4-х противоположных азиму-

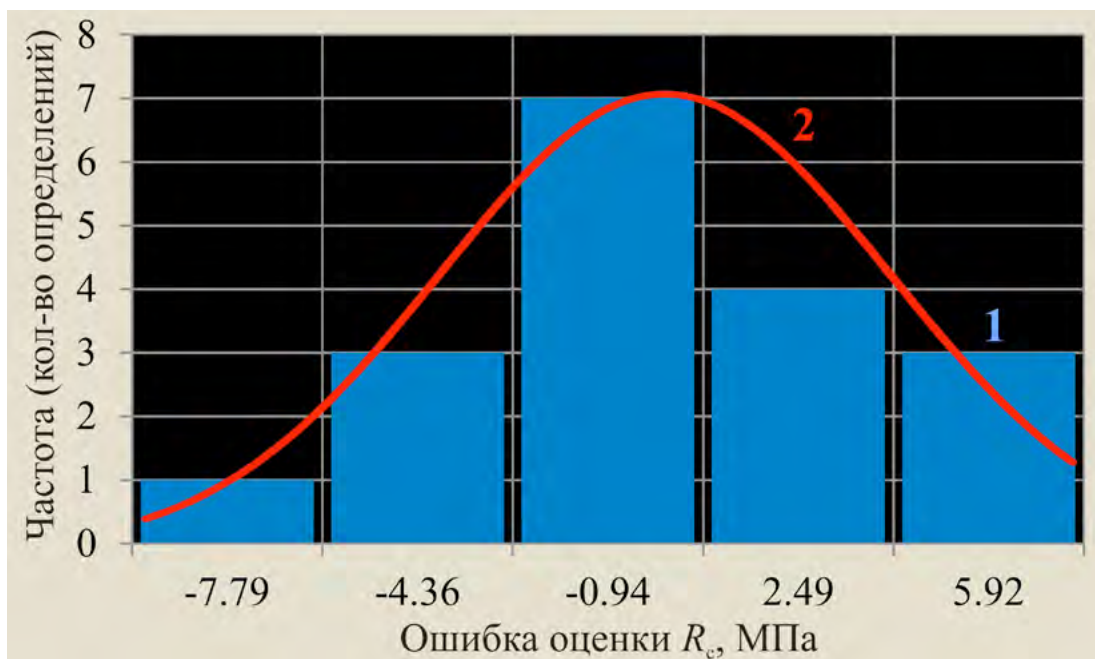


Рис. 5 Вероятностное распределение абсолютных ошибок метода ДИЗ: 1 – исходная гистограмма; 2 – теоретическая вариограмма нормального закона. Объём выборки – 18 определений

тах в радиусе охвата электромагнитным полем массива песчаника равным 50-60 м.

Статистика абсолютных и относительных ошибок оценки R_c по уравнению регрессии степенной функции приведены в *таблице*. В иллюстрации вероятностных распределений ограничимся графиком абсолютных ошибок (*рис. 5*).

Табличная статистика свидетельствует, что при почти нулевых средних значениях абсолютная ошибка изменяется от $-9,50$ до $7,63$ МПа. Интегральная мера изменчивости по коэффициенту вариации немаленькая и равна $43,28$ %. Доля небольших ошибок не более $\pm(2\div 3)$ МПа составляет 72 %. Почти такая же доля у относительных ошибок ($66,7$ %). Это означает, что в 7 из 10 случаев средняя прочность массива песчаника на глубине $6-18$ м будет оцениваться методом ДИЗ с высокой точностью. При допустимой относительной ошибке определения значений R_c в ± 30 % для лабораторных данных [5] и, тем более, для данных метода ДИЗ доля таких ошибок увеличивается до $88,8$ %.

Заключение

Эксперимент в Южной Якутии доказал способность метода ДИЗ решать сложную задачу петрофизики мёрзлых грунтов в сложных инженерно-геологических условиях островной мерзлоты на застроенной территории в г. Нерюнгри. Изучение вероятностных отношений меры затухания в массиве песчаника гармонического поля ВВМД и прочности массива установило между этими характеристиками очень тесные корреляционные и регрессионные связи. Благодаря этому найдено уравнение степенной функции для оценки средней прочности массива песчаника по данным метода ДИЗ. Этот метод рекомендуется применять в г. Нерюнгри с целью инженерно-геологического районирования квартальной застройки по категории прочности основания инженерных сооружений, построенных в прошлом веке и эксплуатируемых более 45 лет. При таком применении относительные ошибки метода ДИЗ с вероятностью $88,8$ % не превысят ± 30 %.

Литература

1. Аксёнов В.И., Иоспа А.В., Кривов Д.Н., Озерский К.В., Дорошин В.В. Сопоставление результатов испытаний мёрзлых грунтов на одноосное сжатие при ступенчатой и постоянной нагрузках // Электронное научное издание «Альманах Пространство и Время. Система планета Земля». Том 11. Выпуск 1, 2016.
2. Булдович С.Н., Мелентьев В.С., Наумов М.С., Фурикевич О.С. Роль новейших разрывных нарушений в формировании мерзлотно-гидрогеологических условий (на примере Нерюнградской синклинали Южно-Якутского мезозойского прогиба) // Мерзлотные исследования, 1976, вып. XV, с. 120-125.
3. Basarir H, Tutluoglu L, Karpuz C. Penetration rate prediction for diamond bit drilling by adaptive neuro-fuzzy inference system and multiple regressions // Engineering Geology, 2014, vol. 173, p. 1-9.
4. Voaga J. The use of FDEM in hydrogeophysics: A review. Journal of Applied Geophysics. 2017, vol. 139, p. 36-46.
5. ГОСТ 21135.2-84. Горные породы. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. – Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 7 с.
6. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 38 с.
7. Иголкин В.И., Шайдулов Г.Я., Тронин О.А., Хохлов М.Ф. Методы и аппаратура электроразведки на переменном токе: научное издание. – Красноярск: Изд-во Сибирского Федерального Университета, 2016. – 272 с.
8. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. М., ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006, 512 с.
9. Лебедев В.Ф., Онущенко В.И., Литвинцева Л.М. Комплекс СЭМЗ. Методическое пособие. Красноярск: Изд-во НПО Сибцветметавтоматика СССР, 1991, 83 с.
10. Нерадовский Л.Г. Технология электромагнитного зондирования мёрзлых грунтов слоя годовых теплооборотов / Под ред. А.В. Омеляненко. – Москва: АНО Изд. Дом «Научное обозрение», 2018. – 622 с.
11. Нерадовский, Л. Г. Прочность скального основания инженерных сооружений в криолитозоне Южной Якутии (г. Нерюнгри) / Л. Г. Нерадовский // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 2. – URL: <https://esj.today/PDF/01NZVN222.pdf> DOI: 10.15862/01NZVN222.
12. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР — М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.
13. Южная Якутия: мерзлотно-гидрогеологические и инженерно-геологические условия Алданского горнопромышленного района / под ред. В.А. Кудрявцева. – Москва: Изд-во МГУ, 1975. – 444 с.

UDC 550.379+552.513

L. G. Neradovskii, Senior Research Scientist, Laboratory of Engineering Geocryology Melnikov Permafrost Institute SB RAS, L031950N@ia.ru

ASSESSMENT OF THE STRENGTH STATE OF THE ROCKY-SEMI-ROCKY FOUNDATION OF ENGINEERING STRUCTURES IN THE CITY OF NERYUNGRI IN THE PERMAFROST ZONE OF SOUTH YAKUTIA ACCORDING TO GEOPHYSICS DATA (REMOTE INDUCTIVE SENSING METHOD)

Abstract: The issue of applying one of the forgotten methods of inductive geoelectrics in terms of studying the strength of the foundations of engineering structures in the territory of the city of Neryungri is considered. It is shown that this typical task of engineering-geological surveys is solved with an error acceptable for practice by an unconventional way of studying the attenuation process in the layer of annual heat exchanges of the galvanic field of a high-frequency vertical magnetic dipole.

Keywords: the city of Neryungri; foundations of engineering structures; sandstone massif; strength; EMI method; attenuation; depth; error.



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 ЕЁ ПОЛОЖЕНИЙ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СОВРЕМЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ - ЧАСТЬ 3 - СОДЕРЖАНИЕ И ЕГО АНАЛИЗ

1. Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, Кемерово
2. Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово

Раскрыто содержание Классификации запасов Геолкома СССР 1927 года. Представлены результаты сравнения её положений с положениями действующей Классификации запасов 2006 года. Указано на целесообразность использования ряда положений Классификации Геолкома для дальнейшего развития классификационной системы России.

Ключевые слова: твердые полезные ископаемые; классификация запасов; категории запасов; история создания классификации запасов.

СОДЕРЖАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ЕГО АНАЛИЗ

Анализ содержания Классификации 1927 года целесообразно сопроводить сопоставлением её положений с требованиями Классификации 2006 года, что позволит не только оценить её значимость и оригинальность, но и выявить те из них, которые, как ни странно, можно в дальнейшем использовать при развитии действующей классификационной системы России.

По завершении рассмотрения не поддающихся гармонизации проектов Трушкова Н. И. и Болдырева А. К. – Васильева И. С. Геолкомом был разработан и введен в действие итоговый вариант Классификации, вобравший в себя ряд отдельных положений этих проектов. Сразу после своего принятия Классификация была практически применена при подготовке обзора минеральных ресурсов СССР за 1926–1927 годы: «При оценке

запасов полезных ископаемых в Обзоре, в отношении месторождений, изучаемых Геологическим Комитетом, приведены преимущественно цифры, проверенные в Геологическом Комитете Особой Комиссией по запасам применительно к выработанной ею классификации запасов» [1]. В состав упомянутой Особой Комиссии, в соответствии с приказом по Геолкому от 31.05.1927 № 348, входили четыре человека: два помощника директора Котульский В. К. и Тихонович Н. Н. (по статусу – заместители по направлениям деятельности Комитета, первый ведал отделом прикладной геологии и разведок, второй – учётно-экономическим отделом), помощник заведующего отделом прикладной геологии Гедовиус А. К. и экономист учётно-экономического отдела Берлинг Н. И. Функции председателя Особой комиссии выполнял еще один помощник директора, тяжело заболевший к тому времени, Мейстер А. К.

Николай Николаевич Тихонович (1872-1952), один из крупнейших специалистов в области геологии нефти и газа, в 1929 году был осуждён на 10 лет по «Делу Геолкома» (причём работа [1] фигурировала в деле в качестве вещественного доказательства). Отбывая заключение, он руководил коллективом геологов Ухтинской экспедиции (Ухтпечлаг). В 1937 году под охраной он участвовал в XVII сессии Международного (Московского) геологического конгресса в качестве делегата. В 1943 году ему была присуждена степень доктора геолого-минералогических наук, а в 1949 году он был награждён Орденом Трудового Красного Знамени.

Владимир Климентьевич Котульский (1879-1951), известный специалист по геологии медно-никелевых месторождений, имел дореволюционный опыт заведующего горными работами. В 1930 году он был приговорён расстрелу с его заменой 10 годами заключения за организацию Геологического комитета при Правительстве адмирала Колчака А. В. и за враждебную деятельность в советское время – он якобы занижал запасы месторождений металлов, сообщил английской концессии «Лена-Гольдфильдс» (которая фигурировала и в «Деле Геолкома») секретные сведения по Алтайским месторождениям и т.п. Однако Котульский В. К. вскоре был освобождён по просьбе его сестры – певицы, солистки Большого театра, Народной артистки СССР. В 1931 году он был награждён Орденом Ленина. В 1932 году был арестован и осуждён на 10 лет лагерей. Он отбывал наказание в качестве начальника Особого геологического бюро в Мурманске, консультанта трестов «Апатит» и «Североникель». Как и Тихонович Н. Н., будучи заключённым, он участвовал в работе Московского Международного геологического конгресса, вскоре после которого был освобождён. В 1943 году Котульский В. К. был награждён орденом Трудового Красного Знамени. В 1949 году он был арестован по «Красноярскому делу» и в конце 1950 года осуждён на 25 лет лагерей. В начале 1951 года погиб – был убит уголовником на этапе из Красноярска в Норильлаг.

Альфред Карлович Гедовиус (1879-1929) специалист по разведке рудных месторождений, перешедший, как и Тихонович Н. Н., на работу из Центрпрозраведки в Геолком при их слиянии. Гедовиус А. К. был заместителем одного из авторов проекта Классификации – тяжело болевшего в период создания Особого Комитета Геолкома Васильева И. С., ушедшего из жизни в середине 1927 года. Сам Гедовиус А. К. ненадолго пережил своего руководителя и скончался после операции в марте 1929 года.

Николай Иванович Берлинг (1882-1964), один из первых специалистов в области учёта ми-

неральных ресурсов и экономики минерального сырья. В 1932 году он был осуждён и приговорён к 5 годам лагерей по «политической» статье 58-7. В период заключения работал в особом геологическом бюро в Мурманске, состоял инженером-консультантом Мурманского треста строительных материалов, был научным сотрудником Мурманского филиала Географо-экономического института Ленинградского университета, а затем курировал сектор промышленно-экономических изысканий филиала этого института.

Александр Карлович Мейстер (1865-1938), известный геолог, петрограф, минералог, внёс огромный вклад в изучение геологии и золотогенеза Западной и Средней Сибири. В 1918-1921 годах он являлся директором Геолкома. В период ликвидации Геолкома Мейстер А. К. был на короткое время арестован. В 1938 году его вновь арестовали в связи с делом его младшего брата, вице-президента ВАСХНИЛ Мейстера Г. К., и осенью 1938 года он скончался в тюремной больнице.

Оценить вклад каждого из членов Особого комитета в разработку Классификации невозможно, но это была явно коллективная работа. Тем не менее, можно предположить, что значительный вклад в разработку Классификации внёс Берлинг Н. И. Основанием для такого предположения служит содержание его работы [2], в которой он представил результаты наиболее полного сравнительного анализа проектов Классификации. В этой статье он сформулировал ряд концептуальных предложений по содержанию и принципам построения Классификации, отличающихся от предлагаемых Трушковым Н. И., Болдыревым А. К. и Васильевым И. С. и впоследствии использованных в итоговой редакции Классификации. Берлинг Н. И. полагал, что «никакой подсчёт запасов, сколь совершенен бы он ни был, не нужен сам по себе; он ценен лишь постольку, поскольку из него могут быть сделаны выводы темы, кому придётся им пользоваться» («классификация запасов для потребителя»). *Задавшись вопросом: «для чего и в каком виде нужны цифры запасов по категориям», он ответил на него так: «Промышленник должен, по моему, искать ответа на три вопроса: 1) какое количество ископаемого требуемого качества, по мнению авторитетного лица, производящего подсчёт, можно с наибольшей степенью вероятности рассчитывать встретить в недрах, 2) какова точность и достоверность этой цифры, т.е. как велики возможные отклонения и связанный с ними риск, 3) каковы шансы встретить запасы ископаемого сверх определённого уже по пункту 1-му количества» и «но государство нуждается в цифрах запасов ещё и с другой точки зрения, а именно, при планировании*

промышленности и вообще всей народнохозяйственной жизни на более отдалённые сроки». Под промышленником Берлинг Н. И. понимал как частный бизнес, так и государство, т.к. в тот период времени в стране действовало «Горное положение СССР» 1927 года, допускающее ведение горного промысла не только государственными, но и частными предприятиями, а также отдельными гражданами. По результатам анализа представленных проектов Берлинг Н. И. сделал вывод, «*что авторы их классификацию запасов трактовали не с точки зрения потребителя, а как геологи или эксперты, которым надо решить, в какую схему рациональнее уложить все встречающиеся случаи подсчётов запасов».* По его мнению, необходимо было признать «*правильность построения классификации с точки зрения пригодности её для потребителя»*[2]. Именно это положение и легло в основу Классификации Геолкома. Предваряющие текст Классификации разъяснения, подписанные и.о. директора Комитета Мейстером А. К., указывали, «*что при классификации запасов по категориям ясность и определённости их получается лишь в том случае, когда в основу деления положено назначение той или иной категории запасов соответственно реальным требованиям народного хозяйства»* [3].

Собственно Классификация представляла собой одностраничный документ, включающий в себя классификационную таблицу и шесть примечаний. Идентичный текст Классификации был опубликован Комитетом в нескольких изданиях (например, в приложении 1 к обзору [1], в материалах Комитета [3], в журнале [4] и т.д.).

Знакомясь с текстом Классификации невозможно не обратить внимание на определенную недосказанность, например, в ней отсутствуют указания на принцип подразделения запасов категории С на две подгруппы и имеются отсылки к еще несуществующим инструкциям. Несомненно, что это явилось следствием спешки, предположение о причинах которой были изложены в предыдущей части настоящей статьи.

При анализе Классификации необходимо учитывать не только ее концептуальные положения, но и их интерпретацию, раскрываемую в Инструкции по ее применению. Эта Инструкция [5] была выпущена в 1931 году вновь созданным на базе ликвидированного Геолкома Главным геологоразведочным управлением (ГГРУ) ВСНХ СССР. Процесс ликвидации Геолкома сопровождался острой борьбой мнений и подходов, организационными преобразованиями и кадровыми перестановками [6], которые, вероятно, и стали причиной замедления темпов подготовки нормативно-методической базы советской геологоразведки. Замедлилась работа и по созданию нормативов

в области методики разведки, которые должны были опираться на новые классификационные подходы. Так до 1931 года, как отмечается в [8], в качестве руководства по методологии разведок преимущественно использовалось посмертное издание курса Васильева И. С. [7]. Только в 1931 году по распоряжению начальника ГГРУ ВСНХ СССР Сыромолотова Ф. Ф. на основе Классификации Геолкома были подготовлены специальные «Материалы...» [8], кратко излагавшие задачи геологоразведки и пути их решения. Причем, дальнейшее затягивание процесса нормотворчества стало, вероятно, уже неприемлемым – на подготовку «Материалов...» исполнителям (по видам минерального сырья) было выделено от 8 до 20 дней. «*Такая поспешность продиктована, главным образом, желанием дать еще в текущем сезоне некоторые руководящие указания многочисленным молодым работникам геологоразведочной службы Союза»* [8]. Эти «Материалы...», вероятно, впервые официально разделили геологоразведочный процесс на четыре стадии: поиски, предварительная разведка, детальная разведка и эксплуатационная разведка. Разумеется, что наименования этих стадий существовали и до выпуска «Материалов...» [8], но именно в них впервые были четко определены цели, содержание и результаты по трем направлениям: геологоразведочные работы, опробование, топографические работы. В частности, результатами поисков должны были быть запасы категории С, предварительной разведки – запасы категорий С и В, детальной – В и А2, эксплуатационной разведки – А1.

Инструкция ГГРУ [5] к Классификации Геолкома была, по информации Крейтера В. М. [9], единолично подготовлена Пожарицким К. Л., впоследствии ставшим известным советским геологом, внесшим значительный вклад в разработку методологии опробования и использования при обработке ее результатов методов математической статистики, а также в создание методов геолого-экономической оценки месторождений. Крейтер В. М. отмечал, что «*в этой инструкции количество неясностей и противоречий достаточно велико и пользование ею крайне затруднительно»* [9]. Это, впрочем, вполне естественно для первого опыта подготовки подобного норматива, тем более что внутри издания [5] наименование Инструкции начиналось со слова «Временная».

Из сравнения Классификации 1927 года и действующей Классификации 2006 года [10] следует, что принцип «классификация запасов для потребителя» последней игнорируется.

Запасы категорий А и В по Классификации 2006 года это запасы, выделяемые на участках детализации, которые, как известно [11, 12, 13]

Таблица 1.

Классификация запасов полезных ископаемых, принятая Геологическим Комитетом

Группы	Назначения запасов	Характер и детальность фактического материала
A ₁	Для точных эксплуатационных расчётов предприятий	Подготовленный к добыче запас. Для месторождений, не требующих подготовительных работ, – детально разведанный и опробованный запас
A ₂	Для производственных планов, как фонд, оправдывающий возврат капитальных и производственных затрат	Запас в пределах объёмного контура, определяемого выработками, скважинами и естественными выходами (иногда уточняемого геофизическими исследованиями), расположенными на таких расстояниях, что по характеру месторождений допускается интерполяция соседних данных
B	Для перспективных планов предприятий и планирующих органов	Запас в пределах объёмного контура, определяемого выработками, скважинами, естественными выходами и геофизическими исследованиями, но с количеством данных, недостаточным для включения запаса в предыдущую группу
C	Для общегосударственных соображений, составления планов геологоразведочных работ и геологических выводов	Запас, установленный только на основании геологических предпосылок, результатов геофизических исследований и отдельных редких искусственных и естественных обнажении

Примечание 1. Подробные условия отнесения запасов в ту или иную группу по детальности имеющегося фактического материала применительно к разным типам месторождений определяются особой инструкцией (разрабатывается Геологическим Комитетом).

Примечание 2. Запасы полезных ископаемых разных качеств следует учитывать всегда отдельно, согласно этой классификации (промышленные, непромышленные, пригодные, непригодные к эксплуатации, окисленные, сульфидные, разные по содержанию и пр.).

Примечание 3. Цифры запасов, приводимые без особых оговорок, всегда должны пониматься, как относящиеся к полному подсчитанному объёму без вычетов на потери при разработке и переработке.

Примечание 4. В исключительных случаях, при подсчёте запасов по месторождениям, по своему характеру не оправдывающим разведки запасов категории А в требуемом количестве, но удовлетворительно изученным для оценки запасов В, для обоснования производственных планов, наравне с запасом А, может быть принята во внимание часть запасов В, причём этот запас не должен превышать некоего произведения кА. Коэффициент "к" определяется инструкцией, в зависимости от типа месторождений.

Примечание 5. При подсчёте запасов групп А1 и А2 необходимо приводить ошибку подсчета (для А1 допустима меньшая и для А2 несколько большая). Метод исчисления ошибок будет указан в инструкции, точные же пределы их будут даны по обработке соответствующего материала.

Примечание 6. Месторождения, запасы которых не могут быть численно выражены, включаются в списки месторождений со словесной характеристикой запасов. Иногда могут быть даны цифровые выражения запасов на метр углубки или на единицу площади, или же площадь распространения ископаемого, или же намечен порядок цифр запаса.

Группа С может быть подразделена на подгруппы С1, С2 и т. д.» [1, 3, 4].

служат для обоснования рациональной геометрии и плотности разведочной сети, а также для подтверждения достоверности разведанных запасов основной категории С1. Их предписано создавать на наиболее характерных участках месторождения, а их совмещение с намеченным к первоочередной отработке контуром, является желательным, но далеко не главным условием. Более того, в качестве участков детализации могут использоваться и фрагменты горных отводов уже действующих предприятий. Таким образом, с позиции требований горного производства

участки детализации являются создаваемыми в методологических целях избыточно разведанными фрагментами месторождения, повышенный уровень геологической изученности которых не имеет никакого практического значения для промышленности. Не случайно, что при проектировании горных предприятий запасы категорий А, В и С1 учитываются лишь совокупно. Таким образом «потребители» результатов классификации не испытывают абсолютно никакой потребности в выделении запасов категорий А и В. Более того, с позиции инвесторов, не знакомых с тонкостями

реальной практики категоризации, значительная доля запасов категорий А и В по объекту должна рассматриваться как фактор, указывающий на повышенный риск недропользования – ведь, опираясь на требования Классификации 2006 года, они должны предполагать, что многочисленность создаваемых участков переразведки (детализации) объективно должна быть связана с некими сомнениями, которые испытывали геологи при выполнении разведки. Как показывает практика разведки угольных месторождений (на которую опираются авторы статьи, отдающие себе отчет в том, что она не всегда может быть экстраполирована на месторождения иных видов полезных ископаемых), в настоящее время запасы часто квалифицируются и утверждаются по категориям А и В на площадях, по которым вообще не выполнялись работы методической направленности, которые требуется выполнять на участках детализации. На практике к этим категориям относятся запасы площадей, которые не являются участками детализации, а только могут стать таковыми после проведения предусмотренных для них исследований. Некорректное понимание частью геологоразведчиков современных требований к категориям А и В связано с тем, что в своей работе они опираются только на Методические рекомендации по применению Классификации [13], игнорируя само ее содержание. В этих Рекомендациях вообще отсутствует указание на то, что запасы категорий А и В это запасы участков детализации. В приведенных в них фразе, предваряющей перечень условия отнесения запасов к той или иной категории: *«при подсчете балансовых запасов необходимо учитывать следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений»* [13], многие геологи-практики, судя по всему, вообще не обращают внимание на слово *«дополнительные»*.

Большинство ведущих работников современной геологоразведочной отрасли прошли свое становление в период действия Классификации 1981 года либо были «воспитаны» ими (Классификация 1997 года, в связи с тем, что Методические рекомендации по ее применению появились только в 2007 году, не имела, по крайней мере, в угольной геологии, значимого практического применения). Это привело к тому, что сложившиеся после 1981 года представления о подходах к категоризации фактически действуют и поныне. В немалой степени этому способствуют и требования к категориям. Например, условия отнесения запасов в категории А в Рекомендациях [13, по углю] 2007 года идентичны требованиям содержащихся в Инструкции по применению Классификации 1982 года [14]. Более того, ориентировочные расстояния между скважинами для различных

категорий запасов, рекомендованные в 2007 [13, по углю] и в 1982 [14] годах для использования при проектировании геологоразведочных работ полностью совпадают [15]. Очевидно, что одинаковая плотность разведочной сети в одинаковых условиях неизбежно приводит и к одинаковой достоверности запасов. В такой ситуации любой практик должен сделать вывод о том, что требования к категоризации запасов за последние 40 лет вообще не изменились.

Все это приводит к пониманию того, насколько мудрым было решение разработчиков Классификации 1927 года отказаться от словесного наименования категорий запасов и перейти к их буквенной индексации. Этим они самым решительным образом прервали преемственность восприятия содержания «старых» и «новых» категорий и буквально заставили специалистов перечеркнуть свой предыдущий опыт. Разумеется, что имели место и попытки отождествления ранее существовавшего и нового понимания категорий – например, даже в работе [1] можно встретить указания вида: *«вероятный запас Абаканского месторождения (категория В) до глубины 34 м в 3672000 т, а запасы вероятные и возможные (В+С) до средней глубины 60 м – в 13 млн тонн»* [1].

Отсюда следует, что при создании новой российской классификации целесообразно было бы также пойти на аналогичный шаг – ввести совершенно новую индексацию категорий, например, Н1, Н2, Н3. Без этого радикальный и быстрый переход на новую Классификацию будет проблематичен и могут повториться негативные элементы истории внедрения классификаций 1997 и 2006 годов. Известны многочисленные предложения о переходе на использованную Кодексами семейства CRIRSCO терминологию: предполагаемые, выявленные и оцененные запасы. Однако это неизбежно приведет к отождествлению отечественной Классификации и международной бизнес-классификации CRIRSCO, что нежелательно, т.к. в связи с государственной собственностью на недра их полная реальная тождественность невозможна.

В целом, ставя на первое место промышленную значимость категорий запасов, Классификация 1927 года осуществляла их выделение не на основании уровня достигнутой ими достоверности (погрешности геометризации и подсчета), а на основе достаточности этой достоверности для решения вопросов промышленности и государственного планирования. Это позволяет считать Классификацию Геолкома более близкой к Классификации CRIRSCO, чем ныне действующая в России классификация.

Современная Классификация 2006 года в части выбора принципа категоризации весь-

ма неоднозначна, а используемые ею понятия «установлены», «определены», «изучены», «выяснены» и т.д. могут трактоваться различным образом. Она не дает понимания того, как следует классифицировать запасы – по достоверности или по достаточности этой достоверности. Решение этой дилеммы можно рассматривать в качестве одного из ключевых вопросов дальнейшего развития нашей классификационной системы. Впрочем, существует и вполне реальный компромиссный вариант: сохранить подход к категоризации по степени достоверности, но саму эту достоверность предварительно индивидуально устанавливать для каждого конкретного участка недр в процессе разработки ТЭО его кондиций. Должны же, в конце концов, проектировщики уметь формировать представления о том, какой уровень погрешности геологической информации обеспечивает возможность разработки ими эффективного и реализуемого проекта конкретного горного предприятия.

При разработке новой отечественной классификации было бы также целесообразно отнести современные выделяемые в пределах месторождений прогнозные ресурсы категории Р1 не к ресурсам, а к запасам, так как это было принято в Классификации 1927 года (категории запасов С1 и С2) и в современном Шаблоне CRIRSCO.

Еще одной особенностью Классификации 1927 года является наличие в ней запасов категории А1, выделяемых по результатам эксплуатационной разведки и подсчитываемых службами действующих предприятий. Эта категория впоследствии сохранялась в Классификациях 1933 (утверждена Президиумом Госплана СССР), 1941 (утверждена СНК СССР), 1953 годов (утверждена Мингео СССР). После расширения полномочий ГКЗ после его переподчинения напрямую Совмину СССР, утвержденной уже ГКЗ СССР Классификацией 1960 года эта категория была ликвидирована. Логика и обоснованность подобного решения вполне очевидна. Целевое назначение этой категории состояло в обеспечении текущего планирования эксплуатационных работ и рационального использования недр, контроль за которыми возлагался на органы государственного горного надзора.

Современное законодательство обязывает недропользователей осуществлять опережающее геологическое изучение недр, основным инструментом которого является эксплуатационная разведка. Для большинства рудных месторождений данный вид разведки воспринимается недропользователями как вполне очевидный и привычный этап геологического изучения недр. Однако при разработке ряда иных видов полезных ископаемых, например, угля, эксплуата-

ционная разведка выполняется эпизодически и в крайне усеченном варианте (утверждая это, авторы опираются на практический опыт разведки угольных запасов). В условиях угольных месторождений к эксплуатационной разведке прибегают лишь для уточнения положения уже встреченных горными работами аномалий (дизъюнктивных нарушений, размывов, замещений и т.п.). Наличие таких, «внезапно» встреченных аномалий приводит к необходимости изменения размеров и геометрии выемочных единиц и, как следствие, – к оставлению в недрах части запасов полезного ископаемого, которые можно было бы извлечь, если бы положение этих аномалий было установлено заранее. Теряемые в результате этого запасы полезного ископаемого положено списывать с баланса предприятия без их отнесения в потери. Однако, имея в виду обязательность проведения опережающего изучения недр, утрата промышленной значимости данной части запасов (государственной собственности), является следствием одной из двух причин:

- недропользователь мог предполагать наличие аномалии и провел эксплуатационные разведочные работы, которые, позволили, либо не позволили ему установить наличие и характеристики аномалии;

- недропользователь мог предполагать наличие аномалии, но сознательно отказался от проведения эксплуатационной разведки.

Если в первом случае, недропользователь не должен нести никакой ответственности за теряемое в недрах полезное ископаемое, то во втором – обязан, поскольку утрата запасов явилась следствием нарушения им требований законодательства. В последнем случае логично квалифицировать теряемые запасы как сверхнормативные потери, с наложением на недропользователя предусмотренных законодательством штрафных санкций. Применение такого подхода предполагает наличие доказательств того, что недропользователь игнорировал требования законодательства. В качестве доказательства может выступать отнесение запасов на стадии детальной разведки к специальной категории, аналогичной по смыслу категории А1 Классификации 1927 года. Для выделения запасов такой категории большую помощь могут оказать количественные методы оценки достоверности запасов [16], обязательность применения которых определено требованиями п. 16 Классификации запасов 2006 года. Сомнительно, что это требование Классификации будет удалено из последующей Классификации, поскольку применение таких методов при оценке месторождений является не только мировым трендом, но и

рассматривается в качестве значимого элемента антикоррупционной защиты.

Содержание Классификации 1927 года наводит на мысль о целесообразности введения в дальнейшем новой категории запасов, для которой достоверность изучения геологических характеристик месторождения обеспечивает возможность отработки запасов по предусмотренным технико-экономическими решениями технологиям без проведения эксплуатационных разведочных работ. В пределах контура запасов такой категории предусмотренные законодательством обязательства недропользователя по проведению опережающего геологического изучения должны признаваться уже полностью исполненными. На стадии детальной разведки к запасам такой категории могут быть отнесены запасы участков детализации (как с реализованным комплексом соответствующих исследований, так и при их отсутствии) и участков первоочередного освоения, имеющих повышенную плотность разведочной сети. Несомненно, что на большинстве рудных месторождений запасы предлагаемой категории выделяться не будут. Саму возможность отказа от необходимости выполнения эксплуатационной разведки не следует считать каким-то принципиальным новшеством. Она допускалась, например, Классификацией запасов 1960 года: «*Значительное превышение количества разведанных запасов категорий А и В по сравнению с указанным пределом без должного обоснования нецелесообразно, за исключением небольших месторождений, разработка которых производится без эксплуатационной разведки*» [17].

Рассматривая содержание Классификации 1927 года, невозможно не обратить внимание и на ключевое требование, предъявляемое к запасам категории А2 – расстояния между выработками, скважинами и естественными выходами в их контуре должно было допускать интерполяцию соседних данных или, говоря современным языком – обеспечивать правомерность интерполяции между отдельными замерами. Это понятие близко к понятию «непрерывности», использованного в классификации Гувера Г. К. 1909 года и в современном Международном шаблоне публичной отчетности CRIRSCO, поскольку интерполяция невозможна без существования интерполируемой характеристики в интервале между замерами (рудного тела и/или его отдельных характеристик). Однако допустимость (правомерность) интерполяции, в отличие от непрерывности, предполагает и возможность прогнозирования значения характеристики между точками измерений с погрешностью, меньшей, чем при использовании ее некоего усредненного значения. Построение досто-

верной горно-геометрической модели, например, гипсометрии пласта возможно только при наличии правомерности интерполяции между точками измерения высотных отметок его пластоподсечений. В настоящее время, по требованиям Методических рекомендаций [12, по углю], наличие правомерности интерполяции уже используется в качестве классификационного требования при отнесении запасов угля к категориям А и В, хотя оно, безусловно, должно относиться и к запасам категории С1. Введение этого критерия в Рекомендации [12, по углю] было принято, и это доподлинно известно авторам, из-за его наличия в Классификации 1927 года. Эту идею 1927 года следовало бы использовать и при создании новой версии отечественной Классификации запасов.

Примечание 5 к Классификации 1927 года указывает на необходимость определять погрешность подсчета запасов категорий А1 и А2. Следует обратить внимание, что, судя по тексту, эта погрешность не рассматривается как критерий категоризации, а лишь оценивается для запасов, предварительно отнесенных к этой категории, и предназначена к использованию для «*эксплуатационных расчетов <...> капитальных и производственных затрат*» предприятий.

В настоящее время существует много предложений по использованию оценок ожидаемой погрешности подсчета запасов в качестве критериев их классификации. Исторически, предложения по их классификационному использованию предпринимались неоднократно, но они постоянно и справедливо блокировались ГКЗ. Напомним, что Аргалл Ф., предлагая свои поправочные коэффициенты и классификацию, акцентировал внимание на их применимость к блокам руды только определенных размеров и формы. В 1965 году проф. Бирюков В. И. [18] акцентировал внимание на то, что поскольку погрешность подсчета определяется изменчивостью свойств объекта и количеством наблюдений, то по мере перехода от крупного к мелкому участку объекта (т.е. при уменьшении числа наблюдений в оцениваемом контуре) происходит снижение категории запасов – наблюдается их регрессия. Не случайно, говоря об относительной погрешности количества запасов различных категорий, определяемых по требованиям Кодексов отчетности семейства CRIRSCO, всегда указываются размеры участка оценки, обычно: в контуре трехмесячной, полугодовой или годовой отработки.

Для того, чтобы наглядно представить себе, насколько значима «регрессия запасов» авторами был проведен простой иллюстративный эксперимент на основе использования данных по отработанной части относительно выдержанного по мощности пласта XXIV кузбасской шах-

ты «Первомайская». Объект исследования был разделен на группы нескольких вариантов подсчетных блоков, включающих в себя одну (разделение на многоугольники Болдырева А. К.), две, три, шесть и десять скважин, по каждому из которых был выполнен подсчет запасов только по геологоразведочным данным. Затем, запасы угля в тех же блоках были определены на основе использования только данных горных работ. Разность между полученными результатами была выражена в относительной мере и принималась в качестве погрешности подсчета запасов. Исходя из часто принимаемых предельных погрешностей подсчета запасов по категориям: А до 15 %, В до 25 %, С1 до 40 % и С2 свыше 40 %, установлено, что при одной и той же плотности разведочной сети, при наличии в блоках только одной скважины, их запасы по критерию фактической погрешности подсчета должны быть отнесены ко всем существующим категориям А, В, С1 и С2; при наличии двух и трех скважин – к категориям А, В, С1 и при наличии шести и более скважин – уже к категориям А и В. Отсюда следует, что оценкой разведанности объекта, в случае использования в качестве критерия категоризации погрешности подсчета запасов, можно управлять только варьируя размерами подсчетных блоков, что само по себе абсурдно.

Таким образом, заложенное в Классификации 1927 года понимание того, что не погрешность подсчета запасов определяет их категорию, а наоборот – именно категория определяет погрешность, следует использовать при создании новых методов количественной оценки достоверности запасов. При дальнейшем совершенствовании отечественной классификации запасов целесообразно четко определить, что при прочих ранее упомянутых условиях категория запасов определяется не погрешностью результатов их подсчета, а погрешностями геометризации геологических характеристик оцениваемого объекта.

Предусмотренная Классификацией разработка инструктивных методов оценки погрешности подсчета запасов так и не была выполнена в полном объеме. Инструкция [5] (часть I. Подсчет запасов...) предлагала осуществлять только оценку порядка этой погрешности, именуемую в ней «геологической ошибкой». В этих целях предлагалось фактически использовать метод разрежения разведочной сети: «Если запас, подсчитанный по 1/2 или даже по 1/3 всех разведочных выработок, даст те же цифры запасов, как и подсчитанный по всем разведочным выработкам, это показывает на достигнутую их надежность» [5].

Эта Инструкция содержала рекомендации по плотности сети скважин, обеспечивающей достижение достоверности, отвечающей тре-

бованиям установленных Классификацией категорий (групп) запасов в условиях россыпных, рудных и угольных месторождений, дифференцированных по сложности их геологического строения. Эти расстояния, как и сейчас, не рассматривались в качестве основополагающего классификационного критерия: «при отнесении запаса в ту или иную группу необходимо в каждом отдельном случае руководствоваться не только расстоянием между выработками, детальностью опробования, но, что особенно важно, необходимо учитывать, насколько точное представление о месторождении дают разведочные данные, насколько верны и не допускают двойного толкования сведения, полученные о форме рудного тела, и т. д.» [5].

Однако следует обратить внимание на один весьма любопытный элемент категоризации, предложенный для некоторых месторождений угля, и не получивший дальнейшего распространения, например для Алмазно-Марьевского района Донбасса:

«А2. Выработки и скважины сгущаются до тех пор, пока показания соседних выработок (скважин) будут отличаться не более как на 15 % друг от друга, но расстояния между выработками не должны превышать 200 м.

В. Выработки и скважины по простиранию и падению сгущаются (путем пробивки новых посредине между ранее пробитыми) до тех пор, пока показания соседних скважин (выработок) будут отличаться не более как на 50 % друг от друга. Окончательные расстояния между скважинами (выработками) должны быть более 400 м друг от друга» [5].

Этот элемент, вероятно, является первой в мире попыткой использования количественных критериев (первых разностей) для оценки достоверности запасов. Он обеспечивал не только категоризацию запасов, но и был пригоден при проведении разведки по принципу наименьших работ Соболевского П. К., развитым его учеником Турчинским В. Ф. [19]. Этот принцип был рекомендован к применению I Всесоюзным горным научно-техническим съездом 1926 года, а, в соответствующей редакции, может быть применен даже в настоящее время [20]. После выхода Инструкции [5], идею использования первых разностей развил Протодьяконов М. М. который, ссылаясь на Инструкцию Геолкома, в 1929 предложил «коэффициент изменчивости месторождения» [21], в качестве которого использовалось средневзвешенное по расстояниям значение первых разностей, отнесенных к расстоянию между замерами. Данный коэффициент Протодьяконов М. М. применил для определения расстояния экстраполирова-

ния, на которое допустимо расширить оконтуренные скважинами (выработками) границы подсчета запасов. Отметим, что если бы он поставил перед собой задачу исследовать как изменяется первая разность при изменении расстояния между замерами вдоль исследуемой линии (путем разрежения этой линейной сети), то неизбежно пришел бы к идее вариограммы.

В целом заложенная в Инструкции [5] идея использования первых разностей крайне близка к наиболее распространенному ныне в зарубежной практике (порядка 75 % всех экспертиз) геостатистическому методу категоризации, основанному на анализе вариограмм [22], в основе которых лежит анализ изменения значений именно первых разностей. При его применении предельные расстояния между скважинами для каждой категории определяются по значению вариограммы, при котором она достигает установленной доли от величины порога («максимального значения»). Величина этой доли обычно принимается $1/3$ – для оцененных, от $1/3$ до $2/3$ – для выявленных и более $2/3$ – для предполагаемых запасов [23].

В целом, разработанная Геологическим комитетом СССР Классификация безусловно являлась значительным шагом в развитии системы оценки запасов, имеющей не только национальное, но и мировое значение, а многие ее положения не потеряли своей актуальности до сих пор и могут быть успешно использованы при дальнейшем развитии классификационных систем мира и России.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Таким образом, содержание Классификации 1927 года и его сравнение с положениями действующей Классификации запасов и прогнозных ресурсов позволяют сформулировать следующие выводы и рекомендации:

1. Первая советская Классификация была ориентирована на потребителей результатов категоризации (на предприятия и органы государственного планирования) с четким указанием характера решаемых на ее основе задач. Следование данному подходу приводит к необходимости признания категорий А и В ныне действующей Классификации избыточными.

2. Используемый Классификацией 1927 года подход к категоризации запасов состоял в оценке достаточности достигнутого уровня достоверности (погрешности) результатов геологического изучения для решения конкретных вопросов промышленности и государственного планирования, достоверность (погрешность). Собственно, самому уровню достоверности решающего значения не придавалось, значение

имела именно достаточность. Современная отечественная Классификация не содержит столь явно сформулированного принципа категоризации и склоняется, преимущественно, к учету только достоверности. В будущей Классификации принцип выполнения категоризации необходимо конкретизировать.

3. Использование Геолкомом элементов иностранных классификационных систем осуществлялось только в случае, если они отвечали задачам национального государственного строительства. Введение буквенного обозначения категорий запасов было направлено на исключение возможности сохранения ранее существовавшего понимания их содержания и, тем самым, обеспечило эффективное внедрение новой понятийной базы системы оценок. При дальнейшем развитии системы категоризации также желательно отказаться от существующего ныне обозначения категорий запасов. На целесообразность этого указывает в целом негативный опыт перехода от Классификации 1981 года к современной Классификации запасов.


4. Классификационные решения 1927 года предусматривали указания на результирующую категорию для каждой стадии геологоразведочных работ – для стадии эксплуатационной разведки такой категорией являлась категория А1. Современное Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям, указывая для стадии достигаемой в ней категории запасов (прогнозных ресурсов), не определяет такой категории для стадии эксплуатационной разведки. Целесообразно восстановить наличие категории для запасов, разведанных в степени, исключающей правовую необходимость проведения их опережающего геологического изучения, т. е. полномасштабной эксплуатационной разведки (участки детализации, участки первоочередного освоения). Это позволит усовершенствовать правовой механизм, направленный на повышение полноты изучения недр и на обеспечение промышленной безопасности добычи по геологическому направлению для месторождений целого ряда видов минерального сырья.

5. Классификация Геолкома признала обязательным достижение в границах запасов категорий А1 и А2, предназначенных для освоения предприятиями, такой плотности расположения разведочных выработок, которая обеспечивает возможность прогнозирования значений геологических характеристик между ними (наличие правомерности интерполирования). Поскольку методология моделирования месторождений различна в условиях наличия и отсутствия правомерности интерполирования, а игнорирование ее учета способно

привести к созданию псевдомodelей, данное требование целесообразно включить в дальнейшем в число обязательных условий категоризации.

6. Классификации 1927 года исходила из того, что погрешность подсчета запасов не определяет их категорию, а наоборот: именно категория определяет эту погрешность. При дальнейшем совершенствовании отечественных классификационных подходов и количественных методов обоснования категоризации необходимо четко указать, что категория запасов определяется не погрешностью их подсчета, а

погрешностями геометризации геологических характеристик оцениваемого объекта, отвечающим потребностям горного производства.

7. В Инструкции к Классификации Геолкома было впервые предложено использовать при категоризации количественный критерий разведанности, основанный на указании для категорий А и В предельных величин первой разности между значениями геологических характеристик в соседних точках измерений (опробования). Явным приоритетом отечественных специалистов в данном направлении невозможно не гордиться. 

Литература

1. II годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г. Л.: Издание геологического комитета, 1928. – 1096 с.
2. Берлиг Н. И. К вопросу о классификации запасов полезных ископаемых (Отзыв на циркуляр Геологического Комитета) // Поверхность и недра. – 1927. – № 5-6. – С. 3-6.
3. Классификация запасов полезных ископаемых, принятая Геологическим Комитетом // Осведомительный бюллетень по полезным ископаемым. – 1929. – № 1. – С. 1-2.
4. От геологического комитета СССР // Горный журнал. – 1928. – № 1. – С. 602-603.
5. I. Подсчёт запасов твёрдых полезных ископаемых. II. Инструкция к классификации запасов твёрдых полезных ископаемых. М.-Л.: Геологическое издательство главного геологоразведочного управления ВСХ СССР, 1931. – 66 с.
6. Евдошенко Ю. В. Ликвидация Геолкома. К 130-летию первого геологического учреждения России // Горные ведомости. – 2012. – № 10. – с. 60-72.
7. Васильев И. С. Курс разведочного дела. Л.: из-во Кубуч, 1929. – 514 с.
8. Материалы к методологии поисков и разведок полезных ископаемых. М.-Л.: Геологическое издательство главного геологоразведочного управления ВСХ СССР, 1931. – 328 с.
9. Крейтер В. М. Основные принципы классификации и подсчёта запасов полезных ископаемых. АН СССР, Отделение технических наук, серия III Горное дело, вып.1. М.-Л.: из-во АН СССР, 1937. – 48 с.
10. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых: приказ Минприроды РФ от 11.12.2006 № 278 (зарегистрирован в Минюсте России от 25.12.2006 рег. № 8667): // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2007. вып. 5.
11. Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчёту запасов твёрдых полезных ископаемых: приказ Минприроды РФ от 23.05.2011 № 378 (зарегистрирован в Минюсте России от 24.06.2011 рег. № 21161): // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2011. вып. 31.
12. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов (по видам полезных ископаемых): утв. распоряжением Минприроды России от 05.06.2007 № 37-р – М.: Минприроды РФ, 2007.
13. Руководство по гармонизации стандартов отчётности России и CRIRSCO. – М.: Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых, Объединённый Комитет по международным стандартам отчётности о запасах CRIRSCO, 2010. – 110 с.
14. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев // Сборник руководящих материалов, по геолого-экономической оценке, месторождений полезных ископаемых, том I. М.: ГКЗ при СМ СССР, 1985. С. 542-567.
15. Рогова Т. Б., Шаклеин С. В. Проблемы нормативно-методического обеспечения оценки запасов угля // Недропользование XXI век. – 2018. – № 2. – С. 116-123.
16. Рогова Т. Б., Шаклеин С. В. Применение количественных оценок достоверности запасов в целях правового стимулирования повышения полноты использования месторождений угля // Рациональное освоение недр. – 2017. – № 3. – С.54-59.
17. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям угля: утв. Председателем Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР 30.12.1966 // Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям угля. Инструкция о порядке внесения, содержания и оформлении материалов по подсчёту запасов углей и горючих сланцев, представляемых для утверждения в государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ). М.: Госгеолтехиздат, 1968. – С. 34-39.
18. Бирюков В. И. Регрессия категорий запасов // Известия вузов. Геология и разведка. – 1965. – № 4. – С. 86-93.
19. Турчинский В. Ф. Геометрия съёмки поверхностей тел залегающих в связи с принципом наименьших работ // Труды I Всесоюзного горного научно-технического съезда. – 14–27 апреля 1926 г. – Том. VII. М.: НТУ ВСХ СССР, 1926. – С. 76–91.
20. Рогова Т. Б., Шаклеин С. В. Проблемные вопросы организации и правового регулирования разведки твёрдых полезных ископаемых // Недропользование XXI век. – 2022. – № 1. – С. 12-17.
21. Протодьяконов М. М. Исчисление запасов месторождений за пределами обобщённого контура // Вестник Геологического комитета. – 1929. № 2. – С. 1-6.
22. Silva D. S. F. Mineral resource classification and drill hole optimization using novel geostatistical. Algorithms with a comparison to traditional techniques: A thesis submitted for the degree of master of science in mining engineering. Department of Civil and Environmental Engineering University of Alberta. Edmonton, 2015 – 91 p.
23. Mucha J., Wasilewska-Błaszczak M. Kategoryzacja zasobów węgla kamiennego w świetle wytycznych do JORC Code igeostatystyki // Górnictwo Odkrywkowe. 2014. – № 2-3, S. 67-73.

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 3 – CONTENT AND ANALYSIS

Abstract: The content of the Geological Committee resources classification for 1927 are revealed in the paper. The comparison results of its provisions with the current resources Classification of 2006 provisions are presented. The expediency of the use of some provisions of the Geological Committee resources classification for the further development of the Russian classification system has been pointed out.

Keywords: solid minerals; classification of mineral resources; categories of minerals resources; mineral resources classification history.

**Шац М. М.**

вед. науч. сотр. институт мерзлотоведения
им. П.И. Мельникова СО РАН
mmshatz@mail.ru

СЕВЕРНЫЙ ГАЗОТРАНСПОРТНЫЙ КОРИДОР

В статье освещены природные и геоэкологические условия одной из крупнейших в Сибири газотранспортных систем Северного коридора. Рассмотрена история проекта, его современное состояние и перспективы.

Ключевые слова: крупнейшая в Сибири газотранспортная система «Северный коридор», природные и геоэкологические условия, история проекта, его современное состояние и перспективы.

ПАО «Газпром» – российская энергетическая компания с основными направлениями деятельности: геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация природного газа, газового конденсата и нефти, их реализация в качестве топлива для различных отраслей народного хозяйства. Главная миссия – надёжное, эффективное и сбалансированное обеспечение потребителей природным газом и другими видами энергоресурсов, и продуктами их переработки. «Газпром» располагает самыми богатыми в мире запасами природного газа, доля в мировых запасах составляет 17%, в российских – 72%. В настоящее время компания активно реализует масштабные проекты по освоению газовых ресурсов полуострова Ямал, арктического шельфа, Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также ряд проектов по разведке и добыче углеводородов за рубежом. «Газпром» является надёжным поставщиком газа российским и зарубежным потребителям, владеет

крупнейшей в мире газотранспортной системой, протяжённостью 172,1 тыс. км. На внутреннем рынке «Газпром» реализует свыше половины продаваемого газа.

Основная цель публикации – осветить главные аспекты реализации крупного проекта «Северного газотранспортного коридора».

Проект «Северный газотранспортный коридор»

Северный газотранспортный коридор России является ведущим маршрутом для поставок природного газа российским потребителям и экспорта в страны ЕС. Он состоит из современных и высокотехнологичных газопроводов от Ямала до Балтийского моря, а его западным продолжением станет «Северный поток – 2». Новое направление приходит на смену Надым-Пур-Тазовскому региону, запасы которого постепенно истощаются, и становится ключевым на многие десятилетия.

Газотранспортная система проходит от Бованенковского месторождения и самой северной в мире компрессорной станции «Байда-рацкая» до западных границ страны. Протяжённость газотранспортной системы ООО «Газпром трансгаз Ухта» в одноконтурном исполнении составляет более 15 тыс. км, а объём транспортируемого газа в 2016 г. достиг 167 млрд м³. Эту работу обеспечивают 14 линейных производственных управлений магистральных газопроводов (ЛПУМГ) и 44 компрессорные станции, в составе которых работают 83 компрессорных цеха. Во всех цехах эксплуатируется 419 газоперекачивающих агрегатов. Распределение газа потребителям осуществляется через 174 газораспределительные станции[2].

Судьба газопровода «Северный поток – 2» всё ещё под вопросом. Зато его наземное продолжение построено, и в апреле 2021 года введено в эксплуатацию. Газотранспортная стратегия «Газпрома» привязана к нескольким центрам газодобычи. Ранее «Газпром» начал осваивать новый центр газодобычи на Ямале. Год от года растут объёмы добычи на Бованенковском месторождении, которое является базовым для Ямальского центра. В то же время Северный коридор постепенно становится основным для поставки газа в Европу. И проекты «Северный поток» и «Северный поток-2» при этом будут логическим продолжением северного газотранспортного коридора в РФ. Новые магистральные газопроводы в северном коридоре являются самыми современными в мире на сегодняшний день с рабочим давлением 120 атм. Если сравнить их с газопроводами на 75 атм. или на 55 атм., то окажется, что новые в разы более экономически эффективны с точки зрения себестоимости транспорта газа. А ведь действующий ранее центральный коридор работает именно с рабочим давлением на 55-75 атм. Если сравнивать экономическую эффективность поставок газа на европейские рынки по северному и по центральному коридору, то поставки по северному варианту в течение 25 лет по 30 млрд м³ в год обойдутся дешевле на \$43 млрд.

В западном направлении «Газпром» активно реализует стратегически важные проекты по развитию Единой системы газоснабжения России (ЕСГ). На полуострове Ямал, где сформирован ключевой для отечественной газовой промышленности центр газодобычи, готовится к работе третий, финальный газовый промысел Бованенковского месторождения [9]. Компания приступила к пусконаладке основного технологического оборудования, кроме того, с 2019 года полномасштабно обустроивается ещё одно крупное месторождение Ямала – Харасавэйское.

Газ для «Северного потока – 2» будет поступать по Северному коридору Единой системы газоснабжения (ЕСГ). Благодаря централизованному управлению, большой разветвлённости и наличию параллельных маршрутов транспортировки, ЕСГ обладает существенным запасом надёжности и способна обеспечивать поставки даже в пиковые периоды. Этот маршрут значительно короче Центрального коридора и требует меньше компрессорных станций, что делает его существенно экологичнее и эффективнее.

Реализуется проект развития газотранспортных мощностей на участке от Грязовца до строящейся КС Славянская, которая станет головной компрессорной станцией МГП Северный поток-2. Продолжаются работы на строящемся комплексе по производству, хранению и отгрузке сжиженного природного газа в районе КС Портовая.

«Принципиально важным является то, что развитие ямальского центра газодобычи и расширение северного газотранспортного коридора изменяет потоковые схемы поставок газа потребителям как в России, так и на экспорт. Северный газотранспортный коридор становится основным коридором для газоснабжения регионов европейской части России, повышения уровня их газификации и социально-экономического развития», – заявил в ходе церемонии запуска газопровода «Бованенково-Ухта-2» председатель правления «Газпрома» Алексей Миллер[7].

«Газпром» поэтапно увеличивает добычные мощности на Бованенковском месторождении, введены в эксплуатацию 88 скважин с эксплуатационным фондом около 391 единицы. Также запущены в работу две дожимные компрессорные станции суммарной мощностью 160 МВт.

На месторождении работают два добычных промысла суммарной проектной производительностью 90 млрд куб. м газа в год. В среднесрочной перспективе будет завершено строительство третьего добычного промысла, газопровода «Ухта-Торжок-2», компрессорных мощностей на газопроводе «Бованенково-Ухта-2». В результате месторождение будет выведено на проектный уровень добычи – 115 млрд куб. м газа в год. В 2019 году завершено строительство газопровода от Грязовца до КС Славянская в районе Усть-Луги, где в сентябре 2018 года начата укладка по дну Балтийского моря «Северного потока – 2» – нового газопровода из России в Европу, удвоившего мощности эффективно работающего и востребованного потребителями газопровода «Северный поток». Газопровод «Бованенково-Ухта» был введён в эксплуатацию в 2012 году, в том же году началось строительство «Бованенково-Ухта-2». Протяжённость каждого составляет около 1,2 тысячи км.

Глава «Газпрома» Алексей Миллер, выступая на церемонии запуска газопровода, отметил, что основная ресурсная база компании смещается всё дальше на север – на Ямал. «Запуск в эксплуатацию нового газопровода «Бованенково-Ухта 2», северный газотранспортный коридор изменяют потоковую схему поставки газа потребителям как в России, так и на экспорт», – приводятся в сообщении компании слова её руководителя. «Газпром» в среднесрочной перспективе планирует завершить строительство третьего добычного промысла на Бованенковском месторождении, газопровода «Ухта-Торжок 2» и компрессорных мощностей отмечается в сообщении. В результате месторождение будет выведено на проектный уровень добычи – 115 миллиардов кубов газа в год.

Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение.

Добыча нефти и газа в Западной Сибири на протяжении многих лет является ведущей отраслью промышленности РФ. Одним из самых перспективных регионов для нефтяной и газовой отрасли является полуостров Ямал – предварительно оценённые запасы газа превышают 16,7 трлн куб. м., нефти – 292 млн тонн [6,8,10]. Прогнозируемые запасы полезных ископаемых, совершенствование методов их добычи и освоение ранее недоступных территорий говорит о том, что ещё долгое время нефтегазовый комплекс будет являться залогом стабильной экономической ситуации в нашей стране, поскольку природный газ и нефть служат основными источниками энергоснабжения нашей страны и других государств.

Для обеспечения добычи на Ямальском полуострове формируется сеть комплексов – месторождений с необходимой для существования промышленной и жизнеобеспечивающей структур. Одним из самых крупных месторождений является Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) – его начальные запасы природного газа составляют 4,9 трлн куб.м [3-5]. Хорошо развитая инфраструктура, объёмы работ по добыче полезных ископаемых, количество эксплуатируемых дожимных компрессорных станций, пробурённых скважин и других стратегически и экономически важных объектов месторождения говорит о масштабах оказываемого воздействия на ПТК, в котором расположено Бованенковское НГКМ. На сегодняшний день выявлена тенденция к повышению температуры на месторождении, что приводит к ограничению добычных возможностей и риску регионального изменения геокриологических условий.

В целом район месторождения входит в состав Ямало-Ненецкого автономного округа, расположен-

ного на Западно-Сибирской равнине, в основании которой лежит одноимённая эпигерцинская плита.

Главной чертой рельефа района, сформированного в основном под воздействием процессов морской абразии и аккумуляции в позднеплейстоценовое – голоценовое время, является его ступенчатость. В морфоструктуре отчётливо выделяются несколько геоморфологических уровней[1].

Первая морская терраса с абсолютными отметками 7-12 м, ровной поверхностью, слабодисселированной овражной сетью, сильной заозеренностью. Встречается фрагментарно, в виде отдельных останцев.

Вторая морская (каргинская) терраса, с абсолютными отметками 14-20 м, сформирована в каргинско-сартанское время, со слабо дисселированной овражной сетью, многочисленными криогенными полигонами морозобойных трещин и солифлюкционными террасами.

Третья морская терраса сформирована в зырянско-каргинское время, в период регрессии морского бассейна, занимает обширные пространства с абсолютными отметками 25-35 м. Поверхность её слабоволнистая, разработана эрозионными и экзогенными процессами, широко развиты криогенные формы рельефа, особенно термокарст. Многочисленные мелкие долины имеют плоские и плосковогнутые днища, занятые современной речной сетью и сильно заболоченные в низинах.

В геологическом строении верхней части земной коры месторождения принимают участие породы от складчатого до мезозойского фундамента и осадочного чехла, сложенного мезозойскими и кайнозойскими отложениями.

Чехол рыхлых четвертичных отложений мощностью 200 и более метров представлен в основном песками, алевролитами и глинами с включениями обугленных растительных остатков и обломков макрофауны.

Месторождение находится в пределах территории с широким развитием многолетнемерзлых пород (ММП), одним из наименее устойчивых компонентов природной среды, в процессе своей трансформации резко меняющий состав и свойства. Это явление часто сопровождается фазовыми переходами находящимися в них вод и приводит к утрате прочности и монолитности толщи горных пород. Территория развития ММП, обычно называемая «криолитозоной», является особой составляющей природной среды Севера и представляет верхние горизонты горных пород, характеризующиеся их отрицательной температурой и наличием подземных льдов различного происхождения.

Именно толщи ММП, в которых породообразующим минералом является лёд и опре-

деляют специфику физических и химических процессов, проявляющуюся в её термике, геохимической зональности, в физико-химических свойствах пород и протекающих в них геологических процессах [1]. Мерзлота обуславливает и повышение сейсмичности в областях своего развития, представляя из себя «прочную плиту», колебания которой передаются гораздо интенсивнее и пространственно шире по сравнению с территориями, где ММП отсутствуют.

Для них характерна особая чувствительность к внешним воздействиям и ранимость, причём это относится как к естественным процессам, так и техногенезу. Неустойчивые к колебаниям температуры мёрзлые толщи легко меняют своё фазовое состояние от талого к мёрзлому или в обратном направлении [11].

На большей части района ММП имеют сплошной характер распространения, местами сменяющийся прерывистым. Каждая из этих участков характеризуется различными параметрами и температурами мёрзлых толщ. При этом даже внутри самих участков мощности и температуры ММП изменяются в зависимости от строения и свойств горных пород и характера их освоения. Сплошные мёрзлые толщи вечной мерзлоты характеризуются наибольшими мощностями до 500 м и более, а минимальные температуры достигают $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. На участках, где преобладают острова талых пород, мощности мёрзлых горизонтов обычно составляют 10-12 м при температурах от -2 до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Это приводит к повсеместному развитию неблагоприятных и часто опасных экзогенных, в том числе геокриологических процессов, негативно воздействующих как на естественную природную

среду, так и на инженерно-технические системы. Среди экзогенных процессов преобладают: осыпи, обвалы, русловая эрозия, аккумуляция аллювиальных, озёрных и морских отложений. Среди категории криогенных процессов наиболее распространёнными являются [1]:

– процессы, связанные с оттаиванием пород (термокарст, термоэрозия, термоабразия, эоловая дефляция, солифлюкция);

– процессы, связанные с промерзанием пород (новообразование многолетнемерзлых пород, криогенные пучение и растрескивание, рост полигонально-жильных льдов, наледеобразование).

Процессы термокарста и связанные с ними явления развиты в районе месторождения очень широко, это обусловлено высокой льдистостью рыхлых отложений, слагающих верхнюю 10-20 метровую толщу (*рис.1.*). На территории преимущественно в минеральных грунтах распространены современные и позднеголоценовые термокарстовые образования – морфогенетические разновидности термокарстовых форм: озёра, плоско-западинные и провальнокотловинные формы.

Факторами развития солифлюкции являются[1]:

1) широкое распространение супесчано-суглинистых пылеватых отложений;

2) высокая влажность отложений, приближающаяся к пределу текучести или превышающая его;

3) наличие высоко льдистых отложений непосредственно под слоем сезонного оттаивания;

4) наличие уклонов, обеспечивающих течение увлажнённых пород (обычно от 3 до 15-20).

По скорости протекания процесса выделяют медленную и быструю солифлюкцию. Наиболь-

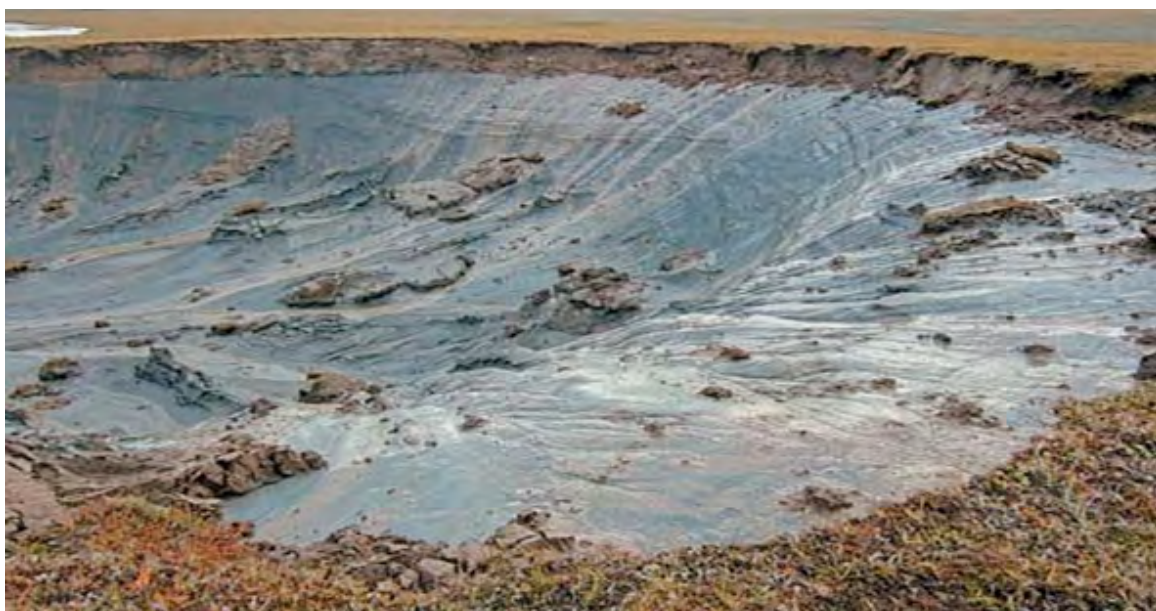


Рис. 1
Термоденудационный цирк в районе месторождения. Фото Н.С. Лебедева

шее площадное распространение на рассматриваемой территории имеют формы рельефа, образованные медленным течением грунтов по наклонным поверхностям. На участках с отложениями сезонно-талого слоя преимущественно супесчано-суглинистого состава, действие процесса солифлюкции наблюдается даже на плоских участках морских террас и равнин, имеющих слабые локальные уклоны поверхности 2-3°.

Быстрая солифлюкция развивается обычно локально на участках достаточно крутых склонов не менее 15-20°, сложенных пылеватыми супесями и суглинками. Быстрые солифлюкционные сплывы обычно носят катастрофический характер, а скорость движения грунтов по склону может достигать нескольких десятков метров в сутки.

В настоящее время термоэрозионная деятельность поверхностных вод значительно снизилась, но полностью не прекратилась. Наиболее интенсивно термоэрозионный размыв грунтов происходит в пределах крутых берегов рек, озёр и вдоль морского побережья[1]. Наиболее часто молодые растущие овраги наблюдаются на подмываемых участках берегов местных водотоков.

Активизации процесса термоэрозии на этих участках способствуют такие экзогенные процессы, как боковая эрозия рек и термоабразия берегов озёр.

Короткие эрозионные промоины и небольшие овраги наблюдаются в местах прорыва вод из «висячих» озёр, существующих на рассматриваемой территории в пределах плоских водораздельных поверхностей вблизи верхней бровки склона.

Термоабразионное разрушение берегов озёр и морского побережья распространено очень широко на всей территории месторождения. В основном процессу подвержены берега большинства термо-

карстовых и пойменных озёр, особенно активно при обнажении отложений с повторно-жильными или пластовыми льдами. В основании берегов обычно образуется волноприбойная ниша, с нависающими над ней блоками мёрзлых пород, отрывающимися от коренного берега главным образом по ледяным жилам и морозобойным трещинам. Обрушившиеся блоки размываются волнами, в результате поддерживается большая крутизна береговых уступов, что способствует их быстрому разрушению. Со временем продукты разрушения коренных берегов накапливаются вдоль береговой линии, образуя отмели.

Процесс морозобойного растрескивания пород приводит к образованию и росту трещин в мёрзлом субстрате вследствие понижения его температуры в зимнее время ниже 0°C. Морозобойное растрескивание грунтов является одним из наиболее широко распространённых криогенных процессов, развитых на территории месторождения. Его проявление наблюдается практически на всех горизонтальных и субгоризонтальных поверхностях геоморфологических уровней за исключением средних и крутых склонов.

С процессом связано образование полигонального микрорельефа и формирование повторно-жильных льдов, значительно увеличивающих содержание льдов в мёрзлых породах и интенсивно влияющих на динамику термокарста, термоэрозии и термоабразии.

На территории месторождения также широко развит процесс криогенного пучения грунтов, представленный двумя его формами, отличающимися по времени: сезонной и многолетней.

Наиболее широко распространены сезонные бугры пучения грунтов, зафиксированные практически на всех геоморфологических уровнях.



Рис. 2
Участок бугров пучения многолетнего цикла развития. Фото И.П. Климашева. 2011 г.

Широкому проявлению этого процесса способствует близкое залегание кровли многолетне-мерзлых пород и высокая осенняя влажность пород слоя сезонного оттаивания, часто достигающая полной влагоёмкости.

Многолетнее пучение грунтов на территории месторождения развито более локально и представлены одиночными или групповыми буграми пучения высотой от 3-5 м до 8-10 м [1]. Образование таких бугров пучения приурочено, в основном, к промерзающим или промёрзшим днищам спущенных или заросших озёр (рис.2).

Площадное многолетнее пучение грунтов наблюдается на отдельных обводнённых участках высокой поймы местных водотоков и термокарстовых озёр. Во всех этих случаях формируются невысокие (20-50 см) плоские, реже полого-выпуклые, бугры пучения, объединённые в площади 0,1-0,3 км², разбитые сетью морозобойных трещин на полигоны. Понижения по трещинам между отдельными буграми составляют 30-50 см и более. Формирование таких бугров связано с ростом сегрегационных ледяных прослоев, происходящем в замкнутой или полузамкнутой системах.

Заключение

Северный газотранспортный коридор РФ является ведущим маршрутом для поставок природного газа отечественным потребителям и экспорта в страны ЕС. Он состоит из совре-

менных и высокотехнологичных газопроводов от Ямала до Балтийского моря, а его западным продолжением станет «Северный поток – 2». Новое направление приходит на смену Надым-Пур-Тазовскому региону, запасы которого постепенно истощаются, и становится ключевым на многие десятилетия

Соответственно, Северный газотранспортный коридор в Российской Федерации становится основным, базовым направлением для поставок газа, для его распределения отечественным потребителям. Это существенно меняет потоковые схемы, и центральный коридор, который ранее был основным, становится всё менее и менее загруженным. В связи с уменьшением загрузки, «Газпром» последовательно выводит избыточные газотранспортные мощности в центральном коридоре, что со временем позволит сэкономить \$1,6 млрд.

Запуск в эксплуатацию нового газопровода «Бованенково-Ухта 2», северного газотранспортного коридора изменяют потоковую схему поставки газа потребителям как в России, так и на экспорт».

«Газпром» в среднесрочной перспективе планирует завершить строительство третьего добычного промысла на Бованенковском месторождении и компрессорных мощностей. В результате месторождение вскоре будет выведено на проектный уровень добычи – 115 миллиардов кубов газа в год. XXI

Литература

1. Гавриленко А.С. Геоэкологический мониторинг территории лицензионного участка бованенковского нгкм Электронный ресурс. URL: <https://dSPACE.spbu.ru/bitstream/11701/14630/1>. Источник: <https://dSPACE.spbu.ru>. Дата обращения: 19.01.2019.
2. Заработало наземное продолжение "Северного потока - 2". \Электронный ресурс. URL: <https://www.dw.com/ru/zarabotalo-nazemnoe-prodolzhenie-severnogo-potoka-2/a-57198668>. Источник: <https://www.dw.com/ru/>. Дата обращения: 16.05.2021.
3. Зорин П.И., Шехтер А. В., Кудрявцев В.В., Жданова А.А. Система диспетчерского управления ООО "Газпром трансгаз Ухта" с учётом перспективного развития «северного коридора» \ ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.2021.№ 10 (681). С. 30-32
4. Ипполитов А.А., Хайруллин А.А. Особенности геологического строения бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения \ Газовая промышленность 2015 , №1. С.: 43-45
5. О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года // Электронный ресурс URL: <http://government.ru/info/18360/>. Источник: <http://government.ru>. Дата обращения: 27.05.2018.
6. Северный коридор становится самым главным – глава «Газпрома». Электронный ресурс. URL: <https://regnum.ru/news/2589238.html>, Источник:<https://regnum.ru/> Дата обращения:12 марта 2019.
7. Современные проблемы и перспективы развития арктического газопромышленного комплекса. Под ред. Козьменко С.Ю., Селина В.С. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2017. – 228 с.
8. Уланов В.Л. Уланова Е.Ю. Влияние внешних факторов на национальную энергетическую безопасность // Записки Горного института. 2019. Т. 238. С. 474-480.

UDC 551.345

M.M. Shatz, Candidate of Geology, P.I. Melnikov Permafrost Institute SB RAS leading. scientific. employee, mmshatz@mail.ru

NORTHERN GAS CORRIDOR

Abstract: The article highlights the natural and geo-ecological conditions of one of the largest gas transmission systems in Siberia of the Northern Corridor. The history of the project, its current state and prospects are considered.

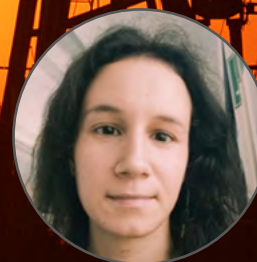
Keywords: Northern Corridor, the largest gas transportation system in Siberia, natural and geoecological conditions, the history of the project, its current state and prospects.

**Назаров Р. Р.**

Директор компании ООО «Эридан»
eridangeo@yandex.ru

**Гилаев Д.М.**

Начальник отдела топографо-геодезических и маркшейдерских работ – заместитель начальника УТГИМР СП «Татнефть-Добыча» ПАО «Татнефть»
gilaevidm@tatneft.ru

**Булатова Л.И.**

Инженер-геодезист в компании ООО «Эридан»
louisa3481@gmail.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАО «ТАТНЕФТЬ» МЕТОДОМ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ SBAS

В последние годы достижения в области дифференциальной радиолокационной интерферометрии создали новые подходы к мониторингу смещений земной поверхности, деформации зданий и сооружений. Как одна из важных технологий наблюдения Земли, дифференциальная радиолокационная интерферометрия с синтезированной апертурой (DInSAR), успешно использовалась для мониторинга деформации поверхности. В данной работе будет описан опыт применения метода радарной интерферометрии SBAS на участке с активной добычей нефти и газа. Описаны особенности метода, набор данных, выбранных для исследования, порядок выполнения обработки радарных снимков и приведён анализ полученных результатов.

Ключевые слова: радарная интерферометрия, метод SBAS, деформация.

Добыча полезных ископаемых несёт с собой существенное воздействие на геологическую среду. Участки земной поверхности, подвергшиеся деформациям, повышают уровень сейсмичности данного участка [1]. В связи с рисками деформационных явлений на территории деятельности ПАО «Татнефть» проводятся мероприятия по мониторингу районов с активной добычей нефти. Применяются несколько методов за наблюдением состояния земной поверхности и выявлением деформационных явлений. Классический метод – геометрическое нивелирование 2 класса. Линии нивелирных сетей проходят через участки, в которых проводятся активные процессы добычи нефти. Также нивелирная сеть 2 класса построена и реализована в Альметьевске. Второй метод – это использование спутниковых геодезических технологий. Референсные базовые ГНСС-станции применяют для мониторинга земной поверхности на геодинимических полигонах [2]. На протяжении последних двух лет мониторинг земной поверхности также проводится методом радарной интерферометрии. В нефтегазовой сфере, дифференциальная радарная интерферометрия, зарекомендовала себя как эффективный инструмент для мониторинга движения поверхности земли, способный охватывать большие площади при низких затратах и в пространственных масштабах, недостижимых при традиционных методах наблюдений [3].

Методология

Дифференциальная радиолокационная интерферометрия с синтезированной апертурой (DInSAR) – это метод микроволнового дистанционного зондирования, который позволяет нам исследовать явления поверхностной деформации с точностью от сантиметра до миллиметра, и обладающий большим пространственным охватом. В частности, метод DInSAR использует разность фаз, часто называемую интерферограммой, между двумя радарными изображениями, имеющими отношение к разнесённым по времени наблюдениям за исследуемой областью. Возможность изучения временной эволюции обнаруженных смещений является ключевым вопросом, имеющим важное значение для понимания динамики деформационных явлений.

Существует четыре метода дифференциальной радарной интерферометрии по определению деформационных явлений:

- метод устойчивых отражателей (Persistent Scatterers Interferometry – PSI),
- метод малых базовых линий (Small Baseline Subset – SBAS),

- комбинированный метод, включающий PSI и SBAS,
- метод SqueeSAR.

В данной работе будут исследованы возможности метода SBAS, его особенности и преимущества. Метод SBAS – это метод DInSAR, позволяющий обнаруживать деформации земной поверхности и, прежде всего, анализировать их временную эволюцию. В частности, он основан на использовании большого количества радарных данных и реализует простую комбинацию интерферограмм, рассчитанных на основе этих данных, что, в конечном итоге, приводит к созданию карт средней скорости деформации. Метод SBAS основан на совместном использовании длинных временных серий радарных изображений (т.е. изображений высокой кратности, полученных в повторяющейся геометрии съёмки), позволяют ослабить влияние эффектов пространственной и временной декорреляции и атмосферных искажений, тем самым повысить точность измерений рельефа и подвижек отражающей поверхности [4]. Большое количество радарных снимков комбинируются в пары с небольшим орбитальным разделением (то есть базовой линией, предельное значение которой устанавливается вручную), чтобы уменьшить пространственную декорреляцию. Данная особенность позволяет увеличить временную частоту дискретизации мониторинга, и высокую степень пространственного охвата по интересующей области, связанную с использованием только небольших базовых интерферограмм [5].

Обработка входных радарных изображений делится на два этапа. В первой части происходит коррегистрация всех сформированных пар, генерирование интерферограмм. Первая часть обработки реализована в программном продукте SNAP, разработанное Европейским Космическим Агентством (ESA) [6]. Вторая часть обработки включает в себя следующие шаги:

- Идентификация устойчивых отражателей. Здесь используются значения амплитуды и фазы для оценки вероятности устойчивого отражения для каждого пикселя. Вначале делается выбор, основанный только на амплитуде, затем он уточняется с использованием фазы методом итераций. По окончании итераций определяется вероятность и для тех пикселей, которые не были включены в итерационный процесс.

- Отбор устойчивых отражателей. Выбираются отражатели, имеющие высокую вероятность, и отбрасываются те, которые устойчивы только на некоторых интерферограммах и те, которые расположены в окрестности отражателей, имеющих большую вероятность.

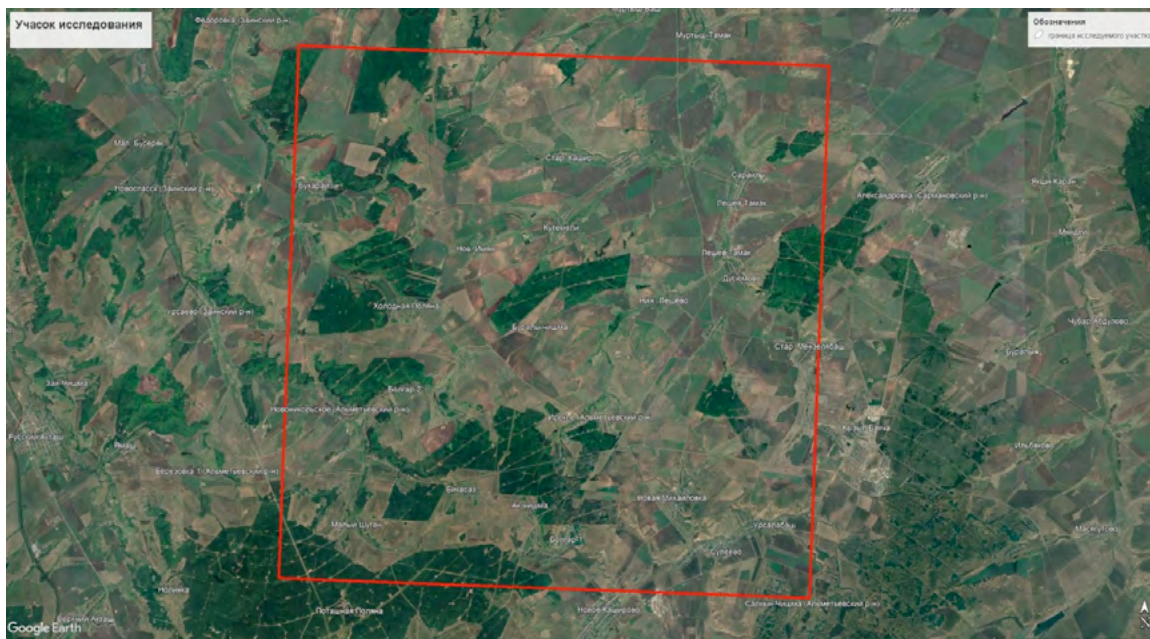


Рис. 1
Граница исследуемого участка

- Оценка полей смещений. Здесь проводится развёртка фазы и коррекция искажающих эффектов, вклад которых оценивался на предыдущих стадиях (ошибки, связанные с ЦМР, например).

Этапы второй ступени обработки реализованы в программе StaMPS/MTI (Stanford Method for Persistent Scatterers) [7]. StaMPS/MTI имеет открытую лицензию. Этот пакет был разработан в Стэнфордском Университете, а в настоящее время он поддерживается и развивается сотрудниками Делфтского технологического Университета (TU Delft).

Участок исследования

Для участка исследования (красный прямоугольник на *рисунке 1*) была выбрана территория с небольшими населёнными пунктами, преобладающая часть покрыта пашнями и полями. Данный участок выбран для определения возможностей метода SBAS на незастроенных территориях. Площадь участка составила 600 км².

Сбор данных

Для проведения данного исследования было использовано 35 радарных снимков формата – L1 SingleLookComplex и в режиме – InterferometricWideswath (IW) спутника Sentinel – 1B с нисходящей орбитой. Режим IW позволяет сочетать большую ширину полосы обзора (250 км) с геометрическим разрешением 5x20 м. Радарные снимки Sentinel – 1 являются открытыми данными [8], которые предоставляет европейское космическое агентство (ESA). Снимки были отобраны в период с 07 апреля 2020 года по 23 октября 2021 года (зимние снимки исключены). Список радарных снимков представлен в *Таблице 1*.

Обработка данных и получение результатов

Основными входными параметрами перед началом обработки является определение снимка-мастера, величины временной базовой линии и обозначение координат участка исследования. В качестве снимка-мастера был выбран снимок №21 (08 мая 2021) в *Таблице 1*. Величина временной базовой линии меньше, чем 400 дней. С выбранными параметрами было создано 209 пар интерферограмм. Схема связи пар отображена на *рисунке 2*.

Для удаления топографические фазы, была использована цифровая модель рельефа миссии Shuttle Radar с точностью до 1 угловой секунды (SRTM DEM 30 м). Фильтрация интерферограмм для дальнейшего уменьшения фазового шума было выполнено с помощью фильтра Goldstein. 3-D фазовый метод был применён для развёртки интерферометрической фазы деформации. Было получено 43 тысячи устойчивых отражателей. Скорость смещения земной поверхности (LOS) изменяется от -19 мм/год до +13 мм/год.

Анализ деформационных явлений

На *рисунке 3* представлены полученные результаты для исследуемой территории. Для значительной части участка скорость смещения земной поверхности изменяется от -5 до +5 мм/год (устойчивые отражатели жёлтого цвета на *рис. 3*). Плотность устойчивых отражателей оказалась высокой и составила 107 точек на 1 км². Не были выявлены устойчивые отражатели на участках густой растительности, как видно из *рис. 3*, количество отражателей внутри лесного массива

Таблица. 1
Список радарных снимков спутника Sentinel – 1B

№ снимка	Дата (г/м/д)	№ снимка	Дата (г/м/д)
1	2020/04/07	18	2021/04/02
2	2020/04/19	19	2021/04/14
3	2020/05/01	20	2021/04/26
4	2020/05/13	21	2021/05/08
5	2020/06/06	22	2021/05/20
6	2020/06/18	23	2021/06/01
7	2020/06/30	24	2021/06/13
8	2020/07/12	25	2021/06/25
9	2020/07/24	26	2021/07/07
10	2020/08/05	27	2021/07/19
11	2020/08/17	28	2021/07/31
12	2020/08/29	29	2021/08/12
13	2020/09/10	30	2021/08/24
14	2020/09/22	31	2021/09/05
15	2020/10/04	32	2021/09/17
16	2020/10/16	33	2021/09/29
17	2020/10/28	34	2021/10/11
		35	2021/10/23

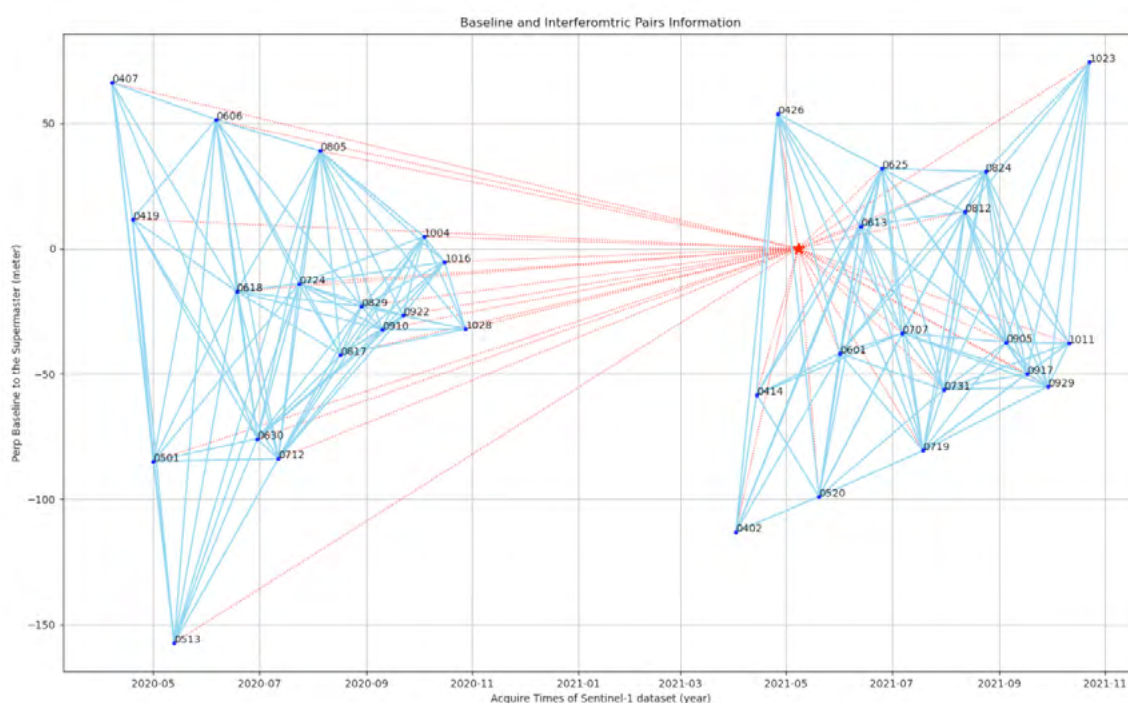


Рис. 2
Сгенерированные пары интерферограмм. Ось X описывает временную базовую линию, ось Y – перпендикулярную базовую линию. Красной звездой обозначен снимок-мастер

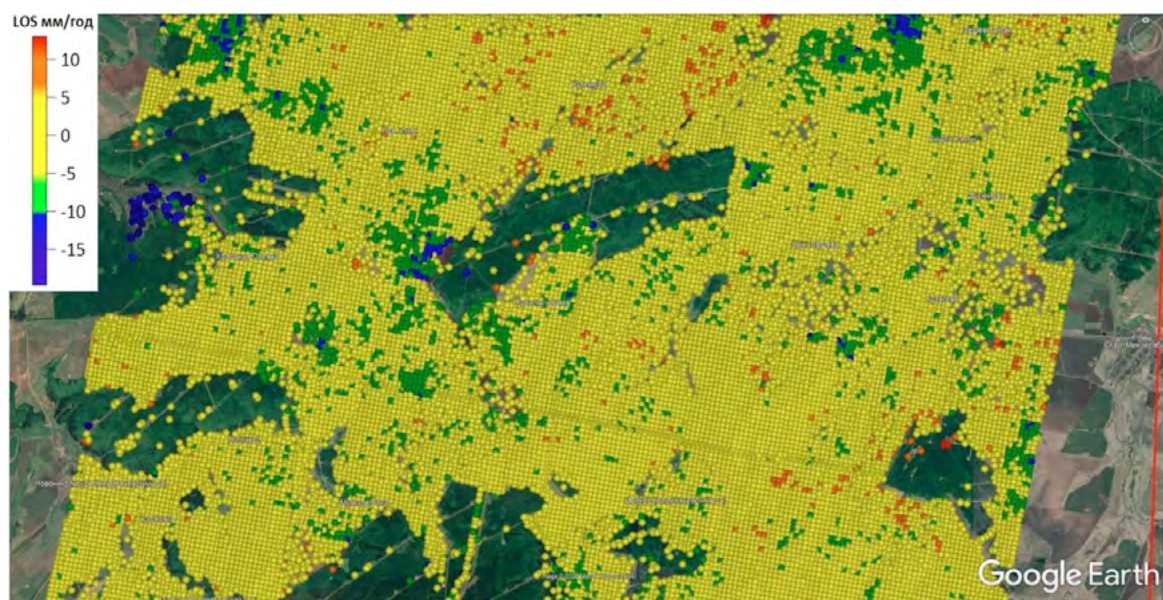


Рис. 3
Скорости смещения земной поверхности полученные методом SBAS для исследуемой территории

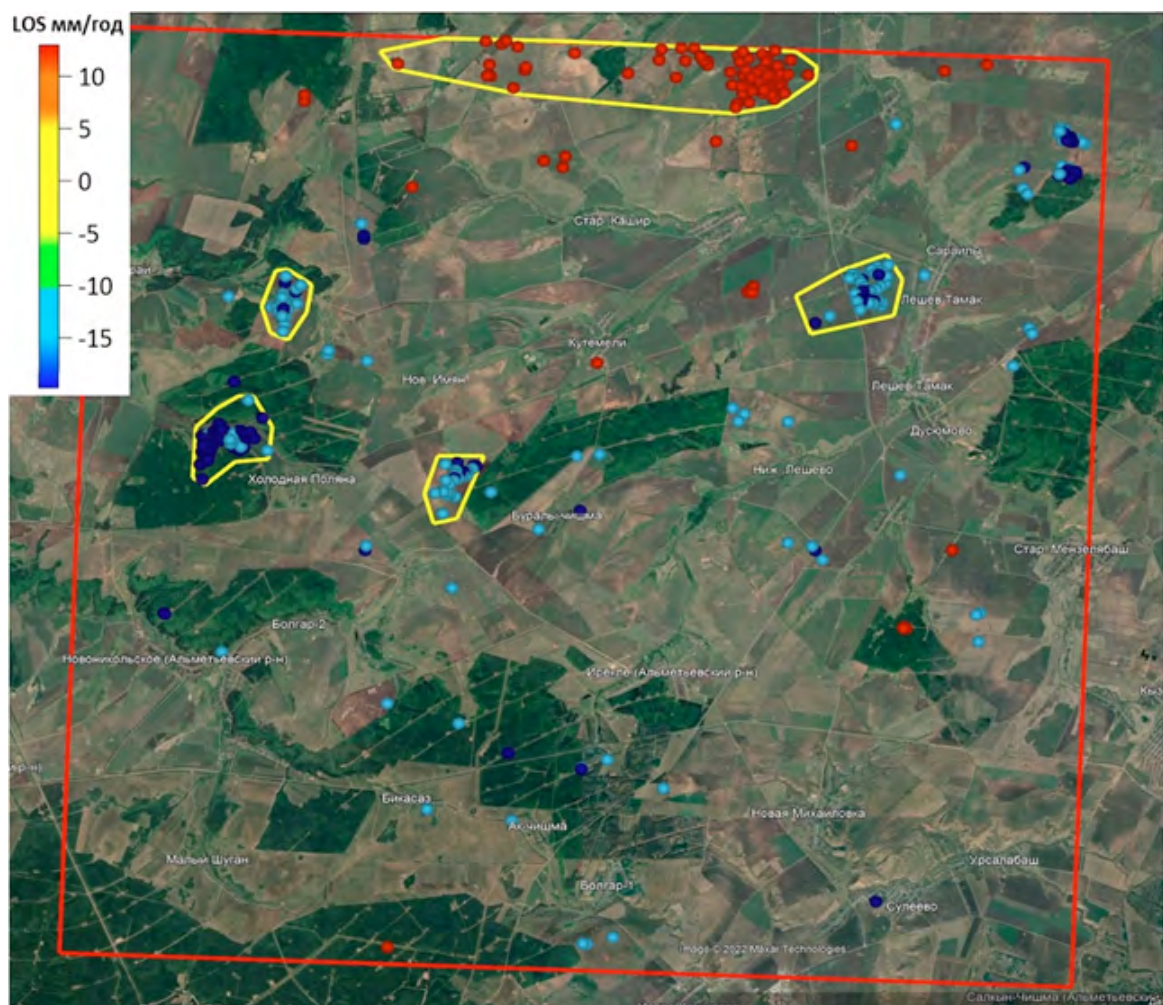


Рис. 4
Устойчивые отражатели, скорость смещения которых > 10 мм/год и < -10 мм/год.
Жёлтой границей выделены области со значимыми деформациями

на порядок ниже, чем в остальной области территории исследования.

Для определения расположения выявленных деформаций была выполнена фильтрация устойчивых отражателей. На *рисунке 4* представлены устойчивые отражатели в результате фильтрации. Пять участков можно выделить с определёнными деформационными явлениями (выделены жёлтой границей на *рис. 4*). Положительная деформация, выявленная в северной части участка, и четыре отрицательные деформации, расположенные в центральной части.

Заключение

В ходе проведённых работ по мониторингу геодинамических процессов на территории деятельности ПАО «Татнефть» методом радарной интерферометрии SBAS были получены скорости смещения земной поверхности. Было выбрано 35 радарных снимков спутника Sentinel – 1B за период с 07 апреля 2020 года

по 23 октября 2021 года. Метод SBAS продемонстрировал высокую плотность устойчивых отражателей на незастроенных территориях. Однако, в области лесных массивов устойчивых отражателей было выявлено в разы меньше. Такое скудное количество отражателей можно объяснить длиной волны, используемое на спутнике Sentinel – 1B. На спутнике установлен радиолокатор с синтезированной апертурой с длиной волны ~ 5.5 см (С-диапазон). Данный коротковолновой диапазон не проходит через густую растительность и испытывает серьёзную декорреляцию в данных областях. Исследование показало, метод радарной интерферометрии SBAS целесообразно и рентабельно использовать в нефтегазодобывающих районах. Выявление движения поверхности земли на территории нефтегазовых месторождений, в целом, может снизить риск возникновения потенциально опасных зон оседаний с соответствующим ущербом инфраструктуры. ❌

Литература

1. Говорушко С.М. Экологические проблемы добычи, транспортировки и переработки ископаемого топлива. Владивосток: Дальнаука, 2014.
2. Гилаев Д.М., Загреддинов А.А., Загреддинов Р.В. Опыт и перспективы использования ГНСС-технологий на месторождениях нефти и газа, Маркшейдерский вестник 2021, выпуск 2, с. 21.
3. Васильев Ю. В., Мисюрев Д. А., Филатов А. В. Техногенное влияние разработки комсомольского месторождения на современные деформационные процессы, Известия высших учебных заведений. Нефть и газ 2018, №2(128).
4. Феоктистов А.А., Захаров А.И., Гусев М.А., Денисов П.В. Экспериментальные исследования возможностей метода малых базовых линий с использованием данных PCA ASAR/ENVISAT и PALSAR/ALOS. Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы 2015, том 2, выпуск 3, с. 50-55.
5. Jin Baek, Sang-Wan Kim, Hyuck-Jin Park, Hyung-Sup Jung, Ki-Dong Kim, Jeong Woo Kim Analysis of ground subsidence in coal mining area using SAR interferometry Geosciences Journal Vol. 12, No. 3, p. 277 – 284, September 2008.
6. Science Toolbox Exploitation Platform SNAP <http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>
7. STAMPS <http://homepages.see.leeds.ac.uk/~earahoo/stamps/>
8. Copernicus Open Acces Hub: Terms and Conditions <https://scihub.copernicus.eu/twiki/do/view/SciHubWebPortal/TermsConditions>

UDC 528.88

L. I. Bulatova, A surveyor engineer in Eridan LLC, louisa3481@gmail.com

D. M. Gilaev, Head of the Department of Topographic-Geodesic and Surveying Works – Deputy Head of UTGIMR JV «Tatneft-Dobycha» PJSC «Tatneft», gilaevdm@tatneft.ru

R. R. Nazarov, A director of Eridan LLC, eridangeo@yandex.ru

SMALL-BASELINE RADAR INTERFEROMETRY APPROACH TO DETECT SURFACE SUBSIDENCE IN PJSC TATNEFT FIELDS

Abstract: In recent years, advances in the field of differential radar interferometry have created new approaches to monitoring displacements of the earth's surface, deformation of buildings and structures. As one of the important technologies for Earth observation, differential synthetic aperture radar interferometry (DInSAR) has been successfully used to monitor surface deformation. This paper will describe the experience of using the SBAS radar interferometry method in an area with active oil and gas production. The features of the method, the set of data selected for the study, the procedure for processing radar images are described, and the analysis of the results obtained is given.

Keywords: radar interferometry, SBAS approach, deformation.



Сезин Ю.А.
ген. директор ООО АИП «Фосфаты»
aip.online@mail.ru



Лыгач А.В.
к.т.н., ст. науч. сотрудник
ООО «НТЦ «ИКИМСО»
victor-gog6@yandex.ru

РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРИРОДНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО УДОБРЕНИЯ (ФОСФОРИТНОЙ МУКИ) ИЗ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ БЫВШЕГО БРЯНСКОГО ФОСФОРИТНОГО ЗАВОДА ПОСЛЕ ГЛУБОКОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛВАКОВЫХ ФОСФОРИТОВ ПОЛПИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Выполнен комплекс НИР и ОКР по выявлению целесообразности использования содержащихся в Шламохранилище 1 фосфорсодержащих тонкодисперсных отходов Брянского фосфорного завода, полученных после глубокого обогащения желваковых фосфоритов Полпинского месторождения. Приведены результаты изучения гранулометрического, химического и минерального состава этих отходов, а также их физико-механические и технологические свойства. Разработаны технологии подготовки и добычи обводнённых шламовых отходов и их дообогащения, а также технологическая схема получения из них фосфоритной муки, содержащей более 16% P₂O₅, т.е. природного, экологически чистого фосфорсодержащего удобрения. Результаты этих исследований легли в основу действующего промышленного предприятия, производящего примерно 30 тыс. т фосфоритной муки различных марок.

Ключевые слова: желваковые фосфориты, Полпинское месторождение, Брянский фосфорный завод, промывка, флотация, фосфоритная мука, отходы обогащения, фосфорсодержащие шламы, техногенное месторождение, вещественный состав, влажность, подготовка шламов, добыча шламов, дообогащение шламов, качественно-количественная технологическая схема, промышленное производство фосфоритной муки.

При современном уровне промышленного производства и масштабах материального потребления значение факторов полного использования и вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных минеральных ресурсов, являющихся техногенными месторождениями, имеет первостепенное значение. Это связано ещё и с тем, что решение этой проблемы обеспечит не только доизвлечение из вторичных ресурсов различных недоизвлечённых ранее из первичного минерального сырья полезных компонентов, но и улучшения экологической обстановки в соответствующих регионах, а также снижения потерь значительных отторгаемых земель.

Скопившееся в настоящее время значительные объёмы отходов от переработки различного минерального сырья, размеры занимаемых под ними площадей, а также возможность получения из них различной товарной продукции с одновременным снижением экологической нагрузки указывает на целесообразность вовлечения таких отходов в переработку. Исходя из этого большой интерес представляют многотоннажные отходы ГОКов, перерабатывающих руды горно-химического сырья, характеризующихся крупнотоннажными отходами [1, 3, 6, 5]. Такие отходы содержат не только различные полезные компоненты, которые могут быть успешно извлечены из них, но и занимая достаточно большие территории, в том числе и в различных населённых пунктах, они оказывают негативное влияние на водовоздушную их среду, а, следовательно, и на здоровье людей, проживающих в них.

Отходы горно-химических ГОКов характеризуются своим многообразием. Как правило, они образовались в процессе добычи руд и их переработки в виде вскрышных пород и различных хвостов обогащения. При этом последняя характеризуется своим многообразием. Например, в хвостах обогащения хибинской апатит-нефелиновой руды содержится, кроме недоизвлечённых из неё апатита и нефелина, в основном нефелин, титаномагнетит, сфен, эгирин и полевои шпат. Отходы переработки ракушечных фосфоритов Кингисеппского месторождения содержат, в основном, доломит, кварцевый песок и недоизвлечённый фосфат. Что касается желваковых фосфоритов наиболее крупных Егорьевского, Верхнекамского и Полпинского месторождений, то их технологические хвосты, в основном, представлены глауконитом, кварцевым песком, оксидами железа и недоизвлечённым фосфатом. При этом, в отличие от Егорьевских и Верхнекамских отходов, хвосты обогащения Полпинской руды представлены двумя хвостохранилищами, одно из которых является крупнотоннажными отходами от промывки руды и хвостами флотации

её тонкоизмельчённой фракции, а второе – тонкодисперсными фосфорсодержащими шламами, получаемыми в процессах обезвоживания флотоконцентрата (сливы сгустители) и от обеспыливания отходящих газов сушильных барабанов.

Все перечисленные выше многотоннажные отходы горно-химических ГОКов представляют собой техногенные месторождения, содержащие различные ценные минералы, которые могут быть в перспективе извлечены и использованы в различных отраслях промышленности. В настоящее время разработаны малоотходные технологии глубокого обогащения вышеуказанных руд и их отходов с получением из них не только различных концентратов, но и после химического разложения некоторых из них и различной конечной товарной продукции [4, 5, 6]. Однако, из-за низкого качества и потребности в последних, а, следовательно, из-за отсутствия рынка их сбыта, практически все техногенные месторождения от переработки руд горно-химического сырья до настоящего времени не осваиваются, занимая достаточно большие территории плодородной земли. Поэтому решение вопросов качества и рынка сбыта получаемых из руд горно-химического сырья попутных концентратов, а из них и различных полезных компонентов, является основным для вовлечения в промышленное освоение соответствующих техногенных месторождений. В этом аспекте наиболее подготовленным к промышленному освоению являются отходы одного из указанных выше техногенных месторождений, образованных после обогащения желваковых фосфоритных руд Полпинского месторождения, а именно, сильно обводнённые тонкодисперсные фосфоритные шламы, содержащие свыше 16% P_2O_5 и строительные пески.

История образования Полпинских техногенных фосфорсодержащих месторождений связана с деятельностью бывшего Брянского фосфоритного завода, перерабатывающего с 1956 г. бедные фосфором желваковые руды Полпинского месторождения. В основе технологии обогащения таких руд были первичная промывка и классификация по классу 0,5 мм исходной руды с извлечением из неё сначала мытой крупнозернистой фосфорсодержащей фракции (+0,5мм), содержащей примерно 16% P_2O_5 с последующим тонким измельчением последней и флотацией из неё фосфата с получением сначала флотационного фосфорсодержащего концентрата, содержащего 20-22% P_2O_5 , а после его обезвоживания путём сгущения радиальных сгустителей и сушки в сушильных барабанах тонкоизмельчённой фосфоритной муки, представляющей собой дешёвое простейшее экологически чистое фосфорсодержащее удобрение пролонгированного действия [7].

В соответствии с технологическим регламентом производство флотационной фосфоритной муки на бывшем обогатительном производстве Брянского фосзавода, отходами его являлись технологические хвосты рудомойки, содержащие 1,2-1,6% P_2O_5 и флотации, содержащие 2,5-3,0% P_2O_5 , а также технологические потери, представляющие собой, во-первых, шламы, присутствующие в сливах сгустителей и содержащие примерно 20% P_2O_5 и 15-20 г/л твёрдого, а во-вторых, пылезернистую фракцию, содержащую также примерно 20% P_2O_5 , выделенную в процессе обеспыливания отходящих газов и сушильных барабанов. Первоначально все, как технологические хвосты обогащения руды (пески), так и технологические потери (шламы), направлялись в одно хвостохранилище БФЗ, где они при укладке распределялись в соответствии со схемой их складирования.

С начала работы Брянского фосфоритного завода до его модернизации с увеличением мощности до 400 тыс. тонн, в его хвостохранилище скопилось большое количество технологических отходов (песков) и технологических потерь (фосфоритных шламов), которые заводом не использовались, и в перспективе не планировалось их использовать. После модернизации завода и увеличении его мощности изменились требования к фосфоритной муке по влаге с 3,0% до 1,5% и ситового осадка на сите 0,18мм с 20 до 10%, в результате чего в сливах сгустителей и отходящих газов сушильных барабанов увеличилось содержание твёрдого, т.е. количество потерь фосфорсодержащих шламов. Поэтому в 1978 г. заводом в связи с увеличением объёма выпуска фосфоритной муки было принято решение технологические потери (шламы), т.е. во-первых, сливы сгустителей с содержанием 20% P_2O_5 и процентом твёрдого до 4,5% в объёме 320-350 м³/ч, во-вторых, сливы систем пылеулавливания в объёме 70-80 м³/ч, и в-третьих, условно-чистые воды от смыва полов направлять не на общее хвостохранилище обогатительного производства, а складировать их на специальной площадке для обезвоживания и наполнения фосфоритных шламов в специально выкопанных на территории хвостохранилища №1 трёх прудах-отстойниках, объёмом около 220 000 м³. Эта площадка для слива и накопления фосфоритных шламов впоследствии получила название шламоохранилища. Одновременно заводом проводились исследования по изучению вещественного состава и физико-механических свойств шламовых отходов, а также была сделана попытка разработать технологию производства из них фосфоритной муки. Однако систематически эти исследования заводом не производились, хотя с 1996 г. шла бессистемная самовольная добыча из хвостохранилища №1 технологических

отходов (песков) для нужд предприятий области при рекультивации земель, строительства дорог, засыпки ям и ухабов, а из шламоохранилища – технологических шламов, которые использовались при изготовлении органоминеральных удобрений. В 1996 г. обогатительная фабрика БФЗ прекратила выпуск фосфоритной муки в связи с отсутствием сбыта её сельхозпроизводителям. С тех пор шламоохранилище и оставшиеся часть хвостохранилища №1 не использовались, а их поверхность покрыта камышом и другой растительностью, а также засорена различными в виде свалок отходами.

Впервые фосфорсодержащие отходы (шламы) производства БФЗ были изучены в 2004 г. ООО ГеоНерудПроект по заявке ООО АИП «Фосфаты», имеющего лицензии на право пользования недрами с целевым назначением вовлечения в промышленное производство технологических тонкодисперсных фосфорсодержащих отходов (шламов) от обогащения руд Полпинского месторождения и очисткой земельного участка от отходов переработки фосфоритов. В результате был проведён комплекс геологоразведочных работ, заключающийся в проведении топографо-геологических исследований, бурении скважин, отборе проб, опробовании их с последующим лабораторным определением P_2O_5 в шламах. По полученным данным этих исследований был составлен геологический отчёт с подсчётом запасов на участке фосфоритных шламов по состоянию на 0,1 августа 2004 г., которые были оценены и утверждены в ГКЗ в объёме 359,6 тыс. т по категории С₂ и содержанию P_2O_5 более 16%. При этом было выявлено, что разработка техногенного месторождения тонкодисперсных фосфорсодержащих шламов на участке шламоохранилища позволит производить из них ценное экологически чистое фосфорсодержащее удобрение и освободить из-под них полезную площадь и улучшить экологическую обстановку в этом районе.

Техногенное месторождение на участке технологических фосфорсодержащих шламовых потерь от переработки желваковых фосфоритов Полпинского месторождения расположено в Володарском районе г. Брянска в непосредственной близости от промплощадки ООО АИП «Фосфаты». Это месторождение находится в благоприятных транспортно-экономических условиях. Оно образовалось, как отмечалось выше, в результате складирования и отстоя шламовых потерь обогатительной фабрики БФЗ после глубокого обогащения фосфоритной руды Полпинского месторождения. Полезными компонентами в этом техногенном месторождении являются, во-первых, тонкодисперсные фосфорсодержащие шламы, полученные после флотационного дообогащения тонкоизмельчён-

ного первичного мытого фосконцентрата в процессе его обезвоживания и обеспыливания отходящих газов сушильных барабанов, и во-вторых – кварцевый песок, ранее использованного при обвалке шламохранилища.

В настоящее время тонкодисперсные фосфорсодержащие отходы от глубокой переработки желваковых фосфоритов с участка шламохранилища используются обществом с ограниченной ответственностью ООО АИП «Фосфаты» для производства из них фосфоритной муки, т.е. простейшего природного и экологически чистого удобрения, применяемого для фосфоризации кислых почв с пролонгированным воздействием в течение 5-7 лет. Требования к такому минеральному удобрению определяются техническими условиями ТУ 2183-002-35608560-2005 «фосфоритная мука», в соответствии с которыми массовая доля в нём в пятиокси фосфора, оксида кальция и класса +018 мм составляют (в %) 17 ± 1 , 25-30, $\leq 1,5$, ≤ 10 соответственно.

Для производства отвечающей вышеуказанным ТУ фосфоритной муки из шламовых фосфорсодержащих отходов бывшего БФЗ с участка техногенного месторождения (шламохранилища) ООО АИП «Фосфаты» с привлечением различных НИИ был проведён комплекс НИР и ОКР по изучению гранулометрического, химического и минерального состава таких шламов, и их физико-механических свойств, а также разработке рациональной технологии их дообогащения с получением фосмуки, пригодной для использования в качестве фосфорсодержащего удобрения в сельском хозяйстве.

В процессе проведения этих работ было отобрано достаточно большое количество различных по качеству и объёму проб фосфоритных шламов с различных скважин «шламохранилища». В результате изучения их вещественного состава, физико-механических и технологических свойств, была установлена пригодность шламовых отходов для получения фосфоритной муки требуемого качества, а также разработана технология её дообогащения.

Так как основные требования к фосфоритным шламам в отношении их пригодности в производстве кондиционной фосфоритной муки, в первую очередь, сводилось к изучению вышеуказанных параметров, то именно им при этих исследованиях и было уделено наибольшее внимание, т.к. от этого зависела технология дообогащения технологических фосфоритных шламов.

Результатами этих исследований показано, что отобранные для технологического изучения пробы фосфорсодержащих шламов с техногенного месторождения, в основном, состоят из 35-45% фосфата, 27-41% кварца и 12-15% глауконита. Количество же полезного компонента в изучае-

мых шламах по пробам в залеже, т.е. содержание пятиокси фосфора в «шламохранилище» колеблется в пределах от 14,78 до 19,0%, и в целом по отвалу находится на уровне 17,5% (таблица 1).

Полный же химический анализ технологических техногенных фосфорсодержащих шламов, выполненный по двум пробам из скважин 100 (интервал 1,5-4 м) и 133 (интервал 2,5-4 м), лабораторией ФГБУ «ЦНИИГеолнеруд» показал, что в них содержится (в %) от 3,53 до 15,98 P_2O_5 ; от 33,9 до 67,65 SiO_2 ; от 1,57 до 5,26 Al_2O_3 ; от 0,52 до 2,2 F; от 0,67 до 0,75 FeO; от 1,71 до 2,84 Fe_2O_3 ; от 10,07 до 34,2 CaO; от 0,48 до 1,65 MgO; от 0,01 до 0,02 MnO; от 0,53 до 0,66 Na_2O ; от 0,6 до 1,91 K_2O ; от 3,17 до 3,96 CO_2 ; от 0,25 до 1,90 S; от 5,358 до 7,25 П.П.П. При этом содержание в этих пробах лимонно-растворимого P_2O_5 составляет до 30%, что очень важно для фосфор-минеральных удобрений.

Поскольку в фосфорсодержащем техногенном месторождении фосфоритные шламы представляют собой в основном тонкоизмельчённый фосфоритный концентрат, осаждённый из сливов обезвоживающих аппаратов обогатительной фабрики, то такие шламы характеризуются не только стабильным качеством по содержанию полезного компонента и минеральных частиц, крупнее +0,18 мм, но, как показали исследования, и более или менее равномерным их распределением на изучаемом участке «шламохранилище».

На основании выполнения значительного объёма исследований с различными по количеству, объёму и качеству проб фосфоритных шламов, отобранных с участка «шламохранилища» ООО АИП «Фосфаты» были определены следующие средние качественные характеристики последних: среднее содержание P_2O_5 по залежи 17,69%, при колебании от 14,78% до 19,30%, массовая доля класса +0,18 на сите с сеткой № 18K в среднем по залежи 1,40% при колебании от 0 до 7,6%, естественная влажность шламов в среднем 20% при колебаниях от 14,1 до 25,94%, вредные примеси присутствуют в шламах в допустимых количествах. Приведённые качественные показатели фосфоритных шламов указывают на то, что принципиально они могут быть использованы для производства фосфоритной муки согласно вышеуказанным на неё техническим условиям. Однако, несмотря на достаточно высокое содержание в фосфоритных шламовых отходах пятиокси фосфора в естественном виде такие шламы из-за высокой влажности и наличия в них достаточно большого количества органических и неорганических примесей различной крупности, не соответствуют требованиям последних, а, следовательно, без предварительного дообогащения они не могут быть использованы в ка-

Таблица.1
Содержание P_2O_5 в шламах

Показатели	Содержания от до, %				
	по залежи	в подсчётных блоках			
		C ₁ -I	C ₁ -II	C ₂ -III	C ₂ -IV
По пробам	14,78-19,30	14,78-18,89	16,31-19,11	14,78-19,3	16,32-19,00
По пересечениям	16,31-19,0	16,49-18,89	16,31-18,89	16,31-18,92	16,32-19,00
Среднее значение	17,69	17,72	17,65	17,57	17,77

честве фосмуки. Это объясняется тем, что после консервации «шламохранилища», во-первых, на его поверхности выросли мелкий лес, кустарники, камыш и другая мелкая растительность, а во-вторых, на некоторых его участках образовались достаточно большие стихийные свалки мусора из кирпича, металла, дерева, керамики, пластика и т.д. Кроме того, это техногенное месторождение сильно обводнено, т.к. залегают оно непосредственно на поверхности почвенного слоя, а также за счёт атмосферных осадков и воды, используемой при гидронамыве. Поэтому, для того чтобы начать добычу фосфорсодержащих шламов и их дообогащение, сначала необходимо их очистить от различных вредных примесей, осуществить отвод поверхностных и грунтовых вод от шламохранилища и подготовить, путём естественного обезвоживания шламов перед их поступлением в технологический процесс. Всё это указывает на то, что для получения из фосфорсодержащих шламов фосфоритной муки требуемого качества необходима разработка технологии добычи обводнённых фосфорсодержащих шламов из шламохранилища и технологической схемы их обогащения.

Для того, чтобы начать добычу и переработку шламовых отходов, сначала необходимо очистить их от органических и неорганических примесей, а также произвести отвод поверхностных и грунтовых вод от шламохранилища. Исходя из этих предпосылок ООО АИП «Фосфаты» был подготовлен рабочий проект добычи фосфоритных шламов с участка их складирования и его рекультивации [2]. В соответствии с этим проектом, разработку участка шламохранилища, предусматривалось вести одним добычным уступом с селективной выемкой шламов и песков и переэкскавацией их в навалы для естественного выветривания и обезвоживания с последующей перевозкой шламов из навалов на промплощадку обогатительного производства для переработки с получением из них фосфоритной муки. В соответствии с ТУ 2188-002-35608560-2005 «мука фосфоритная». Реализация же песка осуществлялась на карьере.

Выемка шламов с влажностью от 40 до 70% осуществляется шагающим экскаватором в навалы с последующей их многократной переэкскавацией в другие навалы с целью максимально

возможного их выветривания и обезвоживания естественным способом. Высота обводнённого навала со шламами в среднем составляет 5 метров. Однако, из-за большого в нём количества воды, шламы в нём растекаются, и высота навала из таких шламов снижается до 2-2,5 метров. Для доведения влажности шламов в навалах до 20-30%, как правило, осуществляется 3-х кратная перекидка навалов экскаватором и ворошение шламов в них бульдозером или погрузчиком. При этом снимается просохший верхний слой навала (0,2-0,3 м), после чего формируется новый навал. Через месяц снимается следующий просохший слой и т.д. Погрузка и доставка просушенных шламов на дообогащение осуществляется погрузчиком и автомобильным транспортом соответственно, причём интенсивность погрузки просушенных шламов и доставка их на промплощадку обогатительного производства определяется сезонностью с более интенсивной в весенне-летний период. Для успешной реализации добычных работ в процессе освоения фосфорсодержащего техногенного месторождения, предварительно были успешно решены вопросы водоотведения со шламохранилища и зачистка добычных уступов от растительности и различного мусора. С этой целью для защиты карьера от поверхностных вод и осушения площадки для складирования добычных шламов были подготовлены водоотводные канавы, глубиной не более 5 м и шириной от 20 до 25 метров, протяжённостью примерно 3 км с уклоном в сторону водосборного колодца, глубиной 4 м, из которого вода сбрасывается в систему водоёмов города. Кроме того, вдоль постоянных и временных дорог предусмотрены кюветы и отводные канавы, которые позволяют отвести поверхностные воды от карьера и проезжей части. В результате эта вода поступает в общий водосборник, где она осветляется и через водосбросный колодец также сбрасывается в систему водоёмов города. Очистка водоотводных канав и водосборника от ила и наносов по мере надобности, но не реже двух раз за сезон весной и осенью. Что касается зачистки добычных уступов, то эти работы осуществляются только в весенне-летний сезон с использованием бульдозера и погрузчика, с помощью которых собранная порода складировалась за участком добычи.

Из приведённых данных вещественного состава фосфорсодержащих шламов в отвалах технологического месторождения на участке «шламохранилище» следует, что из-за высокой влажности и наличия в них достаточно большого количества органических и неорганических примесей, такие шламы, несмотря на достаточно высокое содержание в них P_2O_5 , не соответствуют требованиям Технических условий и маркам фосфоритной муки. Не соответствуют этим ТУ шламовые отходы после их обезвоживания и очистки от различных примесей. В связи с этим без предварительного обогащения вышеуказанные фосфорсодержащие шламы в естественном виде не могут быть использованы в качестве фосфорсодержащего удобрения.

С целью выявления целесообразности вовлечения техногенных фосфорсодержащих шламов в переработку ООО АИП «Фосфаты» были проведены соответствующие исследования по изучению технологических свойств и обогатимости такого техногенного сырья. В результате таких исследований была разработана технология дообогащения тон-

кодисперсных фосфорсодержащих отходов производства бывшего БФЗ, качественно-количественная схема которой представлена на **рис. 1**. Эта технология была проверена с положительными результатами не только в производственной лаборатории ООО «АИП «Фосфаты», но и на полупромышленной установке этого предприятия в непрерывных условиях. Эти работы показали, что путём дообогащения лежалых тонкодисперсных фосфорсодержащих шламов возможно получение из них простейшего экологически чистого в виде не пылящей фосфорсодержащей муки – фосфорсодержащего минерального удобрения двух марок А и Б, отвечающих всем требованиям для них Техническими условиями. Опытные образцы такой обогащённой фосфоритной муки прошли технологические испытания в ФГБУ «Брянскагрохимрадиология» и в Центральной лаборатории ФГБОУ «Брянский Государственный Университет». Все эти исследования показали, что испытанные образцы фосфоритной муки соответствуют вышеуказанным Техническим условиям «Мука фосфоритовая. Технические условия» и может применяться для удобрения почв.

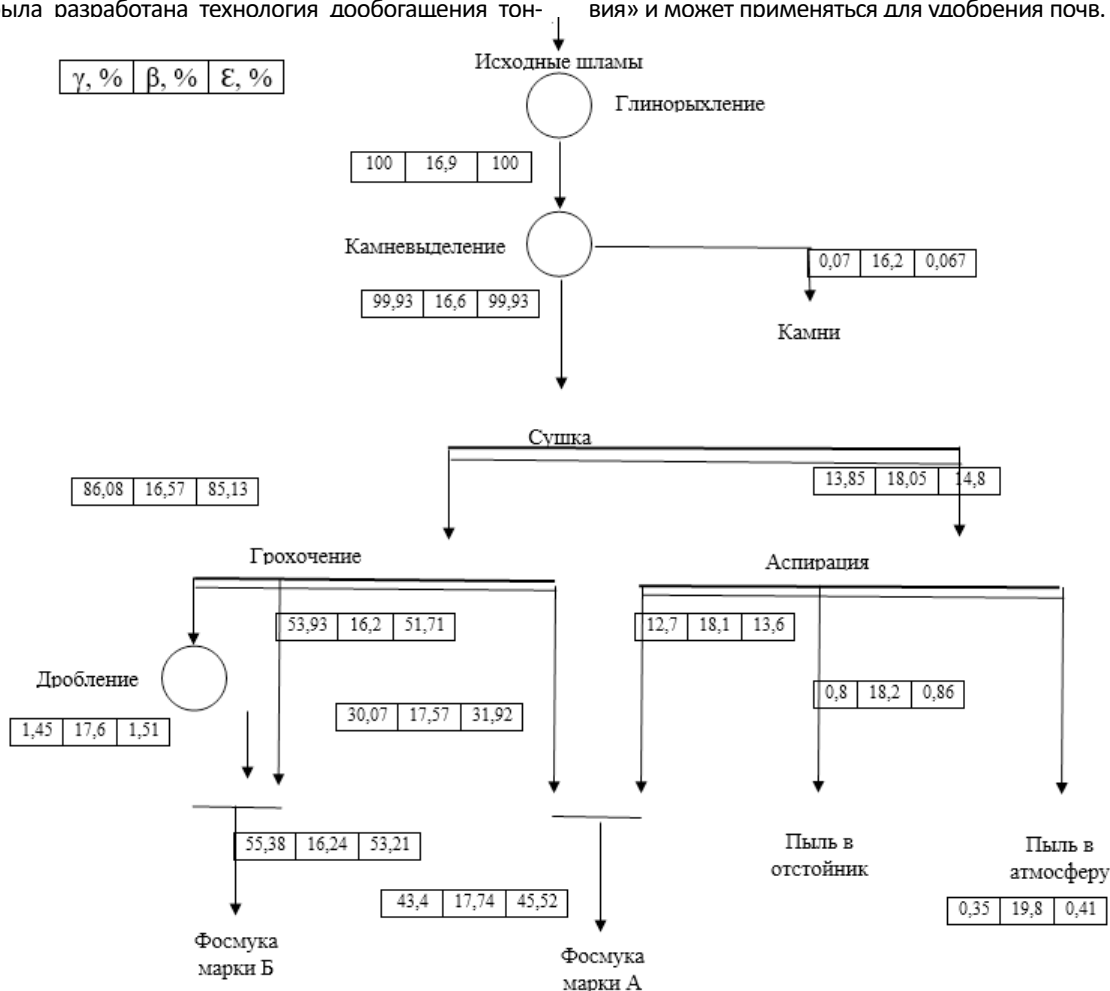



Рис. 1
Качественно-количественная технологическая схема дообогащения фосфорсодержащих шламов с получением фосфоритной муки

В основу разработанной технологии дообогащения лежалых тонкодисперсных фосфорсодержащих отходов переработки желваковых фосфоритов Полпинского месторождения положены: предварительное естественное обезвоживание их в течение ~5 месяцев до влажности ~20% на специальной для этого промплощадке; затем после глинорыхлителя и камнеотделения при помощи одновалого глинорыхлителя и камневыделительных волков, соответственно они сушатся в сушильном барабане при максимальной температуре 800 градусов Цельсия до влажности примерно 1,5% с последующей их классификацией на двухдековом грохоте по классам 5 мм и 0,5 мм с доизмельчением материала крупнее 5 мм, после чего получают два кондиционных товарных продукта: непылящая фосмука крупностью -5+0,5мм (марка Б) и слабопылящая фосмука крупностью -0,5мм (марка А). По такой технологии на промышленном предприятии бывшего БФЗ был создан производственный участок по производству 12-13 тонн в час фосфоритной муки, на котором не только корректировались и отрабатывались технологические её параметры, но и нарабатывались опытные партии фосфоритной муки различных марок.

Результаты выполненных ООО «АИП «Фосфаты» и целого ряда других специализированных организаций исследований по изучению вещественного состава и обогатимости тонкоди-

сперсных фосфорсодержащих отходов с участка шламохранилище, а также результаты разработки технологии их дообогащения и технологического опробования полученной при этом кондиционной фосмуки различных марок, легли в основу технологического регламента производства муки фосфоритной, отчёта с подсчётом запасов на участке «шламохранилище», ТЭО временных разведочных кондиций и, в итоге создание на промплощадке бывшего Брянского фосфоритного завода в настоящее время успешно действующего промышленного предприятия, осуществляющего из шламохранилища добычу фосфорсодержащих шламов и дообогащения их с получением до 30 тыс. т >17% по P₂O₅ фосфоритной муки различных марок. При этом само производство фосфоритной муки на этом предприятии базируется на положительном опыте работы обогатительной фабрики бывших БФЗ, а также на простом и надёжном обогатительном оборудовании.

Получаемая на этом предприятии фосмука, в зависимости от марки фасуется в мягкие контейнеры (Биг-Беги) весом 800 кг или 940 кг, либо системой конвейеров подаётся на склад готовой продукции, а именно в силосные банки, оборудованные пневмозагрузочными устройствами, из которых фосмука загружается навалом в автомобильный транспорт или железнодорожные вагоны. 

Литература

1. Блисковский В.З. «Вещественный состав и обогатимость фосфоритных руд.» М. Недра, 1983. с. 198
2. Бельский Г.Г. и др. «Методы борьбы с эрозией нарушенных земель.» Обзорная информация. Серия горно-химическая промышленность. М. НИИТЭХИМ 1983. с.42
3. Классен В.И. «Обогащение руд.» М. Недра 1979. с. 237
4. Равич Б.М., Окладников В.П., Лыгач В.Н. «Комплексное использование сырья и отходов.» М. Химия. 1988. с. 161-258
5. Ротобильская Л.Д., Лыгач В.Н. «Современное состояние и перспективы комплексного использования горно-химических руд.» Обзорная информация. Серия горно-химическая промышленность. М. НИИТЭХИМ 1982. с. 51
6. Ротобильская Л.Д., Бойко Н.Н., Кожевников А.О. «Обогащение фосфатных руд.» М. Недра. 1979. с. 259
7. Набиулин Ю.Н. «Производство и применение фосфоритной муки». Обзорная информация. Серия горно-химическая промышленность. М. НИИТЭХИМ, 1971. с.40

UDC 622.7

Yu. A. Sezin, General Director of LLC AIP «phosphates», aip.online@mail.ru

A.V. Ligach, Candidate of Technical Sciences, art. sci. Employee of LLC «STC «IKIMSO», victor-gog6@yandex.ru

DEVELOPMENT AND INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF NATURAL ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FERTILIZER (PHOSPHOROUS FLOUR) FROM FINELY DISPERSED PHOSPHORUS-CONTAINING TECHNOLOGICAL WASTE OF THE FORMER BRYANSKY PHOSPHORITE PLANT AFTER DEEP ENRICHMENT OF THE ZHELVAK PHOSPHORITES OF THE POLPINSKY DEPOSIT

Abstract: A complex of GDR and ROC was carried out to identify the feasibility of using phosphorus-containing fine-dispersed wastes of the Bryansk phosphorus plant contained in the sludge storage 1, obtained after deep enrichment of the zhelvak phosphorites of the Polpinskoye deposit. The results of studying the granulometric, chemical and mineral composition of these wastes, as well as their physicochemical and technological properties are presented. Technologies have been developed for the preparation and extraction of watered sludge waste and their enrichment, as well as a technological scheme for obtaining from them phosphorous flour containing more than 16% P₂O₅, that is, natural, environmentally friendly phosphorus-containing fertilizer. The results of these studies formed the basis of an operating industrial enterprise producing approximately 30 thousand tons of phosphorous flour of various brands.

Keywords: zhelvak phosphorites, Polpinskoye deposit, Bryansk phosphorus plant, washing, flotation, phosphorous flour, enrichment waste, phosphorus-containing sludge, technogenic deposit, material composition, humidity, sludge preparation, sludge extraction, sludge enrichment, qualitative and quantitative technological scheme, industrial production of phosphorite flour.

**Овчинников К. Н.**

к.т.н., доцент, руководитель магистерской программы «Геологическое обеспечение и мониторинг технологий утилизации, хранения и ресурсосбережения углеродных газов» Уфимского государственного нефтяного университета
kirill.ovchinnikov@energycc.org

КАРБОНОВЫЙ СЛЕД МИРОВОЙ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ, ТРЕНДЫ И ПОТЕНЦИАЛ ПО СНИЖЕНИЮ

В данной работе рассматривается роль цементной промышленности при глобальных выбросах CO₂. Производство цемента является важнейшим фактором, способствующим увеличению содержания CO₂ в атмосфере за счет двух факторов: сжигания топлива и декарбонизации известняка. Энергопотребление цементных заводов оценивается примерно в 2% от глобального потребления первичной энергии или почти 5% от общего мирового потребления энергии в промышленности. В статье описываются основные принципы производственного процесса производства, затем следует оценка исторического и регионального развития производства цемента, после – обзор выбросов от производства цемента. По итогу представляется краткий обзор возможностей сокращения выбросов как от использования горючего топлива, так и от процесса обжига при производстве цемента.

Ключевые слова: декарбонизация, карбонный след, снижение выбросов парниковых газов, геологическое захоронение CO₂, низкоуглеродная энергетика.

Угроза изменения климата считается одной из основных экологических проблем нашего общества. Двуокись углерода (CO₂) – один из основных парниковых газов. К обильному выделению CO₂ приводит сжигание природного горючего, вырубка лесов, неустойчивое сжигание биоматериалов и выбросы газов из минеральных источников. Производство цемента также способствует увеличению содержания CO₂ в атмосфере за счёт двух факторов: сжигания топлива и декарбонизации известняка. В настоящее время производится оценка содержания CO₂ исключительно от процесса декарбонизации известняка. Однозначная статистика по выбросам, связанным с использованием энергии в цементной промышленности, при этом отсутствует. В данном обзоре осуществляется анализ и последующая обобщённая оценка суммарных выбросов CO₂ в мировой цементной промышленности.

Цемент – один из важнейших строительных материалов во всём мире. Он используется в основном для производства бетона. Бетон, в свою очередь, представляет собой смесь инертных минеральных заполнителей, например, песка, гравия, щебня и цемента. Потребление и производство цемента тесно связано со строительной промышленностью и, следовательно, с общей экономической деятельностью. Из-за важности цемента, как строительного материала, и из-за географического обилия основного сырья цемент производят практически во всех странах. Его широкое производство также связано с относительно невысокой ценой и высокой плотностью производного материала, что, в свою очередь, ограничивает возможности наземного транспорта из-за высоких транспортных расходов.

Производство цемента является достаточно энергоёмким производственным процессом.

Энергопотребление цементных заводов оценивается примерно в 2% от глобального потребления первичной энергии или почти 5% от общего мирового потребления энергии в промышленности. Из-за преобладающего использования углеродных видов топлива, таких как уголь, при производстве клинкера цементная промышленность является основным источником выбросов CO₂. Помимо этого, CO₂ выделяется в процессе кальцинирования. Из-за сопровождающихся производственных процессов, а также выбросов от вырабатывания электроэнергии цементная промышленность является основным источником выделения двуокиси углерода, что, в свою очередь, заставляет пристально присмотреться к данной области и выработать стратегию, которая бы позволила сократить выбросы углерода.

Решение данной задачи требует углублённых исследований, поскольку смягчение последствий изменения климата может иметь серьёзные последствия. В данной работе рассматривается роль цементной промышленности при глобальных выбросах CO₂.

Для общего обзора и понимания в работе описываются основные принципы производственного процесса производства, затем следует оценка исторического и регионального развития производства цемента, после — обзор выбросов от производства цемента. По итогу представляется краткий обзор возможностей сокращения выбросов как от использования горючего топлива, так и от процесса обжига при производстве цемента.

Актуальность проблемы выбросов сектора цементной промышленности и описание принципов работы производства

Производство цемента — очень энергоёмкий процесс. Он состоит из нескольких основных этапов (*рис. 1*): подготовка сырья, изготовление клинкера в печи и производство цемента. Подготовка сырья и производство являются основными этапами, потребляющими много электроэнергии. Производство клинкера является наиболее энергоёмким производственным процессом, на который приходится около 70-80% всей потребляемой энергии. Подготовка сырья и чистовое измельчение — это энергоёмкие производственные операции. В описываемом ниже процессе предлагается сосредоточить внимание на использовании энергии, поскольку она способствует потенциальным выбросам CO₂.

Наиболее распространёнными источниками сырья для производства цемента является известняк, мел и глина, хотя в состав конечного продукта может входить более 30 различных веществ. Точный и постоянный состав сырья важен для достижения необходимого качества материала и

его однородности. Собранный сырьё отбирается и измельчается таким образом, чтобы полученная смесь имела необходимый химический состав, и была достигнута необходимая смесь для дальнейшей качественной термообработки. Щековая или вращательная дробилка, валковая или молотковая дробилка используются для дробления известняка на первоначальном этапе. Измельчённый материал просеивается, а камни удаляются. После дробления сырьё подвергается дальнейшей переработке. Процесс измельчения зависит от типа используемой термообработки с использованием шаровых или прокатных мельниц. Подача в печь называется сырьевой мукой. Для производства 1 т клинкера необходимо примерно 1.65-1.75 т сырьевой муки.

Клинкер же получают методом термообработки. Сырьевая мука обжигается при высоких температурах, сначала материалы прокаливаются, а затем клинкеруются для получения необходимого вещества. Для реализации проведения описываемого процесса используются различные типы печей.

В промышленно развитых странах измельчённое сырьё преимущественно перерабатывается во вращающихся печах. Вращающаяся печь представляет собой трубу диаметром примерно до 6 м. Трубка устанавливается под горизонтальным углом 3°-4° и вращается от одного до четырёх раз в минуту. Измельчённое сырьё движется по трубе к пламени. В цементной промышленности используются различные типы вращающихся печей. Если сырьё содержит более 20% воды, может быть предпочтительна мокрая обработка (исначально предпочтительным был мокрый процесс, так как было легче измельчить и контролировать состав и распределение частиц по размерам в суспензии; потребность в мокром процессе была уменьшена за счёт разработки улучшенных процессов гомогенизации). В мокром процессе суспензия обычно содержит 38% воды (диапазон от 24% до 48%). Затем сырьё перерабатывается в шаровой мельнице для образования суспензии (с дополнительной водой). Существуют различные варианты — например, полумокрый (влажность 17-22%) и полусухой (влажность 11-14%). Сохранение влаги в (высушенном) сырьё для сухой печи обычно составляет около 0,5% (0-0,7%). Сушильная печь может быть оборудована (многоступенчатыми) подогревателями. Введение подогревателя снижает энергозатраты на процесс горения. Подогревателем, который особенно подходит для сухого процесса, является подогреватель суспензии. Другой подогреватель — это колосниковый подогреватель, который в основном используется в полумокрых, полусухих, леполовых и более старых сухих печах. Пеллеты или брикеты помещаются на решётку, которая проходит через закрытый

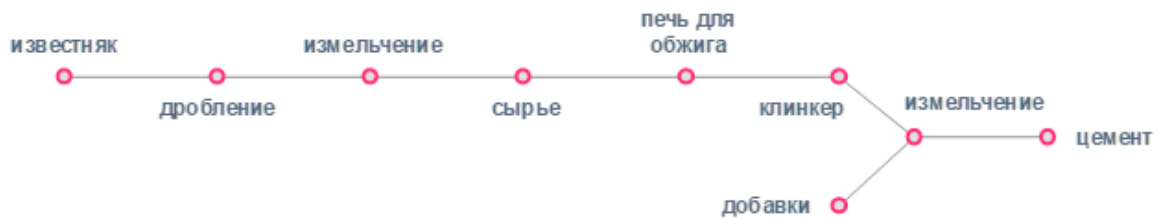


Рис. 1
Упрощенный схематичный процесс производства цемента

туннель. Кроме того, между печью и подогревателем суспензии может быть встроен прекальцинатор. Это камера с горелкой, в которой 80-95% CaCO_3 могут быть диссоциированы перед поступлением в печь. При обработке без предварительного обжига разложение (прокаливание) CaCO_3 до CaO и CO_2 происходит в печи. Применение прекальцинатора (а) снижает потребление энергии, (б) уменьшает длину печи, делая её менее дорогой, и (в) сокращает выбросы NO_x . Охлаждение клинкера может производиться в колосниковом, трубчатом (ротаторном) охладителе или планетарном охладителе. В колосниковом охладителе клинкер транспортируется на движущейся или возвратно-поступательной решётке, пропускаемой потоком воздуха. В трубчатом или планетарном охладителе клинкер охлаждается встречным потоком воздуха. Охлаждающий воздух служит потоком для горения. Таким образом, большая часть энергии клинкера возвращается в печь. Капитальные затраты на цементные заводы варьируются в зависимости от страны и местных условий. Капитальные затраты на строительство нового клинкерного завода с нуля в Северной Америке оцениваются в \$ 185 на 1 тонну мощности. Эксплуатационные расходы сильно различаются из-за различий в затратах на рабочую силу, износе и типе установки. Обзор цементных заводов США оценивает средние эксплуатационные расходы в \$ 36.4 на тонну цемента в 1990 году, включая затраты на электроэнергию, топливо и сырьё. Если в сырье и / или топливе печи присутствует избыток щёлочи, хлоридов или серы, они могут испаряться в печи и конденсироваться в подогревателе. Это может привести к проблемам в эксплуатации и изменению поведения при схватывании цемента. Спрос на слабощелочные цементы в США и Канаде выше, чем в Европе. В случае печей с подогревателем/прекальцинатором богатый щёлочью материал необходимо извлекать с помощью байпаса, который отводит часть потока выхлопных газов и удаляет из него твёрдые частицы для утилизации, увеличивая тепловые потери.

Шахтные печи используются в странах с отсутствием инфраструктуры для транспортировки сырья или для производства специальных типов цемента. На сегодняшний день большинство вер-

тикальных шахтных печей можно найти в Китае и в Индии, где отсутствие инфраструктуры, недостаток капитала и нехватка электроэнергии способствовали использованию небольших местных цементных заводов. В Китае это также является следствием модели промышленного развития, когда местные городские и сельские предприятия выступают в качестве двигателя индустриализации отдельных провинций, что приводит в итоге к использованию значительной доле именно шахтных печей в общем производстве цемента. Региональная политика индустриализации в Индии также способствовала использованию шахтных печей, помимо больших вращающихся печей. В Индии шахтные печи составляют растущую часть общего производства цемента и составляют почти 10% от производственной мощности с 1996 г. В Китае эта доля ещё выше: по оценкам, в 1995 г. было произведено 87% производства. Типичная производительность шахтных печей варьируется от 30 т (полностью ручную) до 180 т (механизированная) клинкера в сутки. Шахтные печи могут производить клинкер низкого качества, так как управлять всеми параметрами процесса сложнее.

Принцип работы всех шахтных печей аналогичен, хотя определённые характеристики могут отличаться. Гранулированный материал перемещается сверху вниз через те же зоны, что и во вращающейся печи. Высота печи определяется временем, необходимым для прохождения сырья через зоны, а также рабочими процедурами, составом гранул и продувкой воздухом сырья, поступающего в саму ёмкость. Шахтные печи могут достигать оптимальной эффективности за счёт грамотного теплообмена между подаваемыми и выхлопными газами. Наибольшие потери энергии в шахтных печах происходят из-за эффекта неполного сгорания, что, в свою очередь, приводит к выбросам CO и летучих органических соединений в окружающую среду.

Измельчение цементного клинкера вместе с добавками для регулирования свойств цемента (например, летучей золы, доменного шлака, пуццолана, гипса и ангидрита) можно производить в шаровых мельницах, валковых мельницах или при валковых прессах. Часто применяются комбинации этих методов фрезерования (**Таблица 1**). Крупный материал отделяется в классификаторе

и возвращается на дополнительное измельчение. Потребляемая мощность при измельчении сильно зависит от тонкости помола, необходимой для конечного продукта, и используемых добавок. Мелкость цемента влияет на его свойства и время схватывания.

В последнее время отрасль осознала необходимость идти дальше и поняла, что после подписания Парижского соглашения отрасль должна постараться насколько можно приблизить суммарные выбросы CO₂ в мире к нулю. Декарбонизация цементного сектора представляет собой одну из самых сложных проблем при переходе к низкоуглеродной экономике за счёт технологических выбросов, которых особенно трудно избежать. Для устранения технологических выбросов потребуются использование технологий улавливания CO₂.

На сегодняшний день разработка технологий улавливания, утилизации и хранения CO₂ не получила масштабных инвестиций, которые потребуются для обеспечения быстрого прогресса. Хотя улавливание CO₂ является проверенной технологией, её использование всё ещё дорого и вряд ли будет развиваться без нормативных стимулов. Кроме того, хранение CO₂ является дорогостоящим и географически ограниченным, в то время как технологии утилизации CO₂ находятся на ранней стадии разработки. Из-за потенциально более низких затрат на утилизацию по сравнению с хранением и возможности интеграции в существующие цепочки поставок использование CO₂ в производстве строительных материалов является привлекательной возможностью.

Есть ряд примеров технологий утилизации CO₂ в строительных материалах. Компания Solidia, разработала цемент с низким содержанием CaO и низким энергопотреблением, который позволяет снизить выбросы CO₂ как в процессе производства, так и в результате термического воздействия и быстро карбонизируется при воздействии CO₂. У компании CarbonCure, есть технология впрыскивания CO₂ в смеситель для улучшения характеристик готового бетона.

Тренды индустрии производства цемента по ключевым регионам-производителям

Мировое производство цемента выросло с 594 млн т в 1970 г. до 1453 млн т в 1995 г. со среднегодовыми темпами 3.6%. Потребление и производство цемента цикличны и совпадают с бизнес-циклами. Исторические производственные тенденции для 10 регионов мира представлены на *Рисунке 2*. *Рисунок 3* иллюстрирует производственные тенденции в 10 крупнейших странах-производителях цемента с 1970 по 1995 годы. Регионами с самыми высокими уровнями производства в 1995 году были Китай и Европа.

Как регион, Китай явно доминирует в текущем мировом производстве цемента, производя в среднем 477 млн тонн в год, что более чем в два раза больше, чем в следующем по величине регионе. В период с 1970 по 1995 год производство цемента в Китае резко выросло с 27 до 475 млн тонн при среднегодовом темпе роста 12.2%. Во многих отношениях цементная промышленность Китая уникальна большим количеством заводов, широким диапазоном форм собственности и разнообразием производственных технологий. В отличие от других отраслей тяжёлой промышленности, в производстве цемента не доминирует небольшое количество крупных «ключевых» предприятий. В 1995 г. крупные заводы мощностью более 100 тыс. т в год произвели лишь 28% из 476 млн т произведённого цемента. К концу 1994 года в Китае было более 7500 цементных заводов по всей стране. Эти, как правило, небольшие заводы работали со средней производительностью около 50 кт в год каждый, что примерно в десять раз меньше, чем у такого же среднестатистического завода в Соединённых Штатах.

Производство цемента в регионе Западной Европы оценивается в 180 млн т. Крупнейшими производителями цемента в этом регионе являются Италия, Германия, Испания и Франция.

Производство цемента в регионе Ближнего Востока показывало рост в среднем 10 % в год. Крупнейшими производителями цемента в этом регионе являются Турция, Египет, Иран и Саудовская Аравия.

Бразилия и Мексика доминируют в производстве цемента в регионе Латинской Америки; вместе они обеспечивают 54% производства в этом регионе.

В регионе Восточной Европы / бывшего Советского Союза производство цемента росло в среднем на 2.3% в год в период с 1970 по 1988 год. После распада Советского Союза и крупной реструктуризации, начавшейся в этом регионе в 1988 году, уровень производства снизился на 12.7% в год в среднем в период с 1990 по 1995 год. Производство цемента в бывшем Советском Союзе неуклонно росло с 95 млн т в 1970 году до

140 млн т в 1989 году. После распада СССР в конце 1980-х годов производство цемента в регионе резко упало, упав до 56 млн т в 1995 г.

В индийском регионе производство цемента в Индии выросло до 70 млн т обеспечив динамику роста 10% в год. В настоящее время цементная промышленность Индии является четвёртым по величине производителем цемента в мире.

Факторы, влияющие на выбросы CO₂

Выбросы углекислого газа при производстве цемента происходят непосредственно в результате сжигания топлива и процесса каль-

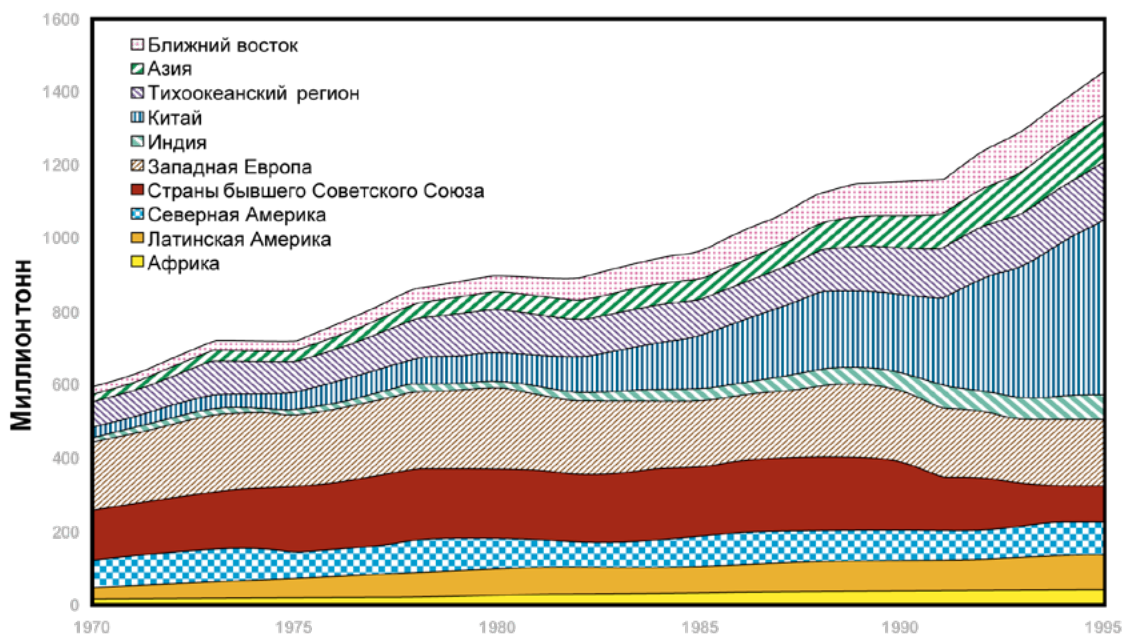


Рис. 2
Динамика изменения показателей цементной промышленности в различных странах

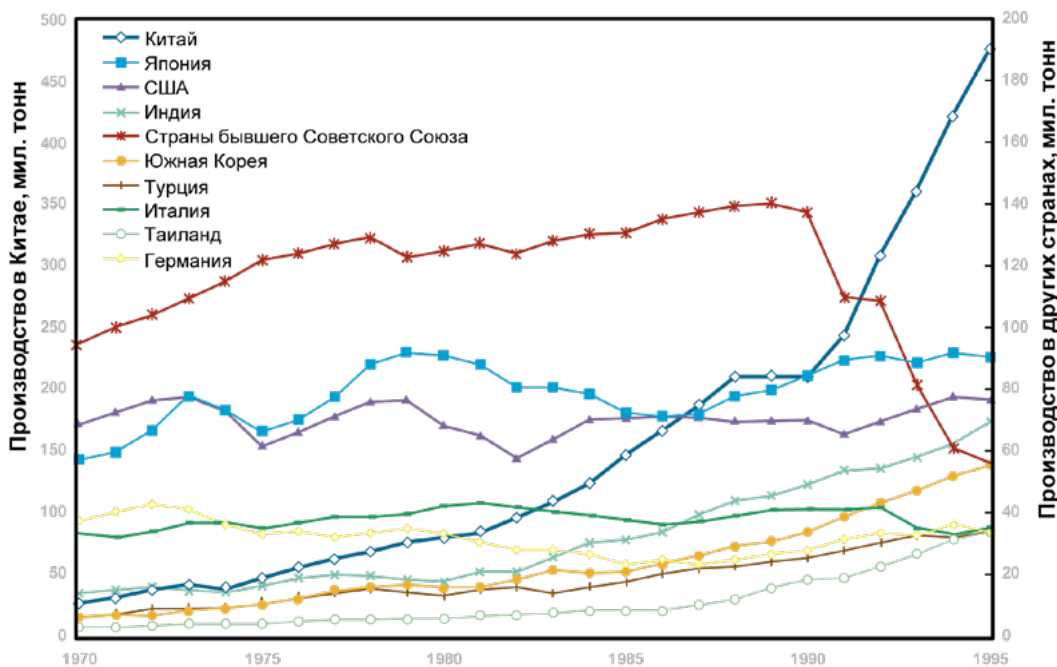


Рис. 3
Динамика изменения показателей цементной промышленности в различных странах

цинирования известняка в сырьевой смеси. Косвенным и значительно меньшим источником CO_2 является потребление электроэнергии, если предположить, что она вырабатывается из горючего природного топлива. Примерно половина выбросов CO_2 возникает в результате сгорания горючего, а половина – в результате переработки сырья. Не учитываются выбросы CO_2 , относящиеся к передвижному оборудованию, используемому для добычи сырья, используемому

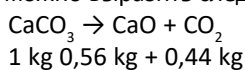
для транспортировки сырья и цемента, а также действующего на территории завода. Текущие оценки выбросов для цементной промышленности основаны исключительно на предполагаемом производстве клинкера и исключают выбросы, связанные с использованием энергии.

Общая оценка выбросов CO_2 представляется на основе тенденций производства и использования топливной энергии. Эта оценка основана на текущих общедоступных данных

по цементному сектору. Выбросы CO_2 рассчитывались в несколько этапов. 27 ведущих стран-производителей цемента, на которые пришлось 83% производства цемента, были определены по 10 региональным группам: Африка, Латинская Америка, Северная Америка, Восточная Европа и бывший Советский Союз, Европа, Индия, Китай, Тихоокеанский регион, страны Азии, Ближний Восток. Эти ключевые страны легли в основу нашей глобальной оценки.

Выбросы CO_2 при обжиге в процессе производства

Технологический CO_2 образуется при обжиге, что можно выразить следующим уравнением:



Доля CaO в клинкере составляет 64-67%. Остальная часть состоит из оксидов кремния, оксидов железа и оксидов алюминия. Таким образом, выбросы CO_2 при производстве клинкера составляют около 0,5 кг/кг. Выбросы CO_2 в процессе производства на тонну цемента зависят от соотношения клинкера и цемента. Это соотношение обычно варьируется от 0,5 до 0,95.

Оценим количество клинкера, производимого в ключевых странах, чтобы рассчитать технологические выбросы CO_2 , связанные с производством клинкера. Для технологических выбросов коэффициент обжига 0,136 Мт углерода (МтС)/т клинкера (0,5 Мт CO_2 /т клинкера) (1 Мт CO_2 = 0,27 МтС=0,27 ТгС) применялся к каждой метрической тонне произведённого клинкера. Фактические данные о производстве клинкера были собраны для Бразилии, Мексики, США, Канады, Германии, Индии, Китая, Японии и Кореи. Для тех неключевых стран, по которым не имелось конкретных данных о производстве клинкера, мы использовали расчётное среднее значение отношения клинкер/цемент (С/С). Страны делились на промышленно развитые и остальной мир, а также на две группы по соотношению С/С – 84% для промышленно развитых стран и 87% для остального мира – на основе средневзвешенных данных фактического отношения клинкера к цементу.

Выбросы CO_2 при использовании горючего топлива

Практически всё топливо используется при термообработке. Количество CO_2 , выделяемого во время этого процесса, зависит от типа используемого топлива (уголь, мазут, природный газ, нефтяной кокс, альтернативные виды топлива). Коэффициенты выбросов CO_2 топлива основаны на оценке, проведённой Межправительственной группой экспертов по изменению климата. Прямой расчёт коэффициента выброса отработанного топлива считается равным нулю, потому что ввод отходов заменяет эквивалентное коли-

чество энергии, полученной из ископаемого топлива, и CO_2 , вероятно, был бы выброшен (в краткосрочной или долгосрочной перспективе) в атмосферу без какой-либо пользы. Если отходы используются в конкуренции с альтернативными видами источников энергии, замену ископаемого топлива и предотвращение выбросов CO_2 следует рассмотреть более глубоко.

Чтобы рассчитать связанные с энергетикой выбросы CO_2 от потребления горючего топлива, сперва осуществлялся анализ данных за 1994 год о среднем удельном расходе топлива на тонну клинкера для ключевых стран или за год, ближайший к 1994 году, по которому имелись данные. Фактические данные об интенсивности для промышленно развитых стран были собраны для Канады, Германии, Франции, Италии, Японии, Кореи, Испании, Турции и США. Доступные данные о топливной интенсивности для развивающихся стран, а также для Восточной Европы и бывшего Советского Союза включают данные из Аргентины, Бразилии, Китая, Колумбии, Египта, Индии, Мексики, Польши и Венесуэлы. Для других ключевых стран (Марокко, Южная Африка, Украина, Таиланд, Тайвань, Индонезия, Саудовская Аравия и Иран) осуществлялся расчёт доли технологий мокрых и сухих печей для каждой страны. Затем применялся коэффициент интенсивности 5,9 ГДж/т клинкера для мокрых обжиговых печей и 3,5 ГДж/т клинкера для сухих печей для расчёта взвешенной топливной интенсивности для этих стран. Для стран, по которым данные об интенсивности использования топлива не были доступны, проводилась классификация: промышленно развитые страны и остальной мир. Для оценки применялась средневзвешенная топливноёмкость (на основе собранных фактических данных по ключевым странам) в размере 3,5 ГДж/т клинкера для промышленно развитых стран и 4,2 ГДж/т клинкера для стран остального мира.

Выбросы CO_2 при использовании электроэнергии

Последним шагом для оценки выбросов CO_2 был расчёт выбросов от потребления электроэнергии. Данные по удельному потреблению электроэнергии были проанализированы для тех же ключевых промышленно развитых и развивающихся стран, которые были собраны для данных о потреблении горючего топлива (Канада, Германия, Франция, Италия, Япония, Корея, Испания, Турция, США, Аргентина, Бразилия, Китай, Колумбия, Египет, Индия, Мексика, Польша и Венесуэла). Для всех других стран и региональных групп энергоёмкость всех печей была оценена в 0,3 ГДж/т цемента для промышленно развитых стран и 0,4 ГДж/т цемента для остального мира.

Статистические данные Международного энергетического агентства использовались для расчёта средней углеродоёмкости топливных ресурсов для производства электроэнергии в общественных местах для каждой страны и региональной группы.

Общий объём выбросов CO₂ при цементном производстве

Расчётные выбросы углерода от производства цемента в 1994 году составили 307 млн т С, 160 млн т от технологических выбросов углерода и 147 млн т от использования энергии. Эти выбросы составляют 5,0% мировых выбросов углерода в 1994 г. исходя из 6199 млн т, по данным Информационно-аналитического центра по двуокиси углерода.

В *Таблице 1* и на *Рисунке 4* представлены оценки выбросов CO₂ (в миллионах метрических тонн углерода) по ключевым странам и регионам-производителям цемента. Из представленных стран на Китай приходится самая большая доля общих выбросов (33,0%), за ним следуют США (6,2%), Индия (5,1%), Япония (5,1%) и Корея (3,7%). В целом на 10 ведущих производителей цемента в 1994 г. приходилось 63% мировых выбросов углерода от производства цемента. В региональном плане после Китая крупнейшими регионами-источниками выбросов являются Европа (11,5%), Тихоокеанский регион (9,3%), страны Азии, за исключением Китая и Индии (9,3%), и Ближний Восток (8,4%). Мировая средняя энергоёмкость первичной энергии составляла 4,8 ГДж/т, причём наиболее энергоёмкими регионами были Восточная Европа и страны бывшего Советского Союза (5,5 ГДж/т), Северная Америка (5,4 ГДж/т) и Ближний Восток (5,1 ГДж/т).

Средний мировой объём выбросов углерода при производстве цемента составляет 222 кг*С/т цемента. Хотя Китай является крупнейшим источником выбросов, наиболее углеродоёмким регионом производства цемента на тонну полученного сырья является Индия (253 кг*С/т), за которой следует Северная Америка (242 кг*С/т), а затем Китай (240 кг*С/т).

Снижение выбросов CO₂

Существует много возможностей для сокращения выбросов CO₂ в цементной промышленности.

Повышение энергоэффективности снижает выбросы CO₂ в результате использования топлива и электроэнергии и может снизить затраты на производство цемента. Оптимизация рассматриваемого процесса может быть достигнута за счёт использования более энергоэффективного оборудования и замены старых установок или перехода на совершенно новые типы процессов производства цемента. Безусловно, большая часть энергии, потребляемой при производстве цемента, состоит из горючего топлива, которое используется для обо-

грева печи. Следовательно, максимальный эффект при снижении энергозатрат может быть достигнут за счёт повышения эффективности использования топлива. В целом сухой способ более энергоэффективен, чем мокрый. Процессы в значительной степени взаимозаменяемы, но применимость может быть ограничена доступным сырьём (т.е. влажностью). Основные возможности печи – это переход на более энергоэффективные варианты процесса (например, с мокрого процесса на сухой с подогревателями и прекальцинатором), оптимизация охладителя клинкера, повышение эффективности предварительного нагрева, улучшенные горелки, а также процесс системы контроля и управления. Потребление электроэнергии можно снизить за счёт усовершенствованных систем измельчения, высокоэффективных классификаторов, высокоэффективных систем двигателей и систем управления технологическим процессом. Несколько исследований продемонстрировали наличие рентабельного потенциала повышения энергоэффективности в цементной промышленности. В Китае в рамках различных программ разработаны технологии повышения эффективности шахтных печей за счёт повышения механизации, изоляции, распределения слоёв и систем управления. Потенциал повышения энергоэффективности для всех шахтных печей составляет от 10% до 30%. Недавнее исследование цементной промышленности Индии обнаружило технический потенциал повышения энергоэффективности почти на 33% при использовании коммерчески доступных технологий. Предполагается, что технологии будущего позволят сэкономить почти 48% энергии. Это приведёт к сокращению выбросов CO₂ на 27%. Однако экономический потенциал повышения энергоэффективности оценивается в 24% от общего объёма потребления первичной энергии. Сосредоточившись на коммерчески доступных технологиях, можно выделить 29 энергоэффективных технологий, которые ещё могут быть в некоторой степени приняты цементной промышленностью для решения сокращения выбросов CO₂. Однако экономический потенциал оценивается всего в 11% из-за высоких капитальных затрат и низких затрат на энергию. Это ограничивает потенциал сокращения выбросов CO₂ до 5%. Если цементная промышленность расширит использование смешанного цемента, то экономический потенциал может возрасти до 18%, что может способствовать снижению общих выбросов CO₂ на 16%.

Одним из вариантов снижения выбросов CO₂ является снижение содержания углерода в топливе, например, переход с угля на природный газ. Важной возможностью сократить выбросы углерода в результате длительного промышленного цикла является использование альтернативных

Таблица.1.
Потребление энергии в процессах производства

Страна	Производство цемента, млн т	Соотношение вода-цемент, %	Первичное напряжение, ГДж/т	Первичное энергия, ПДж	Процесс выброса CO ₂ , млн т	Выброс CO ₂ /энергия, млн т	Общий объем выбросов CO ₂ , млн т	Доля выбросов по всему миру, %
Китай	423	0.83	5.0	2117	47.7	53.7	101.4	33.0%
Европа	181.9		4.1	749	20.0	15.3	35.3	11.5%
Италия	33.2	0.8	4.5	150	3.6	3.2	6.8	2.2%
Франция	21.2	0.74	4.1	88	2.1	1.5	3.6	1.2%
Германия	36.1	0.79	3.8	137	3.9	2.8	6.7	2.2%
Испания	26.7	0.81	3.9	104	2.9	2.5	5.5	1.8%
Остальная Европа	64.7	0.84	4.2	271	7.4	5.2	12.5	4.1%
Тихоокеанский регион	151.3		3.5	533	17.6	11.0	28.6	9.3%
Япония	91.6	0.8	3.1	280	9.9	5.7	15.6	5.1%
Корея	51.6	0.96	4.3	220	6.7	4.6	11.4	3.7%
Остальная часть региона	8.0	0.84	4.2	34	0.9	0.7	1.6	0.5%
Страны Азии	123.8		4.9	613	15.3	13.3	28.6	9.3%
Таиланд	31.1	0.9	4.8	148	3.8	3.4	7.2	2.4%
Тайвань	23.2	0.95	4.9	114	3.0	2.5	5.5	1.8%
Индонезия	21.9	0.96	5.3	115	2.9	2.4	5.3	1.7%
Остальная часть Азии	47.6	0.87	4.9	235	5.6	4.9	10.5	3.4%
Ближний Восток	111.2		5.1	563	13.8	12.0	25.8	8.4%
Саудовская Аравия	16.0	0.87	4.7	75	1.9	1.4	3.3	1.1%
Египет	16.1	0.99	5.8	93	2.2	1.9	4.1	1.3%
Иран	15.9	0.97	5.3	84	2.1	1.6	3.7	1.2%
Турция	31.9	0.9	4.9	156	3.9	4.1	8	2.6%
Остальная часть Ближнего Востока	31.4	0.87	4.9	155	3.7	3.0	6.7	2.2%

Таблица.1.
Потребление энергии в процессах производства

Страна	Производство цемента, млн т	Соотношение вода-цемент, %	Первичное напряжение, ГДж/т	Первичное энергия, ПДж	Процесс выброса CO ₂ , млн т	Выброс CO ₂ /энергия, млн т	Общий объем выбросов CO ₂ , млн т	Доля выбросов по всему миру, %
Северная Америка		88.4	5.4	480	10.6	10.8	21.4	7.00%
США	77.9	88%	5.5	427	9.3	9.6	18.9	6.20%
Канада	10.5	88%	5.1	53	1.3	1.2	2.5	0.80%
Страны ex-СССР		100.7	5.5	558	11.4	10.3	21.7	7.10%
Польша	14.9	82%	5.6	83	1.7	2.1	3.8	1.20%
Украина	11.4	80%	6	68	1.3	1.3	2.6	0.80%
Россия	37.2	80%	6	223	4.1	3.8	7.8	2.50%
Оставшиеся ex-страны СССР	37.1	87%	4.9	183	4.4	3.2	7.6	2.50%
Латинская Америка		97.4	4.7	462	11.2	8.2	19.4	6.30%
Бразилия	25.2	77%	4.1	102	2.6	1.7	4.4	1.40%
Мексика	29.8	88%	4.5	133	3.6	2.5	6	2.00%
Колумбия	8.3	82%	6.1	51	0.9	1	2	0.60%
Венесуэла	7.5	87%	5.7	43	0.9	0.6	1.5	0.50%
Аргентина	6.3	90%	5.3	33	0.8	0.5	1.3	0.40%
Остальная часть Латинской Америки	20.2	87%	4.9	100	2.4	1.9	4.2	1.40%
Индия	62.4	89%	5	309	7.6	8.2	15.8	5.10%
Африка		41	4.9	201	4.9	4.2	9	2.90%
Марокко	6.3	85%	4.8	30	0.7	0.8	1.5	0.50%
Южная Африка	7.9	90%	4.9	39	1	1	1.9	0.60%
Остальная часть Африки	26.8	87%	4.9	132	3.2	2.4	5.6	1.80%
По всему миру	1380.9	85%	4.8	6585	160	147	307	100%

видов топлива, получаемых из отходов. Это могло бы в то же время уменьшить удаление отходов и сократить использование горючего топлива. При использовании топлива, полученного из отходов, следует учитывать ряд вопросов:

- энергоэффективность сжигания отходов в цементных печах;
- постоянное качество цементного продукта и топлива;
- выбросы в атмосферу;

- микроэлементы и тяжёлые металлы;
- альтернативная судьба отходов;
- производство вторичных отходов.

Однако, при замене типа горючего могут возникать определённые сложности: это может негативным образом сказываться на качестве цемента и повышать выброс других вредных газов. Следует отметить, что выбросы, как правило, больше зависят от условий эксплуатации печи, чем от типа топлива. Альтернативные ви-

ды топлива могут быть газообразными, жидкими (например, отработанные растворители, не содержащие галогенов, остатки дистилляции, отработанные масла) или твёрдыми (например, древесные отходы, осушенный осадок сточных вод и пр.). Чистое сокращение выбросов зависит от природы и характеристик отходов, а также от процесса их переработки. Переработка отходов цементной промышленности возможна и является действующей практикой.

Отходы в качестве альтернативного топлива всё чаще используются на цементных заводах. В 1990 году европейская цементная промышленность использовала от 0.75 до 1 млн тонн альтернативных видов топлива в год, что эквивалентно 25-35 ПДж. В 1993 г. 9% потребления тепловой энергии в цементной промышленности Европы приходилось на альтернативные виды топлива. Отходы могут снизить выбросы CO₂ на 0.1-0.5 кг/кг производимого цемента по сравнению с существующими технологиями производства с использованием горючего топлива. Использование отходов не приводит к дополнительным выбросам, хотя следует обращать внимание на легколетучие элементы, такие как ртуть и таллий.

Производство клинкера является наиболее энергоёмким этапом в цементной промышленности и также вызывает большие выбросы CO₂. В смешанном цементе часть клинкера заменяется промышленными побочными продуктами, такими как уголь, летучая зола (остаток от сжигания угля), доменный шлак (остаток от производства чугуна) или другие пуццолановые материалы (например, вулканический материал). Эти продукты смешиваются с измельчённым клинкером для получения однородного продукта – смешанного цемента. Смешанный цемент имеет свойства, отличные от портландцемента, например, схватывание занимает больше времени, но предел прочности при этом выше.

Текущее применение добавок при производстве цемента широко варьируется в зависимости от страны и региона. Хотя использование смешанных цементов часто встречается в Европе, в других местах, например, таких, как Северная Америка, оно менее распространено. Относительная важность использования добавок может быть выражена соотношением C/C при производстве цемента в конкретной стране. Портландцемент имеет отношение C/C в 0,95, тогда как у доменного шлакового цемента отношение C/C может составлять всего 0,35. Такие страны, как США, Канада и Соединённое Королевство, имеют высокие отношения C/C, что свидетельствует о преобладании портландцемента, тогда как такие страны, как Бельгия, Франция и страны бывшего Советского Со-

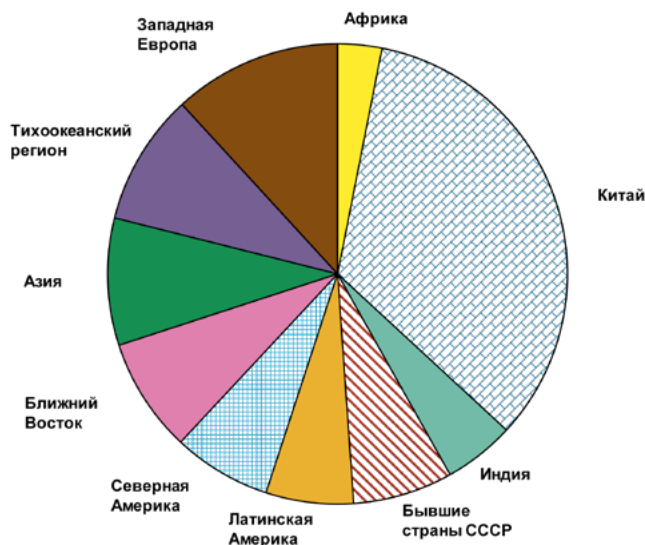


Рис. 4
Доля выбросов CO₂ от производства цемента в мире

юза, демонстрируют более низкие отношения C/C, что свидетельствует о более высоких показателях использования смешанных цементов. Поскольку данные о производстве клинкера не собираются из международных источников, невозможно точно оценить текущую практику во всех странах-производителях цемента. Основными препятствиями на пути дальнейшего применения цементных смесей, по-видимому, являются не проблемы с поставками или окружающей средой, а скорее, существующие стандарты и спецификации на продукцию, а также строительные нормы и правила.

Будущий потенциал применения смешанных цементов зависит от текущего уровня применения, от наличия смесевых материалов, а также от стандартов и требований законодательства. Глобальный потенциал сокращения выбросов CO₂ за счёт производства смешанного цемента оценивается как минимум в 5% от общих выбросов CO₂ от производства цемента (56 Мт CO₂), но может достигать 20%. Возможная экономия зависит от страны и региона. Worrell и другие оценили потенциал сокращения выбросов углерода на национальном уровне для 24 стран ОЭСР, Восточной Европы и Латинской Америки. Они оценили минимальную доступность смесевых материалов на основе производства передельного чугуна и сжигания угля. Потенциальное сокращение выбросов колеблется от 0% до 29%. Среднее сокращение выбросов для всех стран (производящих 35% мирового цемента в базисном 1990 году) оценивается в 22%. Он был незначительным для стран с большой долей производства смешанного цемента (например, Нидерланды) или с низкой доступностью смесевых материалов, то есть в странах без произ-

водства чугуна или угольных электростанций. Он был высоким для стран с ограниченным производством цементных смесей и хорошо развитой промышленностью или энергетикой на ископаемом топливе (например, Соединённое Королевство, США). Коэффициент C/C для Китая оценивается в 85%. Принимая во внимание крупное производство чугуна и использование угля в производстве электроэнергии в Китае, у крупнейшего в мире производителя цемента также можно ожидать большого потенциала для производства цемента с добавками.


Заключение

Цементная промышленность вносит большой вклад в глобальные выбросы CO₂, который выделяется в процессе обжига известняка, при сжигании топлива в печи и при выработке электроэнергии. Расчётные выбросы углерода от производства цемента в 1994 году составили 307 млн т, 160 млн т от кальцинирования и 147 млн т от использования энергии. Эти выбросы составляют 5% глобальных антропогенных выбросов CO₂.

На Китай приходится самая большая доля общих выбросов (33%), за ним следуют США (6%), Индия (5%), Япония (5%) и Корея (4%). В целом на 10 ведущих производителей цемента приходится около 63% мировых выбросов углерода от производства цемента. В региональном плане

после Китая крупнейшими регионами-источниками выбросов являются Европа (12%), Тихоокеанский регион (9%), страны Азии, за исключением Китая и Индии (9%), и Ближний Восток (8%).

Средний мировой объем выбросов углерода при производстве цемента составляет 222 кг C/т цемента. Хотя Китай является крупнейшим источником выбросов, наиболее крупным цементным регионом с точки зрения выбросов углерода на тонну произведённого цемента является Индия (253 кг C/т), за которой следуют Северная Америка (242 кг C/т) и Китай (240 кг C/т).

Выбросы CO₂ можно снизить за счёт оптимизации производства, перехода к более энергоэффективному процессу (например, от мокрого к сухому), замены высокоуглеродистого горючего топлива низкоуглеродистым или же альтернативными видами топлива, а также более низкого отношения C/C за счёт производства смешанных цементов. Производство смешанных цементов кажется многообещающим вариантом сокращения выбросов CO₂, связанных как с топливом, так и с технологическими процессами в краткосрочной перспективе. В краткосрочной перспективе повышение энергоэффективности, строительство новых печей, увеличение производства смешанных цементов и более широкое использование отработанного топлива являются наиболее экономически эффективными мерами. 

Литература

1. Worrell, E., Price, L., Martin, N., Hendriks, C., & Meida, L. O. (2001). Carbon dioxide emissions from the global cement industry. *Annual review of energy and the environment*, 26(1), 303-329.
2. Initiative, C. S. (2005). CO₂ Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry. Geneva: World Business Council for Sustainable Development.
3. Lei, Y., Zhang, Q., Nielsen, C., & He, K. (2011). An inventory of primary air pollutants and CO₂ emissions from cement production in China, 1990–2020. *Atmospheric Environment*, 45(1), 147-154.
4. Vashishth, A., & Jayant, B. (2021). Deterministic Approach for Calculation of Carbon Footprint for Cement Plants in India.
5. Katashov A., Ovchinnikov K., Maliavko E., Tatarinov D., Ogienko V. (2021). Digital platform as a tool for efficient reservoir management. *First Break*. T. 39, № 7. С. 57-61
6. Gao, T., Shen, L., Shen, M., Liu, L., Chen, F., & Gao, L. (2017). Evolution and projection of CO₂ emissions for China's cement industry from 1980 to 2020. *renewable and sustainable energy reviews*, 74, 522-537.
7. Summerbell, D. L., Barlow, C. Y., & Cullen, J. M. (2016). Potential reduction of carbon emissions by performance improvement: A cement industry case study. *Journal of Cleaner Production*, 135, 1327-1339.
8. Овчинников К. (2022) Перспективные технологии для улавливания, мониторинга и предотвращения утечек CO₂ из геологических хранилищ. *Нефтегазовая вертикаль*, N7-8
9. Овчинников К. (2022). Экономика проектов геологического захоронения CO₂ с целью повышения нефтеотдачи, *Нефтегазовая вертикаль*, №6

UDC 620.9, 550.9

K.N. Ovchinnikov, PhD, Associate Professor, Head of CCUS discipline Ufa State University, kirill.ovchinnikov@energycc.org

CARBON FOOTPRINT OF CEMENT INDUSTRY. INFLUENCE FACTORS, TRENDS AND POINTS OF IMPROVEMENT

Abstract: This paper examines the role of the cement industry in global CO₂ emissions. Cement production is a major contributor to the increase in CO₂ in the atmosphere through two factors: fuel combustion and limestone decarbonization. The energy consumption of cement plants is estimated at about 2% of global primary energy consumption, or nearly 5% of total global industrial energy consumption. The paper describes the basic principles of the production process, followed by an assessment of the historical and regional development of cement production. In summary paper provides a brief overview of the opportunities to reduce CO₂ emissions.

Keywords: CCUS, decarbonization, carbon footprint, CO₂ emissions reduction, CO₂ storage, low carbon energy

**Запивалов Н.П.**

Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск
ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru

НОВОЕ УЧЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ НАУКЕ И ПРАКТИКЕ В XXI ВЕКЕ

В статье рассматривается новый подход к образованию нефти, автор предлагает свою парадигму образования и динамики жизни нефтяной залежи. Отдельно уделяется внимание проблеме рисков и неопределённостей в нефтегазовом деле.

Ключевые слова: образование нефти, живая флюидопородная система, риски и неопределённости, реабилитационные циклы

XXI век принёс человечеству много неожиданных событий в различных сферах жизни, в том числе и в нефтегазовых делах.

Нефть и газ – это энергия, топливо и сырьё для многих потребностей людей. Развитие нефтегазового дела является первоочередной задачей человечества. В мире открыто около 70 000 месторождений нефти, из них 1500 крупных. 70 стран в мире имеют разведанные запасы нефти, более 65 стран осуществляют добычу нефти на своей территории. Открываются новые источники углеводородов (традиционных и нетрадиционных), создаются инновационные методы и технологии их добычи и утилизации.

В прошлом столетии большинство учёных придерживались органической (осадочно-миграционной) теории происхождения нефти, но существовали определённые противоречия, с наступлением XXI века противоречий и вопросов стало больше. В настоящее время в мире насчитывается около десятка различных авторитетных концепций (теорий) нефтеобразования, включая биосферную, абиогенную, магматическую и др.

Автор в начале своей геологической деятельности был активным сторонником органической теории происхождения нефти. И в 1962 году защитил кандидатскую диссертацию по этому поводу «Геолого-геохимическая характеристика

мезозойских отложений и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья», в которой впервые описано комплексное геохимическое исследование мезозоя Западной Сибири. Официальным оппонентом был Вассоевич Н.Б. В данной работе была выделена в качестве нефтематеринской толщи геохимическая пачка А (в разрезе куломзинской свиты, впоследствии она стала называться баженовской).

Многолетний опыт работы в нефтегазовой геологии привёл автора к выводу об **ограниченной применимости** классической теории, т. к. скопления углеводородов обнаруживаются **повсеместно**. В своей книге Леворсон А., написанной в конце прошлого века, утверждал: «Проблема происхождения нефти и газа теряет в какой-то мере своё значение в качестве обязательной предпосылки для постановки поисковых работ. <...> нет необходимости искать особые материнские породы» [1, с. 488].

Сейчас автор придерживается позиции, не предполагающей приверженности какой-либо одной концепции генезиса нефти. Создать общую теорию нафтидогенеза, пригодную для любых геологических условий, видимо, сложно, практически – невозможно. Катагенетическая стадийность тоже не является универсальной. Академик Андрей Алексеевич Трофимук утверждал: «Нижняя граница зоны нефтеобразования должна быть понижена до глубины 8000-10000 м. Бурением глубоких скважин доказано, что на этих глубинах нефтеобразование происходит не только в условиях мезокатагенеза, но и в условиях апокатагенеза. Расширение границ зон нефтеобразования сопровождается существенным ростом прогнозной оценки ресурсов углеводородного сырья» [2, с. 333].

Неопределённости, риски и катастрофы в современном нефтегазовом деле (разведка и добыча)

Накопившийся к настоящему моменту масштаб рисков, неопределённостей, ошибок и катастроф, связанных с поиском, разведкой и добычей углеводородов, делает необходимым переосмысление основополагающих принципов нефтегазового дела.

Особое значение имеют геолого-геофизические факторы и соответствующий научный прогноз. В качестве примера прогнозно-геологических просчётов можно упомянуть попытки открытия «гигантского» месторождения Мукулак на шельфе Аляски недалеко от месторождения Прадхо-Бей. Разведочная скважина стоимостью 1 млрд долларов была пробурена в 1983 г. Но на глубине 2438 м в предполагаемом продуктивном пласте оказалась только солёная вода. Показательным

примером другого рода факторов – технологических ошибок – может служить крупнейшая авария, произошедшая 20 апреля 2010 года в Мексиканском заливе на нефтяной платформе Deep-water Horizon на месторождении Макондо (компания British Petroleum). Это была крупная экологическая катастрофа. Нефтью было залито 75 тысяч км².

Многие геофизические методы, безусловно, требуют совершенствования. Один из ведущих геофизиков ИНГГ СО РАН В.С. Могилатов заметил: «Любая геофизическая интерпретация не на 100% достоверна. Она всегда делается с какой-либо ошибкой».

В дополнение огромное значение приобретает геополитический фактор – отсутствие согласованности между основными нефтедобывающими странами и жёсткая борьба за рынки, приводит к глобальному планетарному кризису.

Предлагается следующая символическая формула для описания этих рисков:

$$P = H + Ч + Г_1 + Г_2 + Г_3 + T_1 + T_2 + Э + К + Ф + П$$

где Н – фундаментальная наука, Ч – человеческий фактор: профессионализм кадров всех уровней, включая менеджмент; Г₁, Г₂, Г₃ – геологическая, геофизическая и географическая информация в полном объёме, с обобщающими моделями; Т₁, Т₂ – техника и технология с учётом инновационных методик и систем эффективного управления производственными процессами; Э, К – экологические факторы, природные катастрофы; Ф – финансовые возможности; П – политические факторы. В зависимости от меняющихся обстоятельств, некоторые из этих факторов могут оказаться определяющими. Каждый из них требует обновлённой парадигмы.



На фото: Беседа профессионалов. Президент ONGC Субир Раха с Н.П. Запиваловым. Конференция Petrotech-2003. Индия, Дели, 2003 г.

Автор считает, что главным объектом нефтегазовых исследований является флюидопородная система – залежь нефти (эмерджентное скопление углеводородов) [3, 6].

Определяющим моментом в нефтяной геологии является динамика состояния флюидопородной системы, зависящая от большого числа неопределённостей. Особенно заметно это проявилось в Индии [4]. Субир Раха, будучи президентом крупнейшей нефтяной компании Индии (ONGC), обращал на это особое внимание: «Образование, миграция и накопление углеводородов могут протекать по бесчисленному множеству вариантов, что приводит к неопределённостям и неизбежному риску в поисково-разведочных работах. Важная роль науки о Земле состоит в том, чтобы снизить эти неопределённости и преобразовать их в плодотворные возможности» (Геофизическая конференция, Мумбаи, 2004).

Преобладающие в настоящее время численные математические и лабораторные методы моделирования не дают возможности уверенного прогноза. В этой связи можно вспомнить, что многие априорные геолого-геофизические модели оказались несостоятельными на Кольской сверхглубокой скважине. Известный специалист по математической статистике и моделированию профессор Джордж Бок писал: «В сущности, все модели неправильны, но некоторые из них бывают полезными» («All models are wrong but some are useful»). На это же чётко показал в своих лекциях 2015 г. Сяо-Хуи Ву (старший консультант ExxonMobil): «Снизить источник неопределённости можно, сократив числовые ошибки и ошибки моделирования на основе выборочных данных».

Некоторые известные учёные и специалисты обладали особой интуицией, основанной на большом профессиональном опыте с опорой на стратегию «широкого поиска». В их числе можно назвать А.А. Трофимука, Н.А. Калинина, Н.Н. Ростовцева.

Авторские концепции

После 70 лет учебной, практической и научной работы в нефтяной геологии, разрабатывая основы геофлюидодинамики нефтегазо-насыщенных систем, автор пришёл к выводам о необходимости разработки новой парадигмы.

Подробный обзор современных теорий и концепций дан в книге «Флюидодинамические модели залежей нефти и газа» [3]. В своей работе авторы отдают предпочтение локальным флюидодинамическим системам, таким, как залежи нефти и газа. Иначе говоря – природно-техногенным объектам в период их изучения и освоения. Подобные объекты, в отличие от нефтегазона-

сных бассейнов и крупных геосистем, могут быть подвергнуты точным измерениям, систематическим наблюдениям и управлению отдельными процессами.

- Углеводороды встречаются повсеместно и будут всегда. Нефтегазообразование и распределение имеют очаговый характер [7].

- Авторская **парадигма** состоит в том, что **залежь нефти является живой флюидопородной системой, состояние и параметры которой способны быстро изменяться в непрерывном режиме под действием природных и техногенных факторов в соответствии с законами спонтанной саморегуляции. Залежь нефти может сформироваться, расформироваться и вновь образоваться.**

Запасы нефти и газа могут быстро восполняться либо за счёт вновь образующихся углеводородных масс внутри системы, либо за счёт дополнительного притока из других частей земной коры. Поэтому, как подтверждают данные в разных регионах мира, многие нефтегазовые скопления являются молодыми [5-7, 12].

Парадигма (от греч. paradeigma) – строго научная теория, воплощённая в системе понятий, выражающих существенные черты действительности.

Советский энциклопедический словарь, 1980, с. 977

Для уточнения процессов флюидопородных систем я обратился к член-корреспонденту РАН, заведующему лабораторией сейсмической томографии И.Ю. Кулакову. Вопросы: каковы изменения вулканического вещества на поверхности и в глубине вулканов? Как быстрые и глубокие эти изменения? Привожу ответ: «мы исследуем изменения внутри вулканов Спурр и Невадо дель Руис по ходу эруптивной активности. В случае Спурра можно видеть, что в течение года аномалия с повышенным отношением V_p/V_s смещается вверх более чем на километр. Под Невадо дель Руис аномалия, которая существовала там в начале периода дегазации, постепенно сходит на нет. Мы предполагаем, что такие достаточно быстрые изменения связаны с миграцией флюидов и их преобразованием в газ. Более быстрые изменения нашими методами мы засечь не можем, хотя, возможно, они имеют место. На поверхности можно наблюдать деформации поверхности при помощи спутниковых технологий. Очевидно, чем глубже, тем изменения более плавные» [10].

Таким образом, подтверждается моё предположение, что флюидопородные системы в самых разнообразных условиях могут работать по сходному принципу.

- Нефтегазонасыщенный пласт (залежь) состоит из двух взаимосвязанных подсистем: породы (минералы) и флюиды (нефть, газ, вода) и представляет собой целостную систему, имеющую свойства фрактальных структур. Фрактальные свойства были изучены на примере Верх-Тарского месторождения (Новосибирская область) с использованием специальных характеристик временных рядов – размерности Хаусдорфа и показателя Херста. В процессе разработки месторождений неоднократно и существенно меняются состав и свойства всех компонентов системы, флюидных и минеральных, в том числе за счёт метасоматоза.

- Флюидодинамические системы весьма мобильны и реакционноспособны. В зависимости от провоцирующих внешних воздействий они или стабильны (равновесное состояние), или возмущены (неравновесное состояние). Возмущённая система обладает всеми признаками неупорядоченности (хаоса) [3].

Активные техногенные воздействия являются, по существу, сильным возмущением квазиравновесной системы и существенно искажают её природные параметры. Если это возмущение является щадящим, то самоорганизующаяся система выравняет это неравновесие. Длительное или интенсивное возмущение, значительно превышающее пороговое, уничтожает систему. Как следствие, падает пластовое давление, резко уменьшается дебит, обводняется пласт и изменяется его минералогический состав.

- Установлено, что критический порог возмущения флюидонасыщенной системы определяется величиной депрессии на пласт:

$$\text{Рпл-Рзаб} \leq 5 \div 8 \text{ МПа}$$

- Формула энергетического состояния залежи:
 $dT/dP = 1/Sv$

где Sv – объёмная плотность энтропии.

- Для восстановления энергетического потенциала системы следует использовать реабилитационные циклы.

- Сверхинтенсивная (насильственная) выработка легкодоступных запасов нефти (EOR, Enhanced Oil Recovery) при длительном применении приводит к быстрому истощению и разрушению месторождений.

Многие из этих концепций нашли своё отражение в многочисленных публикациях автора в России и за рубежом.

Выводы, предложения

- Сейчас необходимо сосредоточить усилия для добычи остаточной (трудноизвлекаемой) нефти на разрабатываемых или законсервиро-

ванных месторождениях, в том числе и Западной Сибири, включая вновь образованные объёмы углеводородных масс. Количество такой нефти сейчас может достигать более 50% от ранее разведанных запасов. Для извлечения этой нефти предлагается принципиально новый подход – щадящие методы, ориентированные на сохранение месторождения как целостной системы с целью более длительной его разработки (IOR, Improved Oil Recovery) в противоположность сверхинтенсивной коммерческой добычи насильственным методам, разрушающим месторождение как систему (EOR, Enhanced Oil Recovery). На эту тему мной была опубликована статья [11], которая стала очень популярной в рейтинговом международном научном сообществе ResearchGate (*см. Приложение*).

- Преобладающие в настоящее время численные математические и лабораторные методы моделирования не дают возможности уверенного прогноза. Для получения достоверной информации необходимо натурное моделирование.

- Чтобы правильно управлять технологическим процессом добычи нефти, необходимо подробно изучать залежь нефти в непрерывном режиме с помощью специальных датчиков, расположенных непосредственно внутри продуктивных пластов (очагов).

- Чрезвычайно важно иметь постоянно действующие исследовательские полигоны на разрабатываемых месторождениях, а также осуществлять регулярный мониторинг на всех ранее пробурённых скважинах. Автор настойчиво предлагает создать на базе Верх-Тарского и Малоческого месторождений Новосибирской области Комплексный научно-исследовательский образовательный нефтяной Полигон.

- Особое внимание следует уделить проблеме восполняемости запасов углеводородов на разрабатываемых и законсервированных месторождениях.

- Необходимо применять реабилитационные циклы для восстановления энергетического потенциала системы [8]. Должны быть предусмотрены методы и технологии активной реабилитации (как в медицине). Чтобы достичь эффективного и быстрого результата.

- Надо беречь и пополнять углеводородные ресурсы, т.к. они необходимы человечеству на далёкую перспективу.

- Современная рыночно-лицензионная система недропользования в России некорректна. Необходимость восполнения запасов и научного исследования недр настоятельно диктует другие формы организации недропользования.

- Необходимо создать Министерство геологии РФ в полном профессиональном формате.

Несколько слов о перспективах Западной Сибири

В настоящее время судьба главного нефтегазового региона России многим видится в быстрейшем получении большого добычного потенциала за счёт баженовской свиты и палеозоя. Особенно большие ставки на «бажен», за счёт которого уже в ближайшее время предполагается иметь 20 миллиардов тонн добычных запасов нефти. Но надо иметь в виду, что эта свита имеет небольшие толщины и очень различные свойства, и параметры, определяющие очаговый характер возможной продуктивности. Во многих регионах мира от разработки подобных объектов отказываются по экологическим соображениям.

Что же касается проекта «Палеозой», то это другая эпопея. Под «палеозойским фундаментом» понимается огромный и разнообразный комплекс пород (протерозой и палеозой) на разных глубинах, что предопределяет возможность нефтеобразования и нефтенасыщения в разных породах и тектонических блоках. Геолого-геофизические материалы подтверждают это [5, 11]. Глубинная петротермальная энергия способствует желательным геофлюидодинамическим

процессам. Но проект «Палеозой» в Западной Сибири пока остаётся на этапе изучения и познания новых фактов и закономерностей [9]. В качестве перспективных объектов обозначаются гранитоидные тела и другие очаговые зоны с активной современной геофлюидодинамикой (градиентная энтропия). Надо бурить глубокие скважины (до 15 км), всесторонне и терпеливо испытывать интересные объекты. В случае получения слабых притоков или вязкой (битумной) нефти рекомендуется использовать вибрационные технологии (Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск). Они относятся к категории Improved Oil Recovery (IOR).

В науках о Земле многочисленные геологические и геофизические исследовательские направления развиваются относительно успешно, но нет объединённой научно-практической программы, главной целью которой было бы изучение динамики развития Земли, определяющей глобальные и локальные процессы и катастрофические явления. Особенно необходимы обновления в нефтегазовой геологии и геофизике, где много противоречивых идей и концепций и явно ощущается необходимость нового мышления. XXI

Литература

1. Леворсен А. Геология нефти и газа. М.: Мир, 1970. Серия «Науки о земле». Т. 22. 638 с.
2. А.А. Трофимук. Сорок лет борения за развитие нефтегазодобывающей промышленности Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1997. 369 с.
3. Н.П. Запывалов, И.П. Попов. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. Новосибирск: Гео, 2003. 198 с.
4. Запывалов Н.П., Павлов Ф.В. Индия – путь к большой нефти, 1955–2005. Новосибирск: Гео, 2005. 208 с.
5. Запывалов Н.П. Современные геологические концепции и технологии прогноза, разведки и освоения нефтегазовых месторождений // Нефтяное хозяйство. М., 2005, № 11. С. 20–23.
6. Запывалов Н.П. Динамика жизни нефтяного месторождения // Известия Томского политехнического университета. Томск: 2012. Т. 321. № 1. С. 206–211.
7. Запывалов Н.П. Новые научные и практические аспекты нефтегазовой геологии // Palmarium Academic Publishing, 2013. 102 с.
8. Запывалов Н.П. Реабилитационные циклы – основа активного долголетия и высокой конечной нефтеотдачи нефтенасыщенных систем // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Новые идеи в геологии нефти и газа». М.: МГУ, 2015. С. 85–87.
9. Запывалов Н.П. О нефтегазоносности палеозоя Западной Сибири // Концептуальные модели и возможные пути поиска залежей углеводородов в доюрском комплексе Томской области: сб. науч. тр. открытой научной конф. Томск. 6, 21 июня 2018 г. Томск: Изд-во ТПУ, 2018.
10. I. Koulikov, S. Z. Smirnov, V. Gladkov, E. Kasatkina, M. West, S. El Khrepy & N. Al-Arif Causes of volcanic unrest at Mt. Spurr in 2004–2005 inferred from repeated tomography 2018.
11. Zapivalov N. P. Improved Oil Recovery vs. Enhanced Oil Recovery // Enhanced Oil Recovery: Methods, Economic Benefits and Impacts on the Environment. – New-York. 2015, P. 81-94.
12. Zapivalov N. P. Upstream & Midstream risks and uncertainties. New ways of thinking // DEW: Drilling and Exploration World. – 2019. Vol. 28 (January), Issue 3. P. 37–46.

UDC 553.982.2

N.P. Zapivalov, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS, Novosibirsk, ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru

PETRO-GEOLOGICAL WAY OF THINKING: NEW 21ST-CENTURY ASPECTS

Abstract: The article discusses a new approach to the processes of oil formation. The author offers his own paradigm, or angle of vision into origin and life (space-time dynamics) of an oil and gas play. Special attention is paid to the analysis of risks and uncertainties in the petroleum business.

Keywords: genesis of oil, a living fluid-dynamic system, risks and uncertainties, rehabilitation cycles.

Приложение. 1.

Научно- профессиональный рейтинговый отчет

Статистика прочтений статей и докладов (с марта 2013 г. по 27 апреля 2022 г.)

ResearchGate. Всего за этот период на 27 апреля прочтений 14 206,

цитирований 35, индекс Research Interest 110.1

Распределение прочтений по статьям (топ - 20):

	Название статьи (доклада)	Кол-во прочтений
1	Improved oil recovery vs. enhanced oil recovery (Jan 2015)	9127
2	New Era of Oil & Gas Industry (Dec 2014)	1055
3	Upstream & Midstream risks and uncertainties. New ways of thinking (Jun 2019)	300
4	Petroleum Geology of the 21 st Century: Theory and Practice (May 2013)	288
5	The 21 st Century Power: Tendencies and Prospects (June 2011)	239
6	Petroleum Geology: Science and Practice in the 21 st Century. New Ideas and Paradigms (Jul 2016) (Σ)	226
7	Индия – путь к большой нефти (Jan 2005)	223
8	West Siberian Oil: History and Prospects (Jul 2018) (Σ)	231
9	Флюидодинамические модели залежей нефти и газа (Dec 2003) book	187
10	К 70-летию Западносибирской нефти (Σ) (Sep 2017)	164
11	Торф и органоминеральное сырье (Aug 2011)	124
12	Нефтегазовая наука и практика XXI века: новые идеи и парадигмы (Σ) (Aug 2015, Jan 2016)	103
13	New ways of thinking in Petroleum Geology: Improved Oil Recovery vs. Enhanced Oil Recovery (Feb 2019) PowerPoint	96
14	Инновационные нанотехнологии для повышения эффективности управления нефтегазодобычей (Jul 2014)	91
15	Новые концепции в нефтегазовой науке и практике XXI века известного геолога Н.П. Запивалова (к 88-летию) Preprint (Jul 2019)	86
16	Energy Sources: Present and Future (Feb 2020)	81
17	Фундаментальные основы нефтегазовой геологии. Современные аспекты (Jul 2020) Neftegaz.RU, 2020, №7	76
18	Oil and gas of Russia for India: Opportunities and a reality (June 2007)	75
19	Improved oil recovery: innovative technologies (Jul 2014)	70
20	Приоритетность трудноизвлекаемой нефти (Sep 2014)	65
21	Innovative technologies for oilfield exploration and development: worldwide examples (Jul 2014)	57
23	Petroleum Geology and Geophysics in the 21 st Century. Book (Jun 2014), Technology publications: Technical books publishers and contributors	54
...79		

**Спиридонов Д.В.**

К.ю.н., доцент кафедры экологического
и природоресурсного права
МГЮУ им. О.Е. Кутафина
denis.spiridonov.rgsp@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАВ КОРЕННЫХ НАРОДОВ В СФЕРЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Данная работа посвящена проблемам негативного влияния недропользования на территории традиционного природопользования коренных народов России. Значительная часть российской добычи углеводородов и других полезных ископаемых осуществляется в районах Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, где на протяжении многих веков проживают малые коренные народы. Процессы недропользования нарушают привычную для них экосистему, приводят к разрушению кочевых маршрутов, мест выпаса домашнего скота и традиционных промыслов. Несмотря на то, что законодательная база Российской Федерации содержит немало нормативных актов, направленных на обеспечение прав и интересов коренных народов и сохранение их традиционного образа жизни, реализовать эти механизмы на практике удастся далеко не всегда, а значит, существует необходимость создания новых более действенных правовых процедур.

Ключевые слова: коренные народы, территории традиционного природопользования, недропользование, добыча полезных ископаемых, загрязнение окружающей среды, экологические правонарушения.

Добыча полезных ископаемых – одна из важнейших составляющих экономики Российской Федерации и основная статья пополнения государственного бюджета. Однако процессы недропользования не всегда «дружелюбны» к окружающей среде и проживающему на прилегающих территориях населению.

Особенно остро этот вопрос стоит при разработке месторождений в Арктической зоне России, где сосредоточена большая часть общероссийских запасов углеводородов и других ценных ресурсов – алмазов, платины, никеля и др. Вместе с тем, Арктика – это исконная территория существования огромного числа коренных народов, с их историческими кочевыми маршрутами, стойбищами, местами выпаса скота. К сожалению, в последние десятилетия все это оказалось под угрозой исчезновения вследствие серьезного ущерба, нанесенного местным экосистемам процессами добычи, переработки, транспортировки и хранения добытых из недр полезных ископаемых.

В связи этим возникает проблема реализации коренными народами России принадлежащих прав в сфере, затрагивающей пользование недрами.

Для оценки эффективности современных механизмов защиты прав коренных народов, обратимся сначала к законодательной базе, действующей в отношении данного вопроса. Защита прав коренных народов – проблема, существующая не только в России, но одна из наиболее актуальных задач, стоящих перед всем мировым сообществом. К началу XXI века число представителей коренных народов на нашей планете насчитывало около 300 млн. человек, проживающих в более чем 70 странах мира¹, а по последним данным их численность составляет уже более 370 миллионов человек². При этом обеспечение их прав не всегда осуществлялось на должном уровне. Нам хорошо известно, каким гонениям на протяжении целых столетий подвергались коренные народы Северной и Южной Америки, Австралии и других территорий, ставших жертвами колониальной агрессии европейцев. Очевидно, что в подобных условиях, защита прав «ущевших» коренных народов на планете является насущной необходимостью.

Международное определение понятия «коренной народ» было впервые предложено в 1957 г. Международной организацией труда в Конвенции № 107³. Впоследствии были приняты Конвенция Международной организации труда № 169 «О коренных народах и народах, ведущих племенной образ жизни в независимых странах» 1989⁴г. и Декларация ООН 2007 года о правах коренных народов⁵.

Кроме того, национальное законодательство различных государств отдельно закрепляет права местных коренных народов. Так, например, ст. 17 Конституции Финляндии устанавливает для народа саами, как наиболее древнего существующего представителя населения страны, права на сохранение и развитие языка и культурных ценностей. Ст. 110 а Конституции Норвегии также поручает органам власти создавать необходимые условия для всех групп населения, в которых они смогли бы сохранять и развивать свой язык, традиционный образ жизни и культуру. В Хартии о правах и свободах Канады от 1982 г. говорится о признании и подтверждении договорных прав коренных народов, населяющих страну.

В нашей стране правовое регулирование отношений с коренными народами имеет долгую историю, причём, не всегда учитывающую интересы малых этнических групп. До начала XIX века коренное население северных территорий, главным образом Сибири, использовалось в качестве инструмента добычи мяса, ценных шкур пушных животных, иногда полезных ископаемых. Права традиционных обитателей этих мест игнорировались государственными чиновниками, а Инструкция 1763⁶г. и вовсе обязывала коренные народы платить в казну особый налог, по сути, ничем не отличавшейся от дани⁷. Как подчеркивают исследователи, в тот период отношение к коренным народам России как к колонизированным племенам, часто решая вопросы их жизнедеятельности фактически с позиции силы⁸.

Ситуация стала менять лишь в когда в 1822 г. Сибирским генерал-губернатором графом М.М. Сперанским был разработан «Устав об управлении инородцев»⁹, который по большей части уравнивал коренные народы в правах с «настоя-

1. См.: Руководство Организации Объединенных Наций для коренных народов. 2001. С. 9.

2. Коренные народы [Электронный ресурс] URL: <https://news.un.org/ru/focus/korennyye-narody> - Новости ООН (дата обращения 14.02.2022)

3. Конвенция № 107 Международной организации труда // Конвенции и рекомендации, принятые Международной конференцией труда. 1957 - 1990. Т. II. - Женева: Международное бюро труда, 1991. С. 1173 - 1183.

4. Конвенция № 169 Международной организации труда «О коренных народах и народах, ведущих племенной образ жизни в независимых странах» (Заключена в г. Женеве 27.06.1989) // Конвенции и рекомендации, принятые Международной конференцией труда. 1957 - 1990. Т. II. - Женева: Международное бюро труда, 1991. С. 2193 - 2207.

5. Документы ООН. Декларация Организации Объединенных Наций о правах коренных народов. (Принята резолюцией 61/295 Генеральной Ассамблеи от 13 сентября 2007 года.) // URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/indigenous_rights.shtml (Дата обращения 13.02.2022)

6. Инструкция лейб-гвардии Семеновского полка секунд-майору Щербачеву от 4 июня 1763 г. // Булычев И.Д. Путешествие по Восточной Сибири. Ч.1. Якутская область, Охотский край. - СПб., 1856. - С.251-268.

7. Федоров М.М. Правовое положение народов Восточной Сибири (XVII – начало XIX в.). - Якутск, 1978

8. Агаларханова А.Н. Национальная политика Российской империи и советской России в отношении коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока // Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. 2013. №6 (26). – С.18-26.

9. Полное собрание законов Российской империи. Т. 38. - СПб., 1830. С. 394-417.

щими» подданными Российской Империи, устанавливал «прозрачное» налогообложение и т.д.

Принципы данного Устава легли в основу Положения об инородцах 1892 г., последнего подобного документа Российской империи. Положение дифференцировало коренные народы по таким факторам как территория проживания и образ жизни, закрепляло за ними земли, запрещенные для заселения русскими, признавало родовое самоуправление, утверждало право заниматься традиционными промыслами и многое другое. Несмотря на улучшение условий жизни коренных народов и становление института защиты их прав, можно прийти к выводу, что к концу правления императорской династии в России многие коренные народности оказались, по сути, изолированными от остального общества, и имеющиеся у них права могли быть реализованы только на их традиционной территории.

Также, в контексте темы нашего исследования, отметим, что до XX века добыча полезных ископаемых в местах проживания коренных народов Севера была развита крайне слабо, а добыча углеводородов практически полностью отсутствовала. Это позволяло сохранить традиционные места проживания и промысла коренных народов в их историческом облике с сохранившейся природной системой.

С установлением в стране советской власти ситуация начала резко меняться. Ускоренная индустриализация, «гонка вооружений» и рост цен на углеводороды заставили руководство СССР искать новые источники добычи полезных ископаемых. Такими местами и стали территории традиционного проживания малых коренных народов. При этом политика КПСС в отношении уравнивания всех народов и национальностей имела как свои плюсы (отсутствие межэтнических конфликтов), так и минусы. Если до 1953 г. в СССР действовало особое управление – Комитет Севера, занимавшийся вопросами изучения традиций коренных народов и сохранения их идентичности, то в период с 1953 по 1989 гг. подобными вопросами не занималось ни одно ведомство. Несмотря на несколько принятых в этот период правительственных постановлений, традиционному промыслу и образу жизни малых коренных народов не нашлось места в советской системе, на что указывают исследования многих специалистов¹⁰.

Достаточно привести пример полуострова Ямал, где до прихода советских нефтяников вы-

пасались более 200 тыс. голов домашних северных оленей – половина всего поголовья округа. На территории, где на протяжении многих веков проживали несколько тысяч представителей народностей Севера, начали действовать четыре оленеводческих совхоза и три рыбозавода. Абсолютно неподготовленное «индустриальное вторжение» стало прямой угрозой самому существованию коренного Ямала. В результате активной разработки месторождений на полуострове было изъято из оборота почти 600 тыс. га оленьих пастбищ и более 1,2 млн. га охотничьих угодий¹¹. Тысячи оленеводов, охотников, рыбаков и членов их семей были вынуждены покинуть места проживания своих предков. Это показывает полное игнорирование интересов коренных народов в СССР, так как самого понятия коренных этносов просто не существовало.

Современный этап развития России ознаменовался возвращением интереса к вопросам малых коренных народов, но это было во многом продиктовано неблагоприятной ситуацией, возникшей в связи с активной деятельностью нефтегазового сектора. Помимо вышеупомянутой ситуации на Ямале, активная нефтедобыча приводила к неизменным утечкам нефтепродуктов из трубопроводов. Так, например, Усинская катастрофа в Коми в 1994 г. и Ловинская авария в 2003 г. привели к разливу десятков тысяч тонн сырой нефти и, как следствие, колоссальному ущербу окружающей среде. А ведь более мелких, порой неизвестных широкой общественности утечек нефти, происходит гораздо больше¹².

Сегодня в России проживают около 50 малых коренных народов, численностью от нескольких десятков человек до нескольких десятков тысяч. Большинство из них живут в Арктической зоне России, которая включает в себя Мурманскую область, Чукотку, Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, северные районы Якутии, Коми, Архангельской области, Красноярского края. Еще несколько десятилетий назад эффективная и рентабельная добыча полезных ископаемых в этих районах страны считалась перспективной. Однако современные технологии радикально изменили эту ситуацию, позволяя в полном объеме осваивать природные ресурсы арктических и субарктических территорий. С 1970-х гг. в российской Арктике началась активная разработка месторождений углеводородов, а вместе с ней возникла и сопутствующая не-

10. См., например, Григорьев С.А. *Общественно-политическое движение коренных народов Якутии (конец 1980-х - 1990-е гг.)*: дис. канд. ист. наук. - Якутск, 2011. С. 19.

11. Государственный архив Тюменской области. Ф. 814. Оп. 1. Д. 7519. Л. 144.

12. См., например, *Разливы нефтепродуктов в России за 2020 год* [Электронный ресурс] URL: <https://terra-ecology.ru/razlivy-nefteproduktov-rossii-za-2020-god/> (14.02.2022)

13. Контарович А.Э. *Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век* // *Наука из первых рук*. 2015. №61 (1). С. 60-62.

14. Указ Президента РФ от 22.04.1992 N 397 "О неотложных мерах по защите мест проживания и хозяйственной деятельности малочисленных народов Севера" // "Ведомости СНД и ВС РФ", 07.05.1992, N 18, ст. 1009.

дропользовательской деятельности транспортно-промышленная инфраструктура¹³.

Современное законодательство по защите прав коренных народов, в том числе, от возможного ущерба в результате пользования недрами, возникло сразу после распада СССР. Создание института территорий традиционного природопользования связано с Указом Президента РФ от 22 апреля 1992 года «О неотложных мерах по защите мест проживания и хозяйственной деятельности малочисленных народов Севера»¹⁴ (далее – Указ 1992 г.). Данный нормативный акт, несмотря на абсолютный хаос, творившийся в то время в законодательной сфере государства, декларировал невероятно полное обеспечение законных прав и интересов коренных северных народов, сохранение и развитие традиционных для них форм хозяйствования в условиях рыночной экономики, создание дополнительных механизмов по обеспечению экологической безопасности в районах промышленного освоения северных территорий, обеспечение рационального природопользования.

Анализ приведенного выше Указа 1992 г. позволяет судить, что территории традиционного природопользования провозглашались достоянием проживающих на них коренных народов и запрещались к отчуждению под промышленное или иное другое освоение, не связанное с традиционным хозяйствованием, без получения согласия коренных народов, проживающих на данной территории. Последнее было особенно важным при пользовании недрами, так как, проанализировав п. 1 Указа 1992 г., можно сказать, что горнодобывающие компании теперь фактически не могли получать права на пользование недрами в пределах традиционных территорий коренных народов без согласия племенных общин, осуществляющих местное самоуправление.

В такой ситуации разумным выходом для компаний, заинтересованных в добыче полезных ископаемых на территории проживания коренных народов, должно было стать сотрудничество с местными жителями и региональными властями с предоставлением им материальных и прочих выгод от процессов недропользования. Большие перспективы возлагались на соглашения о разделе продукции, в связи с чем был даже издан Федеральный закон «О соглашениях о разделе

продукции»¹⁵, регулирующий данный процесс. Однако данный институт договорного пользования недрами, к большому сожалению, так и не был реализован в России, за исключением нескольких случаев, о которых мы расскажем чуть ниже.

Добавим, что, в соответствии с обозначенным выше Указом 1992 г., порядок создания традиционных территорий природопользования регулировался не федеральным центром, а региональными властями совместно с объединениями коренных народов, что, безусловно, должно было способствовать наилучшему пониманию характера мер, необходимых для внедрения на той или иной территории.

Несмотря на столь значительное правовое обеспечение реализации прав коренных народов, 90-е годы прошлого века в России были не лучшим периодом для обеспечения чьих-либо прав. Неразбериха во всех ветвях власти и беззаконие в бизнесе – отличительные черты того периода. Поэтому контроль за исполнением положений законодательства практически отсутствовал.

Следующим этапом развития правовых гарантий стало принятие Федерального закона от 7 мая 2001 года № 49-ФЗ «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации»¹⁶ (далее – Закон о ТТП), который должен был обеспечить реализацию прав коренных народов и охрану традиционных территорий их проживания, закрепив их на федеральном уровне. Однако ожидания полностью разошлись с реальностью.

Основным отличием нового закона от действовавшего ранее Указа 1992 г. стало введение процедуры изъятия земельных участков и других обособленных природных объектов, находящихся в пределах границ территорий традиционного природопользования, для государственных или муниципальных нужд. Очевидно, что подобные изменения были инициированы в интересах компаний, стремящихся к получению права пользования недрами в Арктической зоне РФ. Кроме того, в качестве основной цели нового нормативного акта было декларирование уже не защиты прав коренных народов, а лишь защита их исконной среды обитания и традиционного образа жизни. Указание на то, что традиционные территории природопользования являются неотъемлемым

15. Федеральный закон от 30.12.1995 № 225-ФЗ «О соглашениях о разделе продукции» // *Собрание законодательства РФ*, 01.01.1996, № 1, ст. 18.

16. Федеральный закон от 07.05.2001 № 49-ФЗ «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» // *Собрание законодательства РФ*, № 20, 14.05.2001, ст. 1972.

17. Гоголев П.В., Маякунов А.Э. Земля как категория конституционно-правовой политики и общественного дискурса в контексте традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока // *Государственная власть и местное самоуправление*. 2017. № 10. С. 18.

18. Федеральный закон от 30.04.1999 № 82-ФЗ «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации» // *Собрание законодательства РФ*, 03.05.1999, № 18, ст. 2208.

19. Федеральный закон от 20 июля 2000 г. № 104-ФЗ «Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» // *Собрание законодательства РФ*, 24.07.2000, № 30, ст. 3122.

достоянием коренных народов, также не было инкорпорировано в новое законодательство.

По мнению специалистов, подобное отношение со стороны государства к институту традиционного природопользования и его материального воплощения (пастбищ для скота, охотничьих угодий, рыболовных участков, мест сбора дикорастущих трав и ягод) говорит об игнорировании властью обязанности совершенствования законодательства, подменяя ее купированием правовых гарантий. Как указывает П.В. Гоголев, такая ситуация совершенно очевидно создает благоприятную основу для большого количества рисков, начиная от изъятий земель из состава ТТП в пользу организаций, занимающихся недropolьзованием, и заканчивая системным разрушением целых этнических сообществ¹⁷.

В качестве примеров других нормативных актов, действующих в сфере правовой поддержки коренных народов, можно назвать Федеральный закон «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации»¹⁸, Федеральный закон «Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации»¹⁹. Отдельные нормы этих законов действительно «материализовали» некоторые права, гарантированные Конституцией РФ, не закрепленные в ней напрямую. Так, например, конституционные гарантии права граждан участвовать в управлении делами государства как непосредственно, так и через своих представителей (ст. 3, 5, 32, 130 Конституции РФ), были конкретизированы в Федеральном законе от 30 апреля 1999 г. № 82-ФЗ «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации», ст. 8 которого, закрепляет право именно малых коренных народов участвовать через своих уполномоченных представителей в подготовке и принятии органами государственной власти и местного самоуправления решений по вопросам защиты исконной среды обитания, традиционного образа жизни, хозяйствования и промыслов. Однако многие положения оказались, фактически, неработающими, а некоторые, как будет показано ниже, и вовсе были вскоре отменены.

В 2009 г. Распоряжением Правительства РФ была утверждена Концепция устойчивого раз-

вития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, которая провозгласила такие фундаментальные принципы сохранения и развития малочисленных коренных народов России как соблюдение правовых гарантий коренных народов, координация действий органов власти с местными общинами, рациональное использование земель, входящих в ТТП, экологическую и социальную защиту жителям данных территорий²⁰.

Эта концепция неофициально провозглашалась как ответ государственной власти на крайне неблагоприятную ситуацию с условиями жизни малых коренных народов России, которая сложилась в стране в первое десятилетие XXI века. Так, например, исследование, проведенное С.Н. Виноградовой показало, что средняя продолжительность жизни представителей коренных народов северных территорий России ниже на 18-20 лет, чем в среднем по стране, и на 30(!) лет меньше, чем у аборигенов Аляски и Канады, живущих в схожих климатических условиях²¹.

Однако, по большому счету, ни эта концепция, ни указанные выше нормативные акты не принесли никаких существенных улучшений в проблему реализации прав коренных народов. Более того, как отмечают многие специалисты, за последние 15 лет наблюдается устойчивая тенденция к сужению некоторых прав коренных народов²². Так, например, в 2004 г. было отменено правомочие субъектов Российской Федерации устанавливать квоты представительства данных народов в своих законодательных органах и представительных органах местного самоуправления. Тогда же утратила силу норма, позволяющая наделять общины коренных народов отдельными полномочиями органов местного самоуправления²³. Одновременно с этим были ликвидированы государственные органы, занимавшиеся проблемами малых коренных народов на федеральном уровне. Так, с 2002 по 2011 гг. действовал Комитет Совета Федерации по делам Севера и малочисленных народов, который занимался широким кругом вопросов и проблем, относящихся в данной сфере. После его упразднения, работа по этому направлению была частично передана Комитету Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике местному самоуправлению и де-

20. Распоряжение Правительства РФ Об утверждении Концепции устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации" от 4 февраля 2009 года № 132-р // Собрание законодательства РФ, 16.02.2009, № 7, ст. 876.

21. Виноградова С.Н. Коренные малочисленные народы Севера: социально-экономические аспекты государственной политики. - Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2012. С. 94.

22. Крайков В.А. Коренные малочисленные народы Севера в российском праве. // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2011. №1. С. 145.

23. Кондрашев А.А., Зенкина А.Б., Роньжина О.В. Правовой режим арктических территорий РФ и предоставление особых прав коренным (аборигенным) народам // Научный ежегодник Института философии и права Уральского отделения РАН. 2018. Т. 18. № 1. С. 65.

24. О комитете по Северу РФ [Электронный ресурс] URL: http://krauniy-sever.ru/?page_id=1203 (дата обращения 15.02.2022)

25. Указ Президента РФ от 08.09.2014 № 612 «Об упразднении Министерства регионального развития Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ, 15.09.2014, № 37, ст. 4934.

26. Апелляционное определение Суда Чукотского автономного округа от 28.01.2016 по делу № 33-8/2016 // СПС КонсультантПлюс, 2016.

лам Севера. Однако с самого начала стала ясна откровенно «слабая» позиция нового комитета и отношение к проблемам коренных народов²⁴. Часть вопросов, связанных с коренными народами, была «переложена» на Министерство регионального развития Российской Федерации. Однако в 2014 г. и это ведомство было упразднено²⁵.

Что говорить, если в России на протяжении многих лет остается нерешенным вопрос о принадлежности граждан к тому или иному этносу. Так, для того чтобы воспользоваться большинством прав и преференций, гарантированных коренным малочисленным народам Севера, Сибири и Дальнего Востока, необходимо документально подтвердить свою национальную принадлежность к ним. Однако действующее законодательство не содержит никаких указаний на порядок такого подтверждения. После исчезновения из паспортов советского образца графы «национальность», эта проблема действительно становится весьма насущной. При этом судебные органы в такой ситуации вовсе не спешат стать на сторону граждан в обеспечении их прав и интересов²⁶.

Российское законодательство в целом содержит немало и других пробелов, заполнение которых позволило бы лучше учитывать интересы коренных народов России, в первую очередь, в области природопользования.

Говоря о конкретных случаях, можно отметить, например, ситуацию 2014 г. в Иркутской области, касающуюся коренного народа тофаларов, проживающих на данной территории. Стада северных оленей, разведением которых занимаются тофалары, кочуют с места на место, оставаясь в пределах небольшой территории на протяжении 2-3 лет. Для контроля и отслеживания поголовья народные общины возвели на прилегающей к пастбищам территории легкие деревянные сторожки и собачьи будки, которые являются разборными конструкциями и легко перевозятся при смене оленьих пастбищ. Однако Нижегородский городской суд Иркутской области по заявлению прокуратуры обязал освободить территорию лесного участка от размещенных на ней построек, а также привести лесной участок в первоначальное состояние, так как законодательство не предоставляет коренным народам прав на подобное использование леса. Нам представляет-

ся, что подобная позиция суда требует разрешения путем принятия законодателем соответствующих норм в законодательство о коренных народах, с целью получения последними права на территории, необходимые для сохранения традиционного образа жизни и формы хозяйствования

Такой же точки зрения придерживается, например, С.А. Боголюбов, который комментируя земельное законодательство России, указывал на то, что земли, используемые в качестве оленьих пастбищ, охотничьих, рыболовных и лесных угодий должны бесплатно передаваться родовым общинам и семьям из числа малочисленных коренных народов в пожизненное наследуемое владение либо в бессрочную аренду с целью комплексного использования для сохранения и развития традиционного образа жизни и промысла²⁷. Однако законодательного выражения эта позиция так и не нашла.

Аналогичная позиция представляется верной и в отношении недропользования. Для получения коренными народами возможности реализации их прав и соблюдения интересов в данной сфере деятельности, необходим механизм предоставления родовым общинам, семьям, отдельным представителям малочисленных народов в местах их традиционного природопользования преимущественного права заключения договоров и получения лицензий на использование возобновляемых природных ресурсов. Распоряжение Правительства РФ № 631-р от 8 мая 2009 г. «Об утверждении перечня мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов РФ и перечня видов их традиционной хозяйственной деятельности»²⁸ действительно позволяет коренным народам добычу природных ресурсов для собственных нужд на территориях их проживания, однако при «противостоянии» с добывающими организациями, правовые приоритеты на ресурсы фактически не определены.

К сожалению, сегодня отношения нефтегазодобывающих компаний с коренными народами в России являются крайне противоречивыми. Разработка месторождений полезных ископаемых в местах проживания коренных народов приводит к сокращению земель для оленеводства, загрязнению водоемов, изменению маршрутов миграции животных.

27. Комментарий к Лесному кодексу Российской Федерации (постатейный) / С.А. Боголюбов, М.И. Васильева, Ю.Г. Жариков и др.; под ред. С.А. Боголюбова. - М.: Проспект, 2010.

28. Распоряжение Правительства РФ № 631-р от 8 мая 2009 г. «Об утверждении перечня мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов РФ и перечня видов их традиционной хозяйственной деятельности» // Собрание законодательства РФ, 18.05.2009, № 20, ст. 2493.

29. Гилева Л.Н. Организация рационального использования оленьих пастбищ с применением оптимизационных моделей // Региональные геосистемы. 2018. №3. С. 440.

30. Павлова О. Коренное противоречие // Коммерсант от 16 июня 2020 г. [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4379741> (дата обращения 11.02.2022)

Так, например, статистика показала, что в период с 1991 г. по 2018 г. из-за строительства нефтедобывающих объектов и загрязнения почвы нефтью площадь оленьих пастбищ Тюмени сократилась более чем на 10%, т.е. примерно на 6 млн. га. Загрязнению нефтью водоемов Обского промыслового бассейна за этот же период привело к потере более 20 тыс. га. нерестилищ, что в несколько раз снизило улов ценных промысловых рыб²⁹.

И это только «верхушка айсберга», которая поддается статистической обработке. Самая крупная за последние годы экологическая катастрофа произошла в мае 2020 г., когда после аварии на одном из предприятий группы компаний «Норильский никель» в окружающую среду попало более 20 тыс. тонн нефтепродуктов, нанеся такой непоправимый урон региональной экосистеме, который трудно перевести в цифры. Глава местной общественной организации Таймырского Долгано-Ненецкого района «Ассоциация коренных малочисленных народов Таймыра Красноярского края» Г. Дюкарев заявил о потере исконной среды обитания, которая является «кормящим ландшафтом» для коренных народов этой территории³⁰.

Как подчеркивает Г. Дюкарев, для промышленных компаний эта катастрофа – лишь потеря денег, в то время как для коренных малочисленных народов – это самая настоящая угроза жизни. С ним соглашается депутат Госдумы, президент Ассоциации коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Г. Ледков, который указал на то, что попадание этой нефти в водоемы может оставить полностью оставить без рыбы коренное население данных территорий, а для комплексной оценки ситуации потребуются проведение экологической экспертизы в течение нескольких следующих лет³¹.

В этой связи прослеживается еще одна практическая проблема. Так, в соответствии со ст. 6 Закона о ТТП, образование территорий традиционного природопользования федерального значения осуществляется решениями Правительства РФ по согласованию с региональными органами государственной власти на основании обращений лиц, относящихся к общинам коренных народов. Однако, несмотря на многочисленные обращения подобного рода ни одной ТТП федерального значения в России с момента принятия закона так и не было образовано. И это даже несмотря на поручения Президента

РФ (например, о создании национального парка «Бикин» в Приморском крае³²). Между тем, если бы подобные образования имели место на территориях проживания малых коренных народов, то это должно было ужесточить юридическую ответственность и санкции за нарушение экологического законодательства, а значит повысить уровень контроля со стороны предприятий, осуществляющих недропользование в этих районах. Следует подумать и о возможном создании локальных органов экологического контроля, которые бы состояли из представителей коренных народов, проживающих на этой территории, и были бы законодательно наделены соответствующими правами.

Все вышесказанное, во многом объясняет то отношение, которое вызывает у местного коренного населения действия нефтегазовых и других промышленных предприятий на их исконных территориях. Мнение о том, что, «выкачав из земли все соки», нефтяники уйдут, оставив отравленные, загрязненные территории, можно считать доминирующим.

Вдобавок к экологическим проблемам, представители коренных народов, на фоне невозможности сохранения традиционного образа жизни, зачастую оказываются исключенными также из процесса распределения большей части нефтяных доходов. Все это приводит к вынужденным радикальным изменениям в их хозяйственной деятельности, характере социальных норм, повседневных бытовых практиках и обычаях. Так, например, сокращение кочевых маршрутов и пастбищ, а также укрупнение населенных пунктов, приводит к тому, что люди переходят на оседлый образ жизни. Однако отсутствие привычки к подобному образу жизни нередко приводит к таким антисоциальным явлениям как алкоголизм, депрессивные состояния, этническая безработица и т.п. Кроме того, как подчеркивают этнографы, оказавшиеся в такой ситуации коренные народы перестают общаться на родном языке, чтить обычай и ритуалы предков, т.е., фактически, «теряют память» своего народа³³.

И все же, рассматривая ситуацию с объективной точки зрения, нельзя не согласиться с тем, недропользование – это, несомненно, залог материального благосостояния региона и страны в целом. Нефтегазовая и горнодобывающая промышленность несет в себе, не только прибыль корпорациям, но и отчисления в бюджеты

31. Павлова О. Коренное противоречие // Коммерсант от 16 июня 2020 г. [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4379741> (дата обращения 11.02.2022)

32. Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам заседания Государственного совета Российской Федерации от 23 декабря 2015 г. (утв. Президентом РФ 2 января 2016 г. № Пр-15ГС) // КонсультантПлюс, 2016.

33. Нутфуллина И.А. Социально-экономическая безопасность северных территорий традиционного проживания коренного населения на примере Ненецкого автономного округа // Молодой ученый. 2016. № 21 (125). С. 437.

всех уровней, позволяя обеспечить развитие необходимой социальной инфраструктуры.

Таким образом, основной задачей, которую нужно решить в сфере отношений добывающих компаний и коренного населения богатых месторождениями территорий является нахождения необходимого баланса между интересами всех заинтересованных сторон.

Можно согласиться с мнением С.А. Тулаевой, которая указывает, что в Российской Федерации разработка и реализация взаимовыгодных для сторон соглашений осложняется целым рядом проблем, в частности:

- приоритетом для компаний экономических задач над экологическими и социальными проблемами населения;
- «слабыми» регулирующими механизмами деятельности транснациональных корпораций на территории отдельного государства;
- недостаточным вниманием прогнозируемости последствий промышленной деятельности для экологии;
- завышенными ожиданиями местного населения по отношению к горнодобывающим компаниям;
- пробелами в законодательном регулировании³⁴.

Однако, позитивные примеры сотрудничества нефтегазовых компаний с малыми коренными народами в России, однако существуют. Прежде всего, следует упомянуть проекты «Сахалин-1» и «Сахалин-2», основными операторами которых являются «Эксон Нефтегаз лимитед» и «Сахалин Энерджи» соответственно. Данные проекты действуют с середины 1990-х гг. на основе соглашений о разделе продукции, а компании-операторы достаточно активно внедряют международные стандарты социальной ответственности и ориентируются на требования международных инвесторов и кредиторов. В результате работы указанных проектов, в Сахалинской области был внедрен новый формат распределения благ, при котором в принятии решений участвуют местные жители, значительную часть которых составляют малые коренные народы (нанайцы, эвенки, нивхи, уйльта). Добывающие компании уделяют значительное внимание обучающим тренингам для местного населения, продвижению инициатив местных сообществ, созданию новых структур управ-

ления, основанных на низовом (племенном) участии. Кроме того, материальная выгода от работы данных проектов очевидна. За четверть века работы нефтегазовых месторождений «Сахалин-1», «Сахалин-2» отчисления в бюджет Сахалинской области превысили эквивалент 20 млрд. долларов США, что самым положительным образом сказалось на состоянии региональной инфраструктуры³⁵.

Самым интересным является тот факт, что оба проекта были созданы на основе соглашений о СРП, причём еще до принятия упомянутого нами федерального закона об СРП. Однако после введения в действие этого нормативного акта, соглашения об СРП просто перестали заключаться, став, как довольно точно подмечает И.Н. Сидоров, «замороженным» институтом права недропользования³⁶. По мнению некоторых специалистов, причинами этого выступают проблемы комплексного характера, такие как вопросы передачи имущества в собственность государства, недостоверные данные о привлечении российских подрядчиков, необоснованное завышение компенсационных выплат и т.п.³⁷.

Другими, более поздними примерами подобного сотрудничества можно назвать, например, деятельность ОАО «Сургутнефтегаз» в Ханты-Мансийском автономном округе, где компания активно участвует в развитии региона. Большим плюсом является то, что при взаимодействии с коренными народами используются разработанные в регионе прозрачные и типовые формы социальных соглашений, основной целью которых выступает минимизация транзакционных издержек и сокращение различного рода рисков компаний при взаимодействии с местными сообществами, которые, в свою очередь, могут контролировать процессы недропользования³⁸.

Можно отметить также деятельность компании ООО «Лукойл-Коми» в Ненецком автономном округе по активному участию в развитии социальной инфраструктуры региона. От собственных доходов компания производит компенсирующие выплаты коренным жителям, ориентируясь на требования федеральной методики Минэкономразвития, что также способствует принципам гарантии реализации коренными народами прав в сфере недропользования³⁹.

34. Тулаева С.А., Тысячнюк М.С. Между нефтью и оленями. О распределении благ между нефтяниками и коренными народами в российской Арктике и Субарктике // Экономическая социология. 2017. №3. С. 69.

35. Выгоды для России // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sakhalin-1.com/ru-ru/com-pany/about-us/benefits-to-russia/benefits-from-the-project> (дата обращения 31.01.2022).

36. Сидоров И.Н. Институты горного права // Экологическое право. 2019. №3. С. 20.

37. Селезнева Н.А., Кузнецов В.В. Договорные отношения недропользования в России и зарубежных странах // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2018. №19-1. – С. 68.

38. Сургутнефтегаз вкладывает в развитие ХМАО 4,6 млрд [Электронный ресурс] URL: <https://www.vestniks.ru/news/28342-pao-surgutneftegaz-napravit-4-6-mlrd-rublei-na-razvitiye-yugry-i-kupit-med-oborudovanie.html> (дата обращения 10.02.2022)

39. Компания «ЛУКОЙЛ» проводит ежегодный конкурс социальных и культурных проектов [Электронный ресурс] URL: <https://adm-nao.ru/press/government/28710/?> (дата обращения 10.02.2022)

40. Постановление Правительства РФ от 18 сентября 2020 года № 1488 // Собрание законодательства РФ, 28.09.2020, № 39, ст. 6065.

И все же эти примеры являются скорее исключениями, а возможно и «показательными акциями» углеводородных гигантов, призванными повысить их репутацию в сфере социальной ответственности, и отчасти «скомпенсировать» разливы нефти и другие происшествия, неизменно сопровождающие деятельность таких компаний.

Подводя итог, можно сказать, что сегодня полноценная реализация прав и интересов коренных народов России в сфере недропользования серьезно затруднена неполноценной правовой базой, отсутствием эффективно работающих механизмов реализации таких прав, промышленным лобби, низким уровнем корпоративной социальной ответственности.

Для решения подобных проблем необходима, прежде всего, серьезная доработка законодательства в области недропользования и природопользования. В первую очередь, это касается установления гораздо более серьезной ответственности для добывающих компаний, деятельность которых наносит ущерб территориям традиционного природопользования коренных народов.

В сентябре 2020 г., после катастрофы на ТЭЦ-3 в Красноярском крае, Постановлением Правительства РФ⁴⁰ был утвержден порядок возмещения убытков, причиненных коренным малочисленным народам России ресурсодобывающими компаниями в ходе деятельности по использованию недр. Данный механизм основывается на соглашении, заключенном между организацией и региональным советом представителей малочисленных народов, по инициативе одной из сторон. При подготовке такого соглашения могут быть привлечены различные специалисты, а сам документ может содержать положения о возмещении вреда, причиненного имуществу граждан, реального ущерба и упущенной выгоды.

После общественных обсуждений проекта соглашения, оно вместе замечаниями и предложениями направляется на рассмотрение и утверждение сторон. Описанный порядок возмещения ущерба пришел на смену, действовавшему ранее, индивидуальному порядку компенсаций. Но даже такой, казалось бы, правильный шаг в обеспечении прав и интересов коренных народов, выглядит как уступка добывающим компаниям. Ведь в большинстве случаев нефтегазовому гиганту проще выплатить компенсацию за причиненный ущерб и продолжать свою, по сути, «экоцидную деятельность». А вот восстановить уничтоженную природу в местах традиционного обитания коренных народов невероятно сложно. Поэтому ответственность в отношении всех причастных виновных лиц и самих компаний-нарушителей должна быть значительно ужесточена.

Серьезным подспорьем для обеспечения прав коренных народов стала бы разработка полноценного горного кодекса, разговоры о котором ведутся на протяжении многих лет. Необходимо введение в подобный закон четкого механизма, регулирующего процессы недропользования на ТТП федерального значения, о необходимости создания которых мы уже упоминали.

Также, мог бы положительно сказаться на правовом обеспечении интересов коренных народов возврат к соглашениям о разделе продукции, безусловно, с учетом адаптации данного порядка под современные реалии и учета тех особенностей, что стали причиной считать данный порядок «замороженным», которые в отличие от аукционных и конкурсных процедур позволяли бы договориться о вопросах процесса пользования недрами непосредственно между добывающими компаниями и представителями местных общин. ❶

Литература

1. Конвенция № 107 Международной организации труда «О защите и интеграции коренного и другого населения, ведущего племенной и полуплеменной образ жизни, в независимых странах» (Заключена в г. Женеве 26.06.1957) // Конвенции и рекомендации, принятые Международной конференцией труда. 1957-1990. Т. II. - Женеве: Международное бюро труда, 1991. С. 1173-1183.
2. Конвенция № 169 Международной организации труда «О коренных народах и народах, ведущих племенной образ жизни в независимых странах» (Заключена в г. Женеве 27.06.1989) // Конвенции и рекомендации, принятые Международной конференцией труда. 1957-1990. Т. II. - Женеве: Международное бюро труда, 1991. С. 2193-2207.
3. Декларация Организации объединенных наций о правах коренных народов (Принята в г. Нью-Йорке 13.09.2007) // URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/indigenous_rights.shtml
4. Федеральный закон от 30.12.1995 № 225-ФЗ «О соглашениях о разделе продукции» // Собрание законодательства РФ, 01.01.1996, № 1, ст. 18.
5. Федеральный закон от 30.04.1999 № 82-ФЗ «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ, 03.05.1999, N 18, ст. 2208.
6. Федеральный закон от 20 июля 2000 г. № 104-ФЗ «Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ, 24.07.2000, N 30, ст. 3122.
7. Указ Президента РФ от 22.04.1992 г. № 397 «О неотложных мерах по защите мест проживания и хозяйственной деятельности малочисленных народов Севера» // Ведомости СНД и ВС РФ, 07.05.1992, № 18, ст. 1009.
8. Указ Президента РФ от 08.09.2014 № 612 «Об упразднении Министерства регионального развития Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ, 15.09.2014, N 37, ст. 4934.
9. Постановление Правительства РФ от 18.09.2020 г. № 1488 // Собрание законодательства РФ, 28.09.2020, № 39, ст. 6065.
10. Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Концепции устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» от 04.02.2009 г. № 132-р // Собрание законодательства РФ, 16.02.2009, № 7, ст. 876.

11. Распоряжение Правительства РФ № 631-р от 08.05.2009 г. «Об утверждении перечня мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов РФ и перечня видов их традиционной хозяйственной деятельности» // Собрание законодательства РФ, 18.05.2009, № 20, ст. 2493.
12. Решение Нижегородского городского суда Иркутской области от 24.12.2014 г. по делу №2-1247-14; Решение Нижегородского городского суда Иркутской области от 30.09.2015 г. по делу №2-1125-15 по иску об обязанности тофаларской общины «Ирбис» устранить нарушения лесного законодательства путем освобождения лесного участка от деревянного дома размеров 4x5 м. Доступен на URL: <http://www.sud.act>
13. Апелляционное определение Суда Чукотского автономного округа от 28.01.2016 г. по делу № 33-8/2016 // СПС КонсультантПлюс, 2016.
14. Положение об Инородцах // Свод Законов Российской Империи. - СПб., 1897. Т.2, ч. 1. С. 303-338.
15. Устав об управлении инородцев // Полное собрание законов Российской империи. Т. 38. - СПб., 1830. С. 394-417.
16. Агаларханова А.Н. Национальная политика Российской империи и советской России в отношении коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока // Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. 2013. №6 (26). - С.18-26.
17. Булычев И.Д. Путешествие по Восточной Сибири. Ч.1. Якутская область, Охотский край. - СПб., 1856. - 298с.
18. Виноградова С.Н. Коренные малочисленные народы Севера: социально-экономические аспекты государственной политики. - Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2012. - 139с.
19. Владимиров В. А. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2014. №1. - С. 217-229.
20. Гилева Л.Н. Организация рационального использования оленьих пастбищ с применением оптимизационных моделей // Региональные геосистемы. 2018. №3. - С. 435-445.
21. Гоголев П.В., Маякунов А.Э. Земля как категория конституционно-правовой политики и общественного дискурса в контексте традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока // Государственная власть и местное самоуправление. 2017. № 10. С. 13-19.
22. Григорьев С.А. Общественно-политическое движение коренных народов Якутии (конец 1980-х - 1990-е гг.): дис. ... канд. ист. наук. - Якутск, 2011. - 181 с.
23. Комментарий к Лесному кодексу Российской Федерации (постатейный) / С.А. Боголюбов, М.И. Васильева, Ю.Г. Жариков и др.; под ред. С.А. Боголюбова. - М.: Проспект, 2010. - 400с.
24. Кондрашев А.А., Зенкина А.Б., Роньжина О.В. Правовой режим арктических территорий РФ и предоставление особых прав коренным (аборигенным) народам // Научный ежегодник Института философии и права Уральского отделения РАН. 2018. Т. 18. № 1. - С. 59-78.
25. Конторович А.Э. Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век // Наука из первых рук. 2015. №61 (1). - С. 49-65.
26. Кряжков В.А. Коренные малочисленные народы Севера в российском праве. // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2011. №1. - С. 140-146.
27. Нутфуллина И.А. Социально-экономическая безопасность северных территорий традиционного проживания коренного населения на примере Ненецкого автономного округа // Молодой ученый. 2016. № 21 (125). С. 437.
28. О комитете по Северу РФ [Электронный ресурс] URL: http://krauyiy-sever.ru/?page_id=1203 (дата обращения 15.02.2022)
29. Павлова О. Коренное противоречие // Коммерсант от 16 июня 2020 г. [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4379741> (дата обращения 11.02.2022).
30. Разливы нефтепродуктов в России за 2020 год [Электронный ресурс] URL: <https://terra-ecology.ru/razlivy-nefteproduktov-v-rossii-za-2020-god/> (14.02.2022).
31. Селезнева Н.А., Кузнецов В.В. Договорные отношения недропользования в России и зарубежных странах // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2018. №19-1. - С. 64-71.
32. Сидоров И.Н. Институты горного права // Экологическое право. 2019. №3. С. 20.
33. Тулаева С.А., Тысячнюк М.С. Между нефтью и оленями. О распределении благ между нефтяниками и коренными народами в российской Арктике и Субарктике // Экономическая социология. 2017. №3. - С. 70-96.
34. Федоров М.М. Правовое положение народов Восточной Сибири (XVII – начало XIX в.) / науч. ред. О.И. Чистяков. - Якутск: Кн. изд-во, 1978. - 207с.
35. Выгоды для России // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sakhalin-1.com/ru-ru/com-pany/about-us/benefits-to-russia/benefits-from-the-project> (дата обращения 31.01.2022).

UDC 34.349.6

D. V. Spiridonov, Associate Professor of the Department of Environmental and Natural Resource Law of the Kutafin Moscow State Law University, Candidate of Law, denis.spiridonov.rgsp@mail.ru

MODERN PROBLEMS OF REALIZATION OF THE RIGHTS OF INDIGENOUS PEOPLES IN THE FIELD OF SUBSOIL USE

Abstract: This work is devoted to the problems of the negative impact of subsurface use on the territory of the traditional nature use of the indigenous peoples of Russia. A significant part of the Russian production of hydrocarbons and other minerals is carried out in the regions of the North, Siberia and the Far East of the Russian Federation, where small indigenous peoples have lived for many centuries. The processes of subsurface use disrupt the ecosystem familiar to them, lead to the destruction of nomadic routes, livestock grazing sites and traditional crafts. Despite the fact that the legislative framework of the Russian Federation contains many regulations aimed at ensuring the rights and interests of indigenous peoples and preserving their traditional way of life, it is not always possible to implement these mechanisms in practice, which means that there is a need to create new more effective legal procedures.

Keywords: Indigenous peoples, territories of traditional nature use, subsurface use, mining, environmental pollution, environmental offenses.

**Богаткина Ю.Г.**

к.т.н, в.н.с Россия, Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Проблем Нефти и Газа Российской академии наук (ИПНГ РАН)
ubgt@mail.ru

**Лындин В.Н.**

к.э.н., vlyndin@mail.ru, доцент кафедры экономики нефтяной и газовой промышленности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
vlyndin@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫЧИ В РОССИИ

В статье рассматриваются проблемы налогообложения в нефтегазовом секторе России. Дается характеристика основных налоговых режимов в недропользовании. Отмечено, что современный налоговый кодекс является инструментом создания избыточной налоговой нагрузки на российский нефтяной бизнес, что показано на примере освоения многопластового Ольховского месторождения со сложным геологическим строением. На примере этого месторождения приводятся расчёты чистого дисконтированного дохода недропользователя с применением альтернативных налоговых механизмов на основе скользящих шкал по уплате налога на добычу полезных ископаемых Казахстана и Китая. Рассматривается модель соглашения о разделе продукции разработанная на основе применения этих механизмов. Предлагаются меры по регулированию налоговой нагрузки.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, инвестиционный проект, соглашения о разделе продукции, налоговое моделирование, экономическая оценка.

Нефтегазовая отрасль России долгие годы будет оставаться центральной в российской экономике. Необходимо отметить, что месторождения нефти и газа значительным образом отличаются друг от друга. Природные характеристики месторождений, глубина их залегания и сложность извлечения, а также местоположение участка недр по отношению к населённому пункту, транспортным путям, рынку сбыта и другим элементам инфраструктуры. Всё это в совокупности определяет доходность того или иного месторождения. Эти показатели существенным образом отличаются на каждом месторождении.

Учитывая высокую степень обеспеченности России ресурсами, необходимо построение четкой регуляторной политики государства и, в первую очередь, налоговой.

Отсутствие должной системности налогообложения предприятий по добыче углеводородного сырья создаёт трудности в прогнозировании экономической эффективности проектов разработки нефтегазовых месторождений и сужает круг потенциальных инвесторов

Одним из важнейших направлений государственного регулирования является установление оптимальной системы налогообложения в нефте-

газодобыче. Оптимальный уровень налогов должен обеспечивать решение нескольких задач. Во-первых, необходимо учесть интересы государства как собственника недр. Во-вторых, обеспечить заинтересованность со стороны компаний. В-третьих, создать условия для эффективной работы системы недропользования, чтобы была возможность разрабатывать инвестиционные проекты на длительные периоды времени.

Реформирование налоговой политики в России должно быть направлено не на максимальное изъятие нефтегазовых доходов, а на регулирование и контроль использования этих доходов с целью вложения инвестиций нефтегазовыми компаниями в строительство нефте- и газоперерабатывающих заводов, обновление инфраструктуры, разведку и разработку новых месторождений, а также разработку отечественных технологий для улучшения качества добычи нефти и газа.

Исследователи выделяют два основных признака эффективной системы налогообложения.

1. Экономическая эффективность. Это значит, что при разработке месторождения должны использоваться самые современные технологии, которые позволят недропользователю достичь оптимальной динамики добычи нефти.

2. Гибкость. Самым простым способом повысить гибкость налоговой системы является дифференцирование ставок налогов в зависимости от технико-экономических показателей при оценке нефтегазовых проектов. Налоговая система в идеале должна быть такой, чтобы её не приходилось периодически пересматривать. Стабильность налоговой системы в нефтедобыче особенно важна из-за высокой капиталоемкости производства, больших сроков окупаемости проектов, высоких геологических рисков, связанных с неопределённостью объёмов и качества запасов, а также высокой изменчивостью цен на нефть.

Все налоговые инструменты для нефтегазовой отрасли можно разделить на два вида:

1) общие налоги, которые действуют в отношении всех видов предпринимательской деятельности в стране. К ним относятся налог на прибыль, налог на добавленную стоимость, налоги на заработную плату, социальные отчисления и др.;

2) специальные налоги, которые отражают рентный характер доходов в отрасли. В мировой практике такими налогами являются бонусы, налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ), роялти, таможенная пошлина, налог на сверхприбыль и налог на дополнительный доход (НДД).

Вступивший в силу в конце 90-х годов Налоговый кодекс Российской Федерации, стал, по сути, ключевым нормативным документом, задачами которого было установление единых

правил и условий для обеспечения устойчивых темпов экономического развития, а также повышения деловой активности российского бизнеса. Однако, на сегодняшний день Налоговый кодекс не обеспечивает в должной мере решение поставленных перед ним ранее задач по стимулированию развития бизнеса и росту экономики, а является инструментом создания избыточной налоговой нагрузки на бизнес [1].

Отметим, что налоговый режим в недропользовании России включает два основных рентных налога: НДПИ и НДД (введённый в 2018 году для пилотных проектов) [1]

НДПИ в России введён с 1 января 2002 года. Вместо отчислений на геологоразведочные работы (6%), налога на воспроизводство минерально-сырьевой базы (8%) и акциза на нефть (2.5%). В соответствии с этим законом НДПИ должен взиматься по установленному нормативу, применяемому к объёмным показателям добычи нефти [1,2].

Недостатками НДПИ является его привязка к мировым ценам и твёрдая (единая) ставка, не учитывающая разницу в условиях добычи полезных ископаемых.

По итогам 2018 г. средний размер НДПИ при добыче нефти составлял 12 468 р. за тонну добытых углеводородов без учёта коэффициента особенностей добычи. Налоговые платежи нефтегазовых компаний, включающие эти налоги составили: в 2018 году 18242 млрд руб., в 2019 году 10414 млрд руб.

Структура налогов нефтегазовых компаний за 2019 г. представлена в **таблице 1**.

Коэффициент налоговой нагрузки рассчитывается как отношение величины всех налогов к величине выручки. В нефтегазовой отрасли величина коэффициента налоговой нагрузки составляет величину 30-35%. Доля НДПИ в налоговой нагрузке 51-56%, доля экспортной пошлины 27-33%.

Ставка НДПИ при добыче нефти до 2021 года рассчитывалась по формуле:

Ставка налога=919руб.*КЦ-ДМ (1),

где

Кц – ценовой коэффициент. Он ежемесячно рассчитывается ФНС на основании цены нефти марки Urals и курса доллара США. Его формула выглядит так:

Ценовой коэффициент (Кц)=(Цена барреля Urals в долларах-15)*Курс доллара США / 261 (2).

Коэффициент особенности добычи (Дм) самый сложный элемент, состоящий из большого количества компонентов. Его суть в учёте различных коэффициентов, характеризующих степень выработанности конкретных участков и залежей, а также величины запасов конкретных участков недр, степени сложности добычи, географии региона и свойств нефти.

Таблица. 1.

Структура налогов нефтегазовых компаний (2019 г.)

Компаний	Доля платежей в бюджет, %
ПАО Роснефть	35,1
ПАО Газпром	23,9
ПАО Лукойл	14,5
ПАО Сургутнефтегаз	9,5
ПАО Газпром нефть	7,2
Остальные компании	9,8

Разбираться в этой формуле довольно сложно, к тому же нужно знать особенности добычи на том или ином месторождении.

В совокупности самое большое значение при расчёте показателя занимает ценовой коэффициент, с учётом того, что базовая ставка НДС устанавливается фиксировано и спрогнозировать её изменение крайне сложно, то основными факторами изменения НДС можно считать цены на нефть Urals и курс доллара США.

Так, рост рыночной цены Urals на \$1 за баррель нефти при цене выше \$15 за баррель (без учёта особенностей добычи) приводит к росту ставки НДС на \$3,52 за тонну.

НДС можно назвать наиболее значимым налогом для нефтяных компаний. Если стандартный налог на прибыль составляет 20% от прибыли до налогообложения, то на платежи по НДС пришлось около 27,4% от выручки Роснефти или 347,9% от чистой прибыли за весь 2018 г. Для Татнефти доля НДС в выручке по итогам 2018 г. составила 31% от выручки или 134,3% от чистой прибыли. В таких масштабах даже незначительное увеличение коэффициентов при расчёте НДС может существенно сказаться на результатах нефтяных компаний. Важный момент заключается в способе взимания налога. Налогооблагаемой базой считается тонна добытой нефти без учёта издержек на её получение. Это означает, что по мере выработки легкодоступных и высоко маржинальных месторождений влияние НДС на результаты нефтедобывающих компаний будет усиливаться, что в конечном счёте может привести к замедлению объёмов добычи.

Объектом налогообложения для НДС является чистый денежный поток (выручка за вычетом капитальных и эксплуатационных затрат). Налоговая ставка 50%. При этом налоге возможно понижение ставки НДС или полная отмена НДС. Также при уплате НДС учитывается степень выработки запасов. Если степень выработки запасов меньше 80%, налог не взимается.

В конце июня 2022 года президентом был подписан закон о включении в периметр НДС

86 участков недр в целях стимулирования добычи нефти на истощённых и новых месторождениях. Документ опубликован на официальном портале правовой информации [3].

В сферу действия НДС включено 30 участков, относящихся к третьей группе (выработанные месторождения) и 56 участков из четвёртой группы (вновь вводимые участки). Таким образом, режим НДС в целом будет расширен на 86 участков. Их разработкой занимаются «Роснефть», «Сургутнефтегаз», «Лукойл», «Газпром нефть», «Печоранефтегаз» и «Независимая нефтегазовая компания».

В результате на условиях НДС в целом можно будет разрабатывать 69 участков третьей группы и 88 участков четвёртой. Эти участки расположены в ХМАО, ЯНАО, Северо-Кавказском федеральном округе, Республике Коми, Сахалинской, Тюменской, Томской, Оренбургской и Самарской областях.

НДС был введён, чтобы стимулировать компании добывать нефть на выработанных месторождениях, а также инвестировать в разработку новых. Однако с 1 января 2021 года перестали действовать льготы по налогу на добычу полезных ископаемых для высоко выработанных месторождений и месторождений высоковязкой нефти, что привело к потере рентабельности и даже убыточности отдельных месторождений.

Доход государства и нефтегазовых компаний от разработки месторождений по добыче углеводородного сырья зависит от применения оптимального налогового режима, учитывающего интересы обеих сторон [4,5].

Как показывает мировой опыт, каждая страна разрабатывает свой собственный налоговый режим, исходя из своих особенностей, и использует специальные налоговые инструменты, с помощью которых изымают ресурсную ренту.

Можно рассмотреть налоговый режим НДС Казахстана и налоговый режим СРП Китая, как инструментов для формирования наиболее эффективных нефтегазовых проектов. Также необходимо рассмотреть модель режима СРП, которая может применяться для российского недропользования [5].

Главной целью реализации нефтегазовых проектов Казахстана состоит в обеспечении того, чтобы государство получало соответствующую плату за свои природные ресурсы и распределяло доходы при их эксплуатации так, чтобы содействовать инвестициям в разработку месторождений природных углеводородов с целью устойчивого экономического роста. Согласно налоговому кодексу Казахстана, условия уплаты налогов и осуществления других обязательных платежей, связанными с операциями недропользования в Республике Казахстан, могут устанавливаться только Налоговым кодексом. Такие условия налогообложения не могут определяться отдельными соглашениями с правительством. Расчёт НДС значительно отличается от Российской модели (**Таблица 2**).

Налог является аналогом роялти, основаным на объёме добычи, и применяется к сырой нефти, газовому конденсату и природному газу.

Налоговая политика в недропользовании Китая имеет следующие особенности.

С 80-х годов в России растёт интерес к Китаю, где в условиях быстрого непрерывного экономического роста и относительной социальной стабильности проводится успешная рыночная реформа[5]. Один из экономических рычагов, давно и успешно используемых Китаем для поддержания экономического благосостояния являются соглашения о разделе продукции (СРП) для недропользователей страны. В Китае СРП является одной из наиболее рациональных моделей налогообложения, при использовании которой у производителя появляются стимулы к увеличению производства, а у государства – возможность получения дохода за счёт получения доли прибыльной продукции и обязательных налогов.

В Китае недропользование базируется на законодательстве, в основу которого положена модифицированная «индонезийская» модель СРП.

Условия реализации контрактов сходны с моделью Российского СРП. Однако ставка роялти варьируется от 0 до 12,5% в зависимости от уровня добычи. Расчёт роялти по скользящей шкале фактически служит целям изъятия у производителя части ресурсной ренты и позволяет снизить регрессивность такого налога. Величина компенсационной нефти не превышает 62,5%. Прибыльная нефть государства, как и роялти, исчисляется по скользящей шкале в зависимости от уровня добычи. При этом доля государственного участия может достигать 51%. Налог на прибыль принимается в размере 33% (**Таблица 3**).

Расчёт НДС в России должен рассчитываться в зависимости от уровня годовой добычи нефти. В **таблице 4** предлагается усовершенствованная налоговая модель на базе действующего на данный момент налогового режима в недропользовании России.

В нефтегазодобывающей отрасли России пока не создана удовлетворительная расчётная модель экономической оценки вариантов разработки на условиях СРП. Существующие разные методические подходы для условий СРП не дают однозначных и надёжных результатов расчёта, являются несопоставимыми, что затрудняет принятие решения о целесообразности инвестиционных проектов.

С учётом вышеизложенных положений и обобщения зарубежного опыта была разработана и апробирована экономико-математическая модель оценки вариантов разработки на условиях СРП, учитывающая методические особенности соглашения. Экономическая модель является логическим про-

Таблица 2.
Ставки НДС при добыче нефти в Казахстане

Объём добычи нефти, включая газовый конденсат, тыс. т/год	Ставка, %
До 250 включительно	5%
До 500 включительно	7%
До 1000 включительно	8%
До 2000 включительно	9%
До 3000 включительно	10%
До 4000 включительно	11%
До 5000 включительно	12%
До 7000 включительно	13%
До 10 000 включительно	15%
Более 10 000	18%

должением экономической методике комплексной оценки нефтяных и нефтегазовых месторождений при действующем налогообложении. Для оценки вариантов был сохранён подход, где основными критериями оценки вариантов являются величина потока денежной наличности, чистый дисконтированный доход инвестора, доход государства и прибыльная продукция.

Под прибыльной продукцией понимается разница между выручкой от реализации продукции на внутреннем и внешнем рынках, за вычетом той части, которая идёт на уплату налога на добычу и величины компенсационной продукции на покрытие необходимых затрат инвестору. Прибыльная продукция подлежит распределению между инвестором и государством. При этом предлагается производить долевое распределение этого показателя по модели Китая. Расчёт прибыльной продукции (Pnt) производится по следующей формуле:

$$Pnt = Vt - Hдобр - Knt \quad (3),$$

Где

Vt – выручка от реализации продукции;

Hдобр – налог на добычу полезных ископаемых;

Knt – величина компенсационной продукции.

Величина чистого дохода (ЧДт) включает долю прибыльной продукции инвестора за вычетом разницы (DPt) между компенсационной продукцией и необходимыми затратами (3t) и налога на прибыль (Hnpt), взятого от величины прибыльной продукции инвестора. Расчёт критерия производится по следующей зависимости:

$$ЧДт = A1Pnt - DPt - Hnpt \quad (4)$$

где A1 – доля инвестора.

На основании рассмотренных налоговых режимов была произведена оценка эффективности освоения одного из месторождений Тимано-Печерского округа с применением системы «ГРАФ» [5]

Представлена оценка технико-экономической эффективности разработки многопластовых

Таблица. 3.

Налоговая модель на условиях СРП Китая

Тип платежа	Описание
Роялти	Скользкая шкала ставки роялти: 0% при добыче нефти до 146 тыс. тонн в год включительно 4% при добыче нефти 146-219 тыс. тонн в год включительно 6% при добыче нефти 219-292 тыс. тонн в год включительно 8% при добыче нефти 292-438 тыс. тонн в год включительно 10% при добыче нефти 438-584 тыс. тонн в год включительно 12,5% при добыче нефти 584 тыс. т и более в год
Налог на прибыль корпораций	Налог на прибыль – 33%
Компенсационная нефть	Предел возмещения издержек – 50-62,5% (в год).
Прибыльная нефть	Доля государства зависит от размера добычи: 10% при добыче нефти до 73 тыс. т. в год 20% при добыче нефти 73-146 тыс. т. в год 30% при добыче нефти 146-292 тыс. т. в год 40% при добыче нефти 292-438 тыс. т. в год 50% при добыче нефти 438-730 тыс. т. в год 60% при добыче нефти свыше 730 тыс. т. в год.

Таблица. 4.
Налоги в составе себестоимости и в цене

Применимые налоги	Ставка
Налог на добычу полезных ископаемых Казахстана месторождений	5%-18%.
Налог на добычу полезных ископаемых Китая	0%-12,5%.
Налог на землю	Исчисляется в зависимости от площади месторождения.
Социальный налог	11% от фонда оплаты труда
Прочие налоги	1% от выручки
Отчисления на транспорт продукции	Переменная величина, которая рассчитывается от объема реализации нефти на внешнем рынке
Таможенная пошлина	С 2018 года экспортная пошлина установлена в размере 150долларов США за тонну сырой нефти
Налог на прибыль	Налог исчисляется на ежегодной основе и берётся от величины чистого дохода по ставке в 20%
Налог на дополнительный доход	50% от чистого дохода с учётом выработанности запасов

Таблица. 5.
Технологические показатели разработки нефтяных объектов Ольховского месторождения

Объекты	Бурение скважин, ед.		Фонд скважин, ед. Всего	Плотность сетки, га/скв.	Режимы разработки	Начало разработки, год
	1	2				
Пласт 1	8	3	19	14,1	заводнение	1971
Пласт 2	14	7	90	11,9	заводнение	1974
Пласт 3	7	4	13	27,9	заводнение	1973
Пласт 4			4	25	естественный	1998
Пласт 5	1	2	3	156	заводнение	Не разрабатывался

Примечание. 1 – добывающие скважины; 2 – нагнетательные скважины.

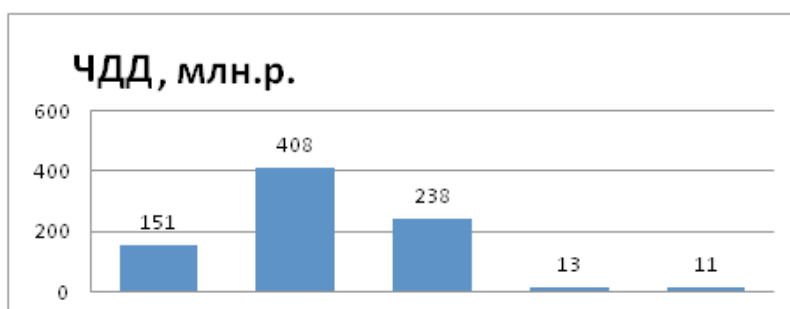


Рис. 1.
Значения ЧДД по освоению нефтяных пластов Ольховского месторождения с применением НДПИ

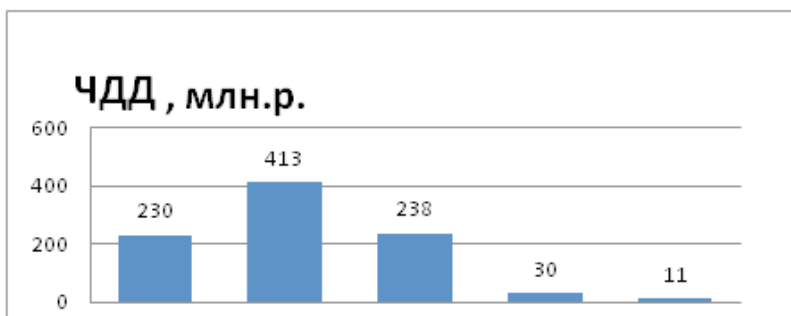


Рис. 2.
Значения ЧДД по освоению нефтяных пластов Ольховского месторождения с применением налогового маневра по НДС и НДС

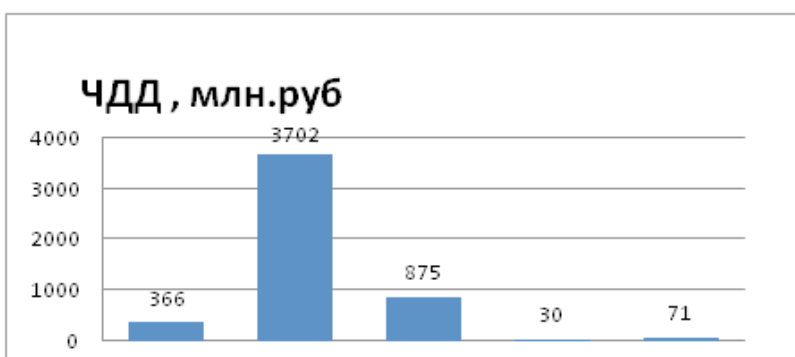


Рис. 3.
Значения ЧДД по освоению нефтяных пластов Ольховского месторождения с применением налогового маневра по НДС Казахстана и НДС

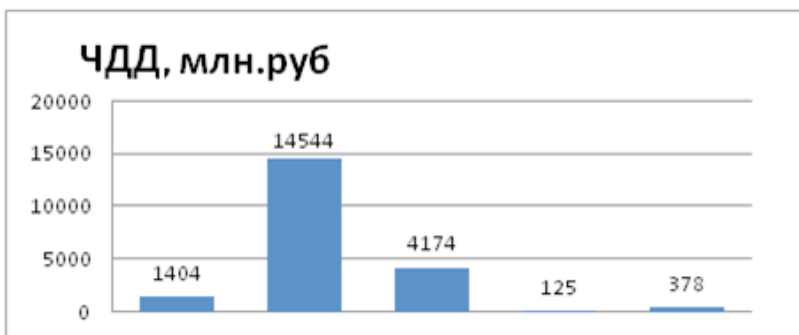


Рис. 4.
Значения ЧДД по освоению нефтяных пластов Ольховского месторождения с применением СРП в России

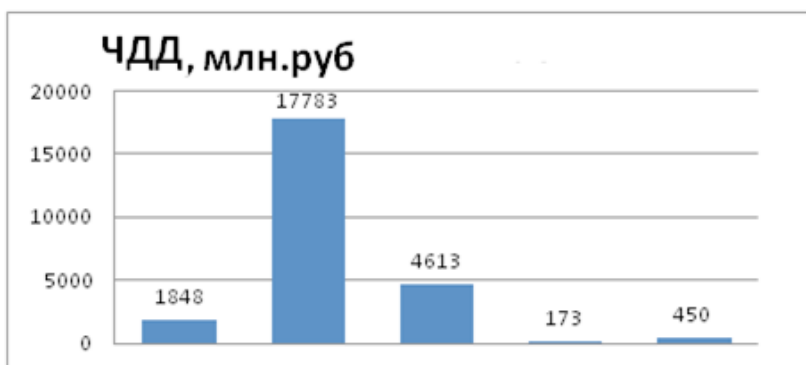


Рис. 5.
Значения ЧДД по освоению нефтяных пластов Ольховского месторождения с применением СРП в Ираке

месторождений углеводородов с применением налоговых манёвров на примере Ольховского нефтяного месторождения. Это месторождение относится к старым разрабатываемым месторождениям, освоение которого было начато с конца 60-х годов прошлого столетия.

Месторождение расположено в восточной части Добрянского района Пермского края. В соответствии с действующей классификацией Ольховское месторождение по величине начальных извлекаемых запасов относится к категории средних со сложным геологическим строением. Ольховское месторождение является многопластовым и в геологическом отношении месторождение достаточно изучено. В соответствии с действующим проектным документом ПАО «Лукойл» «Дополнение к технологической схеме разработки Ольховского месторождения» на месторождении было выделено пять эксплуатационных объектов:

- Пласт1 – C1t (Т) (Ольховский купол);
- Пласт2 – C1tl-C1bb-C1rd (Тл+Бб+Мл) (Ольховский купол);
- Пласт3 – C1tl-C1bb (Тл+Бб) (Северо-Восточный купол);
- Пласт4 – C2b (Бш) (Ольховский купол);
- Пласт5 – P1s (См) (Ольховский купол, район скважины 302).

На 01.01.2022 г. по месторождению добыто 11481 тыс. т нефти и 13858 тыс. т жидкости.

Технологическая характеристика объектов разработки и основные технологические показатели Ольховского месторождения по отдельным объектам (пластам), начиная с 2022 года, показаны в **табл. 5**.

При экономической оценке остаточных запасов многопластового Ольховского месторождения с применением налогового режима НДС чистый дисконтированный доход относительно небольшой (**рис.1**).

Наиболее экономически эффективной является разработка первых трёх пластов, а разработка пласта 4 и пласта 5 находится на грани экономической рентабельности.

В соответствии с Налоговым кодексом РФ при выработанности запасов более 80% по месторождению возможен переход от налогового режима НДС к налоговому режиму НДС.

В проведённых исследованиях данный подход применим к пласту 1 и пласту 4, выработанность которых в течение прогнозного периода с определённого момента превышает 80%. Такой подход позволяет увеличить суммарный доход недропользователя на 50% при сравнительно незначительном снижении дохода государства (6%). Результаты расчётов представлены на **рис. 2**.

Расчёт НДС требует существенного упрощения для оценки нефтегазовых проектов в Рос-

сии и может рассчитываться в зависимости от уровня годовой добычи нефти, как это принято в Казахстане (**рис.3**).

При этом значение ЧДД значительно увеличивается. Расчёт с применением сразу двух налогов нецелесообразен за исключением гибридной модели, когда НДС будет браться до тех пор, пока выработка запасов будет меньше 80%, а потом следует осуществлять переход на применение НДС, что отражено на результатах на **рис. 3**.

С учётом вышеизложенных положений и обобщения зарубежного опыта была апробирована экономико-математическая модель оценки вариантов разработки на условиях СРП представленная выше. Для оценки вариантов был сохранён многокритериальный подход, где основными критериями оценки вариантов являются величина потока денежной наличности, чистый дисконтированный доход инвестора, доход государства и прибыльная продукция (**рис. 4**).

При этом предлагается расчёт НДС по модели Казахстана, а долевое распределение прибыльной продукции производится по модели Китая.

Отдельно надо отметить СРП Ирака для данного моделирования, где государство берёт на себя погашение эксплуатационных затрат инвестора (СРП2) (**рис. 5**). Как было сказано выше, предлагается также использование скользящих шкал по НДС Казахстана, а также применение скользящих шкал распределения прибыльной продукции, как это принято в СРП Китая.

Применение последних двух моделей значительно улучшают ЧДД инвестора за счёт существенного уменьшения дохода государства. Однако, эти модели могут быть применимы, когда ЧДД инвестора по действующей налоговой модели, принятой на настоящее время в России, принимает отрицательное значение или когда вариант находится на грани экономической рентабельности. Особенно этот подход применим для мелких месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, затраты на освоение которых очень велики. При этом проценты в налоговых шкалах можно менять в зависимости от условий освоения нефтяных объектов, что является основой для дальнейших исследований.

В общероссийской добыче нефти доля ТРИЗ в настоящий момент – менее 8%, и хотя она увеличивается, динамика её роста пока не позволяет смотреть в будущее с оптимизмом [6,7]. При этом потенциально возможный объём добычи трудноизвлекаемых запасов составляет до 200 млн тонн нефти в год. По расчётам Минэнерго РФ для удержания производства нефти в стране на текущем уровне к 2025 году доля ТРИЗ и шельфа должна увеличиться до 25%. Поэтому для дальнейшего развития нефтяной

отрасли по-прежнему остаются актуальными вопросы предоставления дополнительных льгот, налоговых каникул и субсидий, а также переход на налогообложение финансового результата деятельности компаний. Причём последнее, по видимому, в отношении разработки ТРИЗ требует более либерального фискального режима, нежели существующие сейчас налоги.

Существующие налоговые льготы позволили увеличить добычу ТРИЗ за 2015-2017 гг. на 27% – до 39 млн тонн в год. В то же время для отдельных категорий ТРИЗ текущих мер недостаточно. Например, тюменская свита – это геологическое понятие, которое не учитывает разнородность фильтрационно-ёмкостных свойств даже внутри этой одной категории ТРИЗ. Поэтому только налогового стимулирования может быть недостаточно. Необходимо стимулирование развития технологий добычи ТРИЗ и их масштабирование на всю отрасль. Для решения проблем ТРИЗ необходим системный подход, важными инструментами которого должны стать технологические полигоны (законопроект уже находится в правительстве) и отлаженная система НДД, позволяющая эффективно управлять уровнем налоговой нагрузки.

В 21 веке произошло резкое ухудшение условий извлечения нефти и газа, связанное с изменением структуры сырьевой базы, появились трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ), запасы с особыми физико-химическими свойствами и географией добычи (Арктическая зона, регионы Сибири и Дальнего Востока). К категории ТРИЗ можно отнести около 12 млрд т нефти или 66% запасов.

Каждое месторождение уникальное, поэтому при его разработке следует применять определённые способы налогообложения.

Для решения проблем налогообложения необходимы следующие меры:

- создать понятную и общую налоговую систему, которая стимулировала бы развитие всей отрасли;
- системный подход-налог на дополнительный доход (НДД), позволяющий эффективно управлять уровнем налоговой нагрузки;
- более широкое использование соглашения о разделе продукции (СРП);
- отказ от использования в расчётах доллара, который стал неустойчивой и ослабленной валютой. XXI

Литература

1. ФЗ РФ от 21.02.1992 г. № 2395-1 «О недрах» (редакция от 1.04.2022 г.) [Электронный ресурс] URL:<https://legalacts.ru/doc/zakon-rf-ot-21021992-n-2395-1-o/>(дата обращения 2022-03-11).
2. Налоговый кодекс Российской Федерации. Части первая и вторая: текст с посл. изм. и доп. на 1 февраля 2022 г. [Электронный ресурс]. URL:<https://nalog.garant.ru/fns/nk/>(дата обращения 2022-03-11).
3. Закон о включении в периметр НДД 86 участков недр (редакция от 28.06.2022г.) [Электронный ресурс] <https://1prime.ru/energy/20220628/837319563.html?ysclid=15tk82pmar863095743>
4. Горкин Г. М., Царегородцева Т. М. //Журнал «Недропользование 21в», – 2021. – №5-6. – С.22-25
5. Богаткина Ю.Г. Оценка эффективности инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли с использованием механизмов автоматизированного моделирования. –М.: Макс-Пресс, 2020. –248 с.
6. Газизов А.А. Увеличение нефтеотдачи неоднородных пластов на поздней стадии разработки – М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. – 639с.
7. Мищенко И.Т. Трудноизвлекаемые запасы и осложнения при разработке и эксплуатации месторождений углеводородов. – М.: Изд-во РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015, –138 с.

UDC 004:330.322:622.276

J.G. Bogatkina, candidate of technical sciences Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences, ubgt@mail.ru
V. N. Lyndin, candidate of economic sciences, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin, vlyndin@mail.ru

PROBLEMS OF TAXATION OF OIL PRODUCTION IN RUSSIA

Abstract: The article deals with the problems of taxation in the oil and gas sector of Russia. The characteristic of the main tax regimes in subsoil use is given. It is noted that the modern tax code is a tool for creating an excessive tax burden on the Russian oil business, which is shown by the example of the development of the multilayer Olkhovskoye field with a complex geological structure. Based on the example of this field, calculations of the net discounted income of a subsoil user are given using alternative tax mechanisms based on sliding scales for the payment of mineral extraction tax in Kazakhstan and China. A model of a production sharing agreement developed on the basis of the application of these mechanisms is considered. Measures are proposed to regulate the tax burden.

Keywords: oil fields, investment project, production sharing agreements, tax modeling, economic evaluation.

asia.mingeoforum.ru



**МИН
ГЕО
ЕВРАЗИЯ**

15–16 сентября
КЫРГЫЗСТАН
Иссык-Куль

ФОРУМ

МИНГЕО ЕВРАЗИЯ

2022

**Минеральные богатства Евразии:
в движении к процветанию
и прогрессу**

asia.mingeoforum.ru

+7 926 8000068

+7 926 8000080

РЕКЛАМА

НАШ СПОНСОР



**KUMTOR
КҮМТОР**



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)