



Правительство Республики Коми
Министерство природных ресурсов
и охраны окружающей среды Республики Коми



Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина

Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России

ТОМ I

Пленарные доклады

Материалы XVIII Геологического съезда Республики Коми
10—12 апреля 2024 г.

Сыктывкар



2024

УДК 55+553.042 (470.1)
DOI: 10.19110/978-5-98491-103-0

Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России:
Материалы XVIII Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ
УрО РАН, 2024. Т. I. 90 с.

Сборник подготовлен по материалам докладов, представленных участниками XVIII Геологического съезда Республики Коми. Приводятся новые результаты исследований по основным проблемам геологии Европейского Северо-Востока России. В данном томе представлены пленарные доклады и информационные материалы.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов в области наук о Земле и смежных наук.

*Тексты докладов воспроизведены с авторских оригиналов
с незначительной технической правкой*

Ответственный редактор

И. Н. Бурцев

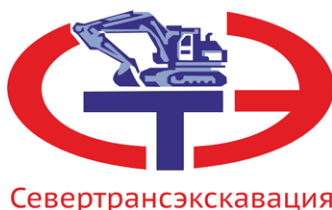
Редакторская группа:

*А. И. Антошкина, Е. В. Антропова (выпускающий редактор),
И. С. Астахова, А. В. Журавлев, О. Б. Котова, С. К. Кузнецов,
К. В. Куликова, Т. П. Майорова, А. Н. Плотцын,
Д. В. Пономарев, К. С. Попвасев, А. М. Пыстин, Н. Н. Рябинкина,
А. Н. Сандула, Н. Н. Тимонина, В. В. Удоратин, О. В. Удортина,
Н. С. Уляшева, Т. Г. Шумилова, Д. А. Шушков*

Организаторы XVIII Геологического съезда Республики Коми

- Правительство Республики Коми
- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми
- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
- Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
- Федеральное агентство по недропользованию
- Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

Финансовая и материальная поддержка



Информационная поддержка

Информационные агентства: ИТАР-ТАСС, «Север-Медиа», «Комиинформ»

Телерадиокомпании: Филиал ФГУП ВГТРК ГТРК «Коми Гор»,
АО «Коми республиканский телевизионный канал»

Издательский дом «Руда и Металлы»

Газеты: «Коми му»; «Республика»; «Наука Урала»

Журналы: «Вестник Отделения наук о Земле Российской академии наук», «Вестник геонаук», «Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук», «Разведка и охрана недр», «Инженер-нефтяник»

Интернет-порталы: БНК, УрО РАН, ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, РОСГЕО

Организационный комитет

Председатель

В. В. Уйба — Глава Республики Коми

Сопредседатели:

Г. А. Машковцев, А. Е. Растрогин

Члены оргкомитета:

*А. М. Асхабов, А. А. Барях, А. П. Боровинских, И. Н. Бурцев, О. В. Казанов,
Е. А. Киселевич, Ю. В. Лисин, М. С. Панов, Е. А. Пономаренко, А. Н. Попов,
А. Д. Саэтгараев, М. Б. Тарбаев, М. В. Топорков*

Секретарь оргкомитета

Е. В. Антропова

Группа регистрации:

*О. В. Гракова, А. Н. Вихоть, Ю. Е. Езимова, Н. С. Инкина, А. Ш. Магомедова, К. Г. Пархачева,
А. М. Шмакова, Л. А. Шмелева, Ю. В. Денисова, Н. С. Уляшева, И. И. Даньщикова*

Секретариат:

*Е. В. Антропова, Н. С. Уляшева, Т. А. Вовчина, Н. А. Матвеева, И. В. Кряжева, О. В. Валяева,
О. С. Котик, И. И. Даньщикова, О. А. Молодцова, Д. А. Шушков, Л. Р. Жданова*

Научно-техническая выставка:

*И. Н. Бурцев, И. С. Астахова, В. А. Вахнина, А. В. Журавлев, Д. В. Кузьмин,
Е. В. Антропова, Д. В. Камашев, В. А. Капитанова, Н. Н. Пискунова, А. В. Понарядов,
К. С. Попвасев, Д. А. Шушков, П. Е. Шмыров, И. А. Перовский, И. В. Соловьев*

Переписка, рассылка, прием тезисов:

Е. В. Антропова, В. А. Вахнина, О. В. Гракова, И. В. Козырева, Н. Б. Соловьева

Экспертиза материалов:

С. К. Кузнецов, Н. Н. Тимонина, А. Н. Сандула

Техническое обеспечение залов заседаний:

С. В. Рудницкий, А. В. Плосков, М. В. Якимов, А. В. Ерофеевский, А. В. Понарядов

Закупки и материально-техническое обеспечение:

*О. Ю. Куликова, О. В. Клинишева, А. В. Рыбкина, И. А. Новикова, Е. В. Кунчева,
П. Е. Шмыров, В. А. Вахнина, Д. В. Кузьмин*

Культурная программа, связь с прессой, работа с ветеранами:

*О. Ю. Куликова, Е. В. Кунчева, Н. Г. Шабанова, С. В. Матвиенко, И. С. Астахова,
К. С. Попвасев, О. В. Гракова, И. В. Козырева, Е. В. Антропова*

Транспортное обеспечение, безопасность, охрана труда, поддержание порядка:

П. Е. Шмыров, Д. Н. Шеболкин, Н. В. Самойлова, Л. А. Богдан

Пленарные доклады

Итоги геологоразведочных работ за 2019–2023 гг. на территории Республики Коми, в свете выполнения задач Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года

А. Е. Растрогин, М. Б. Тарбаев

Роснедра, Севзапнедра, Санкт-Петербург

Указом Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 утверждена Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года (далее Стратегия).

Для территорий Республики Коми, входящих в Арктическую зону, большая часть направлений реализации Стратегии связана с развитием и использованием минерально-сырьевой базы:

- развитие угольных минерально-сырьевых центров на базе Печорского угольного бассейна, создание на их основе комплексов глубокой переработки угольного сырья, углехимии;

- формирование и развитие нефтегазовых минерально-сырьевых центров на базе Тимано-Печорской нефтегазовой провинции, в том числе создание мощностей по переработке нефти и газа;

- геологическое изучение отдельных территорий и развитие минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых;

- создание и развитие вертикально интегрированного горно-металлургического комплекса, предназначенного для переработки титановых руд и кварцевых (стекольных) песков Пижемского месторождения;

- формирование и развитие Парнокского железомарганцевого минерально-сырьевого центра;

- развитие железнодорожной инфраструктуры для обеспечения связи со строящимися и планируемыми к строительству железнодорожными магистралями, включая строительство железнодорожной магистрали Сосногорск — Индига, реконструкцию участка Коноша-Котлас-Чум-Лабытнанги, обоснование целесообразности реконструкции участка Микунь — Вендинга и строительство участка Вендинга — Карпогоры.

Нефть и газ

Традиционно рассмотрение минерально-сырьевой базы начинается с анализа состо-

яния нефтегазового комплекса и перспектив его развития. Нефтегазовый комплекс республики характеризуется устойчивым соотношением добычи, транспортировки и переработки сырья. Современное состояние разрабатываемых месторождений позволяют осуществлять и прогнозировать годовую добычу нефти и газового конденсата в количестве 12–14 млн т. При активном воспроизводстве запасов добыча может быть увеличена на 1–2 млн т в год. По показателям добычи нефти Республика Коми занимает 10 место среди регионов России, добывая около 2.7 % от общей добычи нефти в стране.

На государственном балансе нефти числятся 154 месторождения с суммарными запасами 808.432 млн т (запасы категорий А+В+С₁+В₂+С₂). В распределенном фонде находятся 732.371 млн т или 90.5 % всех имеющихся запасов. Из 773.908 млн т подготовленных ресурсов Д₀ в распределенном фонде числятся 616.439 млн т (79.6 %).

По свободному газу числятся 42 месторождения с суммарными запасами 179.845 млрд м³ (запасы категорий А+В+С₁+В₂+С₂). В распределенном фонде находятся 120.216 млрд м³ или 66.8 % всех имеющихся запасов. Кроме этого, извлекаемые запасы растворенного газа учтены на 132 месторождениях.

На 01.01.2024 года на территории Республики Коми на углеводородное сырье работало 60 недропользователей и выполняются работы по 181 лицензиям.

Из общего числа лицензий основное количество составляют добычные лицензии (53 %), лицензии на право разведки и добычи составляют 37 %, поисковые — 10 %.

В целом количество лицензий на УВС сохраняется на стабильном уровне и колеблется от 190 в 2021 году до 181 лицензии в 2023 г. Некоторое снижение в 2023 г. обусловлено прекращением деятельности ряда компаний и аннулированием лицензий по причине невыполнения условий пользования недрами (ООО «Инвест

ресурс», ООО «КомиГеопроект», ООО «Сойю», ООО «Геотехнология»).

За последние 5 лет, с 2019 по 2023 годы уровень добычи нефти сохранялся на уровне 13–14 млн т. В Республике Коми основной объем добычи (около 85 %) осуществляли структурные подразделения ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» (11.9 млн т в 2023 г). Идущие следом — ООО ННК «Северная нефть» добыла в 2023 году на территории Республики Коми 0.850 млн т, что составляет 5 % и АО Комнедра — 0.349 млн т — 2.5 %. Добыча остальных компаний в сумме составляет менее 10 % от общей добычи по региону.

Прирост промышленных запасов за счет геологоразведочных работ в целом превышает уровни добычи. Прирост запасов осуществлялся в основном на действующих месторождениях, за счет разбуривания флангов и перевода запасов в промышленные категории.

Финансирование геологоразведочных работ на углеводородное сырье за счет средств недропользователей за последние 5 лет колеблется от 6.6 млрд руб в 2020 году до 2.5 млрд руб в 2021 г. Начиная с 2021 г., объемы финансирования постепенно увеличиваются и в 2023 г. составили 4.8 млрд руб.

В структуре финансирования основную долю составляют работы разведочной стадии, проводимые в пределах действующих месторождений.

Поисковые работы направлены как на открытие месторождений, так и на подготовку запасов нижележащих залежей углеводородов в пределах месторождений. Основной объем финансирования геологоразведочных работ поисковой стадии за последние годы показали ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», ООО «ТПГК», ООО «Газпром добыча Краснодар».

Хорошим примером является проводимая ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» работа в пределах Денисовской впадины. В течение последних 10–15 лет в пределах этой площади открыто 6 месторождений, с суммарными извлекаемыми запасами нефти 79.071 млн т, которые в настоящее время активно разведываются и разрабатываются.

За последние 5 лет, в результате поисковых работ было открыто 4 новых нефтяных месторождения. Из них 3 месторождения открыты в «старых» нефтегазоносных районах.

Западно-Каджеромское месторождение открыто в 2019 г. ООО «Косьюнефть» в Печорском районе вблизи разрабатываемых Восточно-Сотчемью-Талыйюского и Сотчемьюского ме-

сторождений. Запасы составляют 22 тыс. т (извл.) кат. С₁.

Восточно-Гердъельское месторождение открыто в 2019 г. ООО «Пионер» в Сосногорском районе, вблизи месторождений Сосновское и Боровое. Запасы составляют 161 тыс. т (извл.) кат. С₁ и 214 тыс. т (извл.) кат. С₂.

Девятковское месторождение открыто в 2020 г. ООО «РК-ОЙЛ» в Троицко-Печорском районе, вблизи разрабатываемых Нижнеомринского, Верхнеомринского, Войвожского и Нибельского месторождений. Запасы составляют 339 тыс. т (извл.) кат. С₁ и 1293 тыс. т (извл.) кат. С₂.

Месторождение Петровское открыто в 2019 г. ООО «Бентинг» в Интинском районе, вблизи границы с Ненецким автономным округом. Ближайшими к нему месторождениями являются неразрабатываемые Кочмесское месторождение в Республике Коми и Нерцетинское месторождение в НАО. Запасы составляют 359 тыс. т (извл.) кат. С₁ и 1477 тыс. т (извл.) кат. С₂.

Анализируя открытия последних лет, можно констатировать возможность открытия новых месторождений и прироста запасов углеводородного сырья в старых, хорошо изученных нефтегазоносных районах. Однако эти открытия отвечают мелким и очень мелким месторождениям, которые, тем не менее, могут служить хорошим подспорьем для нефтедобычи в этих районах.

Для перспективного развития необходимо выходить в новые районы для открытия месторождений, прироста запасов и ввода новых объектов в эксплуатацию.

Значительный объем работы был проведен по подготовке нефтегазовых структур к глубокому бурению. Всего за период с 2019 по 2023 гг. было подготовлено и поставлено на государственный баланс 10 структур с суммарными извлекаемыми ресурсами D₀ — 31.08 млн т. Основное количество структур подготовлено ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» в пределах наиболее перспективных участков.

Наличие подготовленных к бурению структур позволяет рассчитывать на открытие в ближайшие годы новых нефтегазовых месторождений. Так, в перспективных планах ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь»¹ в 2024 году по результатам бурения планируется открытие новых месторождений при опробовании Среднебаяндынской и Западно-Усинской структур.

¹ В результате реорганизации в 2023 г. ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» вошел в состав ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь».

Большую роль в подготовке новых площадей, оценки их перспективности и подготовки для дальнейшего лицензирования играют опережающие региональные сейсморазведочные работы, проводимые за счет средств федерального бюджета.

ФГБУ ВНИГНИ проводит работы по объекту «Региональные сейсморазведочные работы по профилю 32-РС в Большесынинской впадине Предуральского краевого прогиба». За период 2022–2023 гг. отработано 530 пог. км сеймопрофилей, полученные материалы увязаны с ретроспективными сейсмическими данными, в том числе с региональными профилями 19-РС и 21-РС. Общий объем финансирования по объекту составил 438.122 млн руб.

По результатам этих работ планируется создать единый каркас сеймопрофилей на высокоперспективную в отношении нефтегазоносности, но при этом слабо лицензированной территории Предуральского и Припайхойско-Приюжноновоземельского мегапрогибов, очертить наиболее перспективные зоны нефтегазоаккумуляции и локальные объекты, обосновать направления и комплекс дальнейших геологоразведочных работ в регионе.

Проведение региональных геофизических работ повысит геологическую изученность этой территории и создаст хорошие предпосылки для привлечения инвестиций в геологоразведочные работы.

Подводя итог развития нефтегазовой промышленности на территории Республики Коми за последние 5 лет, следует охарактеризовать ее как стабильную, динамично развивающуюся отрасль, отвечающую сбалансированному соотношению добычи, переработки, транспортировки и геологоразведке.

При этом нельзя не отметить ряд проблемных факторов в числе которых высокая выработка большинства действующих нефтегазовых месторождений.

Для сохранения существующих уровней добычи в регионе необходимо усиление поисковых работ с подготовкой новых нефтегазоносных районов, открытия и ввод в эксплуатацию новых месторождений.

Твердые полезные ископаемые

Основные задачи, обозначенные в Стратегии развития Арктической зоны, направлены на реализацию задач комплексного развития терри-

торий и освоения запасов твердых полезных ископаемых.

За последние 5 лет динамика изучения недр республики изменилась. Это выразилось в значительном увеличении количества поисковых лицензий, расширения географии поисковых работ и видов полезных ископаемых. При этом, количество добычных и разведочных лицензий осталось на прежнем уровне и даже сократилось, за счет прекращения деятельности АО «Интауголь», досрочного прекращения лицензии АО «Ярега руда», сдачи лицензии АО «Воркутауголь» на Нижнесырьягинское месторождение каменного угля.

В структуре лицензирования твердых полезных ископаемых на территории Республики Коми доминирующую роль играет уголь, составляя основное количество добычных лицензий.

В Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации угольному направлению также отведена значительная роль, где предусмотрено:

— развитие угольных минерально-сырьевых центров на базе Печорского угольного бассейна, создание на их основе комплексов глубокой переработки угольного сырья, углехимии.

Печорский бассейн характеризуется сравнительно низкой степенью освоения запасов промышленностью.

В фактической эксплуатации находятся 4 шахты и 1 разрез, с общей производственной мощностью 8.3 млн т.

Динамика добычи угля за последние годы показывает, что после резкого падения добычи в 1990-х годах с уровня 28 млн т (18 шахт) в последние годы добыча стабилизировалась на уровне порядка 6–8 млн т в год. Показательно, что при общем снижении добычи угля в целом, уровень добычи коксующихся марок остается стабильным, а добыча энергических марок углей практически прекращена.

Работают 3 недропользователя. Основной недропользователь АО «Воркутауголь». ООО «Воркутинская энергетическая компания» проводит геологоразведочные работы в пределах Верхнесырьягинского месторождения, АО «Росгеология» проводит поисковые работы за счет средств федерального бюджета на Нямдинском участке в Ненецком автономном округе, на границе с Республикой Коми.

Действуют 16 лицензий на право пользования недрами, из которых 13 относится до-

бычным, 2 — разведочно-добычным и 1 поисковая — на выполнение работ по госконтракту.

Предприятие АО Воркутауголь в 2019 по 2021 г. проводило значительные работы по разведке и доразведке действующих шахтных полей.

Работы проводились на глубоких горизонтах Воркутского месторождения и в пределах прирезаемых блоков шахты Воргашорская.

Выполненные работы позволили уточнить детальное залегание угольных пластов, положение разрывных нарушений, что необходимо для работы на глубоких горизонтах шахтных полей (около 1000 м), характеризующихся сложной горно-геологической обстановкой и повышенной метаноносностью. На Воргашорском месторождении в 2022 году поведена перемаркировка и переоценка запасов угля пласта «Мощный» с ГЖО на 1 Ж, что соответствует более высокому качеству добываемого угля.

Проведенными работами, фактически были подготовлены запасы к промышленной отработке.

При этом, основной проблемой угледобычи Воркутинского промышленного узла является значительная выработанность запасов на действующих шахтах.

При существующей добыче полная отработка запасов на действующих производствах планируется в 2035–2037 гг.

Неоднократно рассматриваемые сценарии продления сроков работы угледобывающих предприятий предусматривают следующие направления:

Новое шахтное строительство на шахтном поле №1 Усинского месторождения. АО «Воркутауголь» с 2012 г. является владельцем лицензии СЫК 02547 ТЭ на разведку и добычу угля коксующегося шахтного поля №1 Усинского месторождения. Запасы угля составляют 537 млн т. По качеству угли равноценны добываемым углям марки Ж(2Ж) на Воркутском месторождении.

Необходимо отметить, что равноценной замены Усинскому месторождению в Печорском бассейне нет.

Разработка Усинского месторождения каменного угля является одним из стратегических направлений развития ресурсной базы Республики Коми. Увеличение объемов угледобычи, за счет ввода в действие данного месторождения, положительно повлияет на экономическую ситуацию как в городе Воркута, так и в Республике Коми, позволит существенно увеличить срок эксплуатации Печорского угольного

бассейна и избежать сокращения рабочих мест на действующих производствах.

Продление сроков работы шахты «Воргашорская» за счет лицензирования участков поля шахты № 5, примыкающих к юго-западной границе действующей шахты.

Шахта «Воргашорская» при максимальной глубине отработки запасов до 500 м находится в лучших горногеологических условиях по сравнению с остальными действующими шахтами Воркутинского района и, в отличие от шахт Воркутской мульды, имеет возможности прирезки запасов угля на флангах.

Кроме этих направлений, возможно рассмотрение лицензирования запасов поля шахты № 33 Воркутского месторождения, ряда других объектов, а также новые результаты, полученные в 2018–2021 гг. в ходе работ за счет средств федерального бюджета по объекту «Поисковые работы на коксующиеся угли особо ценных марок на Силовской площади Печорского бассейна».

По результатам работ подготовлены участки 2 шахтных полей под подземную отработку с суммарными ресурсами P_1 — 16.9 млн т и P_2 — 95.3 млн т, а также участок под открытую разработку с ресурсами 5.77 млн т. Угли этого проявления относятся к дефицитным видам марок К, КЖ, Ж.

Объекты с высококачественными дефицитными марками угля, отработка которых возможна открытым способом, расположены узкой полосой вдоль западного склона Пай-Хоя. Их освоение сдерживается низкой степенью изученности и отсутствием инфраструктуры. Прогнозные геологические ресурсы коксующихся углей перспективных объектов юго-западного склона Пай-Хоя (Коротайхинский угленосный район) позволяют надеяться, что после проведения поисковых работ здесь будет создан новый перспективный район угледобычи, расположенный на границе Республики Коми и Ненецкого автономного округа с выходом на Северный морской путь.

Реализация этих направлений позволит сохранить угледобычу в Воркутинском промышленном районе.

Одним из важнейших направлений, обозначенных в стратегии, является геологическое изучение отдельных территорий и развитие минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых.

За период с 2019 по 2023 годы резко увеличилось количество поисковых лицензий. Так в

2019 году поисковые работы проводились в рамках 4 лицензий, в 2023 году поисковые работы проводятся уже на 23 лицензиях. Основное количество лицензий выдано на золото, в меньшей степени на другие виды полезных ископаемых. До 2021 года в структуре лицензирования преобладали добычные лицензии, в 2023 году преобладают поисковые лицензии, выданные по «заявительному принципу». Значительно расширился спектр видов полезных ископаемых. Если раньше резко преобладали лицензии на уголь, то в 2023 году наряду с углем преобладают поисковые лицензии на золото.

Значительно расширилась география поисковых работ. Работы охватывают территории Полярного и Приполярного Урала, Среднего и Северного Тимана, южных районов республики.

Сильно изменилась и структура финансирования геологоразведочных работ. Доля поисковых работ в 2023 году выросла почти в 8 раз, по сравнению с предыдущим годом. В структуре финансирования стабильно выделяются 3 главных направления. Это работы на уголь (разведочного этапа), работы на калийные соли (разведочного этапа), работы на титан (поискового и разведочного этапов). В связи с активизацией поисковых работ на золото в 2023 году значительно увеличилось финансирование этого направления.

Большинство поисковых лицензий выдано в период 2022–2023 гг. и находятся в начальной стадии работ.

Из основных результатов проведенных работ следует отметить подготовку запасов титановых руд и открытие Пижемского месторождения. АО «Руститан», в границах участка недр «Верхнепижемский» по завершению поисково-оценочной стадии работ подготовил запасы полезных ископаемых Пижемского месторождения.

На 01.01.2020 г. запасы титановых руд Пижемского месторождения, утвержденные протоколом ФБУ «ГКЗ» от 02.11.2020 г. № 6501, составляют по категориям C_1+C_2 300.4 млн т, и стекольных песчаников по категории C_2 — 345.4 млн т.

Учитывая значительный дефицит нашей страны в титановом сырье, разработка этого объекта может оказать существенное влияние на экономику Республики Коми и нашей страны в целом.

Это направление выделено отдельным пунктом в Стратегии развития Арктической зоны и ему будет посвящен отдельный доклад.

По Парнокскому железо-марганцевому месторождению, которое также отдельно выделено в Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации, в 2023 году был рассмотрен доработанный проект разработки участков «Магнитный 1» и «Магнитный 2». В соответствии с проектом начало разработки запланировано на 2025 год. Срок отработки месторождения запланирован до 2048 г.

Из новых направлений, которые могут оказать влияние на экономику республики в будущем, следует отметить проведение работ по разведке калийно-магниевых солей на Якшинском месторождении. Здесь отработывается технология подземного выщелачивания солей с целью выработки регламента стабильной работы по подъему рассолов и получению необходимых промышленных концентратов. Синэнергетическим эффектом реализации этого проекта может являться использование газа Курьино-Патраковской группы газовых месторождений, расположенных на границе Республики Коми и Пермского края и осваиваемых ООО «ЛУКОЙЛ Пермь».

Лавинный интерес к золоту позволяет надеяться на открытие новых объектов и подготовку запасов как в уже известных районах, так и в новых, ресурсы золота в которых не оценивались.

Активные работы начались по поискам россыпного и рудного золота в Воркутинском районе на Полярном Урале. Работы проводятся в рамках 3 лицензий в пределах Манитаньрдского хребта Полярного Урала. Основной упор делается на выявление коренных месторождений, россыпей ближнего сноса и подготовку их к промышленной эксплуатации.

Большой объем работ проводится по оценке золотоносности черносланцевых толщ Среднего Тимана. Работы осуществляются в рамках 4 лицензий в полосе выходов древних толщ, на границе Республики Коми и Архангельской области. Важной составляющей этих объектов является их нахождения в зоне влияния проектируемой магистрали Сосногорск — Индига.

Получены предварительные материалы по марганцевым рудам на Среднем Тимане.

Подводя итог геологоразведочных работ в свете выполнения задач, обозначенных в Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации по территории Республики Коми можно констатировать, что по всем обозначенным направлениям идет работа.

Для стимулирования привлечения инвестиций в геологоразведочную отрасль Федеральное агентство по недропользованию, по поручению Правительства РФ разрабатывает перспективную программу лицензирования пользования недрами Арктической зоны Российской Федерации, где учитываются наиболее востре-

бованные объекты для инвестиций в геологоразведочные работы, разведку и добычу минерального сырья.

Реализация этой программы отвечает задачам социально-экономического развития регионов и направлена на перспективное развитие.

Развитие ресурсной базы Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции за счет геологоразведочных работ

А. Д. Саетгараев, И. А. Юнин, Р. И. Латыпов

ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ, Усинск

Тимано-Печорский регион является одним из ключевых регионов деятельности Компании «ЛУКОЙЛ». Освоением сырьевого потенциала в пределах выданных в пользование лицензионных участков занимается предприятие ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». По состоянию на 01.01.2024 лицензионный фонд предприятия на территории региона включает в себя 90 нефтяных лицензий на пользование недрами, 60 из которых относятся к территории Республики Коми, 30 — к территории Ненецкого автономного округа. Всего, с учетом лицензий на добычу подземных вод (30 шт.), лицензий на закачку вод в поглощающие горизонты (4 шт.) и лицензии на разведку и добычу нефтетитановой руды (1 шт.), в лицензионный фонд предприятия входит 125 лицензий на пользование недрами. С учетом состоявшейся в 2023 году реорганизации предприятия в части объединения нефтедобывающих активов Пермского и Тимано-Печорского регионов, по числу выданных лицензий предприятие является одним из крупнейших недропользователей России.

На лицензионных участках ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» в Тимано-Печорском регионе открыто 84 месторождения углеводородного сырья, начальные извлекаемые запасы нефти которых составляют более полутора миллиардов тонн. Остаточные запасы от НИЗ составляют 51 %. При текущих объемах добычи обеспеченность предприятия запасами нефти составляет 42 года.

Числящиеся на государственном балансе ресурсы углеводородного сырья категории D_0 составляют порядка трехсот миллионов тонн условного топлива (ТУТ).

ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» активно занимается геологоразведкой. По итогам работы в 2023 году инвестиции ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» в геологоразведку на территории Тимано-Печорского региона составили 5,0 млрд руб. Объем полевых сейсморазведочных работ 3D составил 330 км², проходка в поисковом и разведочном бурении — 20 479 м. Выполненные геологоразведочные работы позволили прирастить извлекаемые запасы в объеме 4 млн тонн, а также обеспечить

прирост ресурсов углеводородного сырья в объеме 9 млн тонн.

Предприятие реализует программу научно-технических работ в области поисковой геологии. Научно-техническое сопровождение поисков и разведки залежей нефти включает в себя комплекс работ регионального (НИР по прогнозу нефтегазоносности, бассейновое моделирование, стратегия развития ГРП), зонального (технико-экономическое обоснование перспектив приобретения участков, обработка и интерпретация сейсморазведки, проектирование ГРП) и локального (вероятностная и детерминированная оценка ресурсов, оценка геологических рисков, мониторинг ГРП) уровня. Тщательная и многоэтапная проработка проектов геологоразведочных работ и применение современных технологий геологического изучения позволяют регулярно открывать и вводить в разработку новые месторождения и залежи углеводородного сырья.

Перспективным направлением развития сырьевой базы в регионе остается территория Денисовского прогиба. В последние годы фокус внимания предприятия в области ГРП сместился к югу и к северу относительно ранее открытых на этой территории месторождений.

В южной части прогиба осуществлялись работы по разведке открытого в 2018 году Прохоровского месторождения нефти. Пробурены две разведочные скважины, которые подтвердили высокие геолого-промысловые характеристики задонского пласта. Суммарно дебиты в двух разведочных скважинах составляют более 600 м³/сут. С целью определения южной границы месторождения, в акватории реки Печора были проведены сейсморазведочные работы МОГТ 3D на Западно-Усинской площади, которые позволили уточнить запасы и показали наличие структуры, прилегающей к месторождению с юга. В 2024 году с целью подтверждения нефтеносности вновь выявленных площадей проводятся работы по бурению двух поисково-оценочных скважин на Западно-Усинском поднятии. В первой из них вскрыто 13 м нефте-

насыщенных коллекторов. В настоящий момент ведется активное бурение разведочной скважины № 2.

В северной части провинции проводятся работы по разведке и опоискованию разновозрастных девонских рифогенных построек на территории Северо-Мишваньского лицензионного участка и Командиршорской группы месторождений. Нефтеносность рифов и пород их облекания была установлена по результатам бурения четырех поисковых скважин в 2017-2020 годах. Данные, полученные в этих скважинах, позволили поставить на государственный баланс запасы нового Северо-Мишваньского месторождения и трех новых залежей нефти на месторождениях Командиршорской группы. В последние годы выполнены сейсморазведочные работы на Симбейской площади и научно-исследовательские работы по построению сейсмогеологической модели. Результаты работ позволили наметить развитие ранее выявленных рифовых трендов на территорию Северо-Мишваньского лицензионного участка, а также обосновать перспективы нефтеносности областей мелководного зарифового шельфа.

Новые данные послужили основанием для продолжения программы поискового бурения. В 2023 году пробурены три поисковые скважины Северо-Мишваньской площади. Во всех трех скважинах в целевых интервалах вскрыты нефтенасыщенные толщины до 30 м. Работы по освоению завершены только в одной скважине, которая на сегодня является высокодебитной.

Ключевой задачей на ближайшие годы является оценка промышленной значимости ресурсов нефти в областях мелководного зарифового шельфа. Одна из пробуренных в 2023 году скважин расположена в зарифовой области, но вблизи рифа. Вскрыто более 30 м нефтенасыщенных толщин. Более удаленные от рифовых построек территории содержат значительный ресурсный потенциал, пока не подтвержденный поисковым бурением. В 2024 году в зарифовой области запланирована к бурению одна поисковая скважина, а в 2026 году — еще две. Подтверждение нефтепоискового потенциала областей зарифового шельфа позволит существенно уточнить геологию и сырьевой потенциал месторождений Командиршорской группы.

Позитивные результаты получены в южной части провинции, на территории расположенного в пределах Печоро-Кожвинского мегавала Сигавейского месторождения нефти.

Месторождение имеет сложное блоковое строение и до последнего времени оставалось невовлеченным в разработку как нерентабельное. Ранее пробуренные на месторождении поисковая и две разведочные скважины вскрыли продуктивные пласты джьерского и яранского возраста.

В 2022 году из первой поисковой скважины был пробурен боковой ствол в прилегающий с запада тектонический блок. Открыта новая старооскольская залежь, из которой получен приток нефти. Из яранского пласта, запасы которого стояли на балансе, по результатам ГРП также получен приток нефти. Кроме того, вскрыты нефтенасыщенные коллектора в тиманском и джьерском интервалах разреза. Результаты бурения бокового ствола послужили основанием для переиспытания ранее пробуренной скважины с ГРП, которые подтвердили нефтеносность яранского пласта в южной части залежи. На ближайшие годы на месторождении запланирована обширная программа разведочного и эксплуатационного бурения, включающая строительство четырех разведочных скважин.

Ведется системная работа по выявлению и опоискованию ранее пропущенных залежей. На территории Колвинского мегавала на Харьягинском месторождении нефти в 2022–2023 годах пробурена поисковая скважина, вскрывшая среднедевонские пласты купола в северной части месторождения. Целевые пласты ранее были вскрыты скважиной, но не изучены по причине допущенной при бурении аварии. Во вновь пробуренной скважине вскрыт старооскольский пласт, а также четыре пласта эйфельского возраста. Из старооскольского пласта получен приток нефти дебитом более 100 м³/сут, на государственный баланс поставлена новая залежь нефти с запасами порядка 2,0 млн т.

Залогом успеха при проведении поисковых и разведочных работ является качественная сейсмогеологическая основа. Сейсморазведка на территории региона осуществляется как в целях выявления и подготовки объектов поискового бурения, так и в целях доизучения ранее открытых месторождений. Сейсморазведка на новых площадях порой приводит не только к локализации новых перспективных объектов, но и к получению новых научных результатов, меняющих представления о геологическом строении региона. Так, завершившиеся в 2022 году работы по интерпретации материалов сейсморазведки МОГТ 3D на Верхнелебединской пло-

щади позволили коренным образом пересмотреть концепцию геологического строения и истории развития Мутноматерикового вала, западной границы Печоро-Колвинского авлакогена. В рамках новой концепции структурно-тектонического строения выделены такие структурные элементы, как автохтон, аллохтон, парааллохтон, неоавтохтон, пластины надвиговых дуплексов, пологие субпослойные надвиги, ретронадвиг, сдвига-сбросы. Большинство выделенных элементов являются принципиально новыми, обоснованными впервые в рамках выполненных работ. По материалам сейсморазведки МОГТ 3D на территории Южно-Хорейверского участка (южная часть Хорейверской впадины) в 2022 году удалось обосновать новую концепцию геологического строения Южно-Баганской карбонатной банки, представляющей собой древний рифовый атолл. Новая концепция предусматривает детальное фациальное районирование территории на зоны внутриатолловой лагуны, глубоководной впадины, периферийных рифовых построек, а также межрифовых проливов и внутриостровных лагун в пределах периферийных рифов.

Важным подспорьем для оптимального проектирования систем разработки являются современные сейсморазведочные работы МОГТ 3D на разрабатываемых месторождениях. Особенно это актуально для сложнопостроенных месторождений Тимано-Печорского региона. В последние годы удалось построить детальные сейсмогеологические модели для таких

сложных по своей геологии месторождений как Восточно-Сарутаюское, Тобойско-Мядсейское, Ярейюское, им.Ю.Россихина, Южно-Лыжское и другие. На всех месторождениях результаты работ позволили выявить новые площади прогнозной нефтеносности и ранее пропущенные пласты.

Тимано-Печорский регион для Компании «ЛУКОЙЛ» имеет стратегическое значение. Предприятие планирует свою деятельность в регионе на долгосрочную перспективу. В 2024 году специалистами ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» и ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» была сформирована стратегическая программа развития геологоразведочных работ в Тимано-Печорском регионе. На ближайшие десять лет программой предусматриваются стабильные объемы геологоразведочных работ как в физическом, так и в денежном выражении на уровне объемов предшествующих лет. В качестве основных направлений развития ГРП рассматриваются: территория Денисовского прогиба (включает приоритетный проект Компании на территории Командиршорской группы месторождений, где запланировано к строительству 11 поисковых и разведочных скважин); месторождения и структуры Печоро-Кожвинского мегавала; доманиковые рифы Ижма-Печорской синеклизы. Успешная реализация долгосрочных производственных планов в регионе возможна только посредством разведки недр и вовлечения в разработку новых месторождений.

Результаты работ АО «Боксит Тимана» за 2023 год и перспективы развития предприятия

Ю. В. Иванов

Боксит Тимана, Ухта

32 года назад, в 1992 г. в Ухте было учреждено акционерное общество «Боксит Тимана», зарегистрированное в том же году 29 декабря. В 1996 г. получена лицензия на освоение месторождений бокситов Ворыквинской группы — Вежаю-Ворыквинского, Верхне-Щугорского и Восточного. В феврале 1998 г. начата промышленная добыча на Вежаю-Ворыквинском месторождении.

Вежаю-Ворыквинское месторождение с балансовыми запасами 81.4 млн т представлено тремя залежами:

- Центральная залежь с балансовыми запасами 60.0 млн т, наиболее крупная, вытянута с севера на юг более чем на 7 км, при ширине до 3 км. Залежь распадается на шесть самостоятельных рудных тел, часть из которых соединены между собой рудными перемычками.

- Верхне-Ворыквинская залежь с балансовыми запасами 7.5 млн т. Вытянута с запада на восток на 2 км при ширине до 0.3 км.

- Западная залежь находится под рекой Ворыква и разработка ее не планируется.

Верхне-Щугорское месторождение представлено семью рудными залежами. Отдельные залежи объединяются в две группы:

- Южные залежи с балансовыми запасами 14.6 млн т, с фактически отработанными запасами в объеме 6.5 млн т (в декабре 2022 г. завершилась отработка рудного тела № 1, введенного в эксплуатацию во II квартале 2018 г.).

- Северные залежи балансовыми запасами 44.6 млн т.

Производственная деятельность «Боксит Тимана» осуществляется в северной части Княжпогостского района Республики Коми, на границе с Усть-Цилемским и Удорским районами, в 170 километрах от станции Чиньяворык. Железнодорожный цех предприятия расположен в поселке Чиньяворык и осуществляет транспортировку боксита с рудника до станции Чиньяворык–Промышленный, для последующей передачи вагонов с бокситом ОАО «РЖД» для транспортировки заводам.

В г. Ухте расположен Центральный административный офис.

Предприятие динамично развивается. Объемы добычи товарного боксита за последние 9 лет выросли на 21 %.

Объемы отработанной горной массы за период с 2015 г. по 2023 г. увеличились в 4 раза. Рост горной массы обусловлен ростом коэффициента вскрыши, который в динамике с 2015 г. увеличился в 5 раз.

Численность предприятия за период с 2015 по 2023 гг. выросла более чем в 2 раза. Горная масса за этот же период увеличилась в 4 раза. Рост производительности за 9 лет составил +88.5 % (факт 2015 г. — 11 004 м³/чел. в год, факт 2023 г. — 20 744 м³/чел. в год).

К настоящему времени добыто 64 053 тыс. т балансовых руд (с учетом разубоживания) и 3 155 тыс. т забалансовых. За этот же период по результатам эксплуатационно-разведочных работ и добычи по Вежаю-Ворыквинскому месторождению получен прирост запасов в объеме 360 тыс. т, по Верхне-Щугорскому месторождению — 180 тыс. т. Кроме того, в товарную руду в подшихтовку к высокомодульным бокситам было привлечено около 3-х миллионов тонн забалансовых руд, что почти равняется годовой добыче и отгрузке товарных бокситов.

Современная проектная годовая производительность Средне-Тиманского бокситового рудника составляет 3 400 тыс. т, в том числе металлургических байеровских сортов — 3100 тыс. т, спекательных — 300 тыс. т.

Основная продукция, выпускаемая и реализуемая предприятием в 2023 году — бокситовая руда марки ГБТ-1, ГБТ-2, МЖБ-2. В 2023 году АО «Боксит Тимана» производило полный технологический комплекс работ, связанный с добычей и реализацией бокситовой руды. Всего добыто 3 781 тыс. т балансовых бокситов с учетом частичного привлечения забалансовых разностей в товарную руду, при плановых показателях технического проекта 3 643 тыс. т, из них 3 390 тыс. т — с Вежаю-Ворыквинского месторождения и 391 тыс. т — с Верхне-Щугорского месторождения. Забалансовых бокситов добыто 74 тыс. т, залегают они практически всегда в кровле балансовых и их селективное извлече-

ние является вынужденной необходимостью.

Также на балансе предприятия числятся запасы базальтов, расположенных во вскрышных породах. За истекший год их добыча составила 2 943 тыс. м³. Используются они на собственные нужды для отсыпки магистральных дорог, производственных площадок и укрепления отвалов. Часть базальта дробится комплексом TEREX FINLEY для производства щебня, который используется для ремонта путей частной железной дороги СТБР — Чиньяворык и для содержания инфраструктуры рудника.

К настоящему времени глубина отработки карьеров достигла 75 м, и подошва бокситов находится ниже первоначального зеркала подземных вод на разрабатываемом карьере Вежаю-Ворыквинского месторождения более чем на 40 м. Осушение осуществляется с использованием карьерного водоотлива, заключающегося в сборе карьерных вод по системе внутри-карьерных водоотводных канав и трубопроводов в карьерные водосборники. Из них вода подается в отстойник и далее через станцию химической очистки в пруд-отстойник, с которого очищенная вода подается в водный объект. Аналогичные системы очистки используются и на Верхне-Щугорском месторождении.

С целью оценки и прогнозирования изменений состояния подземных вод и недр в целом, на Средне-Тиманском руднике проводится мониторинг состояния недр.

Наблюдения за изменением состояния подземных вод проводятся по 36-ти наблюдательным скважинам в рамках локального мониторинга состояния недр. Основной задачей мониторинга является получение количественных и качественных характеристик компонентов геологической и смежных сред в зонах непосредственного ведения горных работ и в зоне фоновое мониторинга с целью оценки влияния деятельности Средне-Тиманского бокситового рудника на состояние недр. Объектами наблюдения являлись следующие компоненты геологической и смежных сред:

- подземные воды водоносных горизонтов, выделенных на площади месторождения бокситов;

- поверхностные воды постоянных и временных водотоков;

- почвы и почвообразующие грунты;

- атмосфера.

По результатам работ установлено изменение гидродинамических условий водоносных го-

ризонтов, что существенным образом повлияло на уровень подземных вод во всех водоносных горизонтах, за исключением водоносного нерасчлененного четвертичного комплекса. Наибольшие изменения уровней наблюдаются в областях водоносных горизонтов, примыкающих к карьерам по направлению естественного потока подземных вод — при понижении воды в карьере более, чем на 40 м, понижение на расстоянии 1.3 км составило около 10 м, на расстоянии 4.5 км — 3.5 м. Остальная часть геолого-экологической среды, находящейся под воздействием горнорудного производства и сопутствующих ему инфраструктур существенных изменений не претерпела.

В рамках комплексной Программы мониторинга окружающей среды на территории деятельности СТБР ведётся мониторинг рыбного населения р. Вымь в районе разработки месторождения работниками Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, мониторинг объектов размещения отходов работниками ООО «Лабораторный центр «ИКОС», исследования состояния геологической среды работниками АО «Боксит Тимана».

Согласно плану мероприятий по экологической безопасности АО «Боксит Тимана»:

- ежегодно проводятся и планируются в дальнейшем мероприятия по подготовке объектов СТБР к весеннему и зимнему периодам;

- с началом засушливого периода проводятся мероприятия по пылеподавлению на объектах СТБР;

- платежи за загрязнение окружающей среды производятся на основании разрешительных документов;

- накапливающиеся опасные отходы передаются на утилизацию и обезвреживание специализированным организациям;

- на Средне-Тиманском бокситовом руднике эксплуатируется полигон твердых производственных и бытовых отходов, оборудованный инсинератором и установкой очистки ливневых стоков;

- установлены очистные сооружения хозяйственно-бытовых стоков, ливневых стоков с центрального шихтовального склада, очистные сооружения карьерных вод на Вежаю-Ворыквинском месторождении и Южных залежах Верхне-Щугорского месторождения;

- согласно требованиям лесного законодательства выполняются обязательства по компенсационному лесовосстановлению на лесных

участках в границах территории Республики Коми на площади, равной площади вырубленных лесных насаждений.

Начиная с 2021 года, произведены посадки саженцев сосны сибирской на общей площади 694 га, в том числе в 2023 году — на площади 152 га.

Основными потребителями тиманских бокситов являются Уральский и Богословский алюминиевые заводы, перерабатывающие гидрохимические сорта бокситов, более низкосортные спекательные сорта направляются на Пикалевский, Новороссийский, Пашийский и другие цементные заводы и предприятия компании ROCKWOOL, огнеупорные маложелезистые на АО «Боровичский комбинат огнеупоров» и Богдановичское ОАО «Огнеупоры». За год потребителям отгружено 3 242 тыс. т гидрохимических сортов бокситов, 329 тыс. т спекательных и 299 тыс. т маложелезистых огнеупорных бокситов. В 2024 г. планируется реализация боксита в объеме 3 384 тыс. т.

Приоритетными направлениями деятельности Общества являются:

- закрепление достигнутых организационно-технических рубежей и дальнейшая промышленная разработка месторождений боксита Среднего Тимана, в соответствии с проектной документацией;
- обеспечение защиты окружающей среды;
- обеспечение эффективного управления охраной труда.

Перспективы

Объектами разработки на Средне-Тиманском бокситовом руднике в 2023 году и на дальнейшую перспективу являются Вежаю-Ворыквинское и Верхне-Щугорское месторождения бокситов.

В мае 2023 года на новом карьере №2 Южной залежи Верхне-Щугорского месторождения добыта первая бокситовая руда.

В июне 2023 года завершились работы по строительству очистных сооружений на месте выработки Южной залежи Верхне-Щугорского месторождения.

В течение 2023 года продолжались горно-капитальные работы на карьере №2 Северных залежей Верхне-Щугорского месторождения.

На протяжении 2023 года в рамках разработки проекта по осушению карьерного поля рудных тел №5 и №6 Вежаю-Ворыквинского месторождения (договор с проектной органи-

зацией заключен) подготовлены основные технические решения по данному проекту, а также проведены инженерно-геологические, инженерно-геодезические, инженерно-гидрометеорологические и инженерно-экологические изыскания.

В 2024 году планируется закончить полный комплекс инженерных изысканий по проекту осушения карьерного поля рудных тел №5 и №6 Вежаю-Ворыквинского месторождения.

В 2024 году продолжится промышленная добыча бокситов на карьере №4 Вежаю-Ворыквинского месторождения и карьере №2 Южных залежей Верхне-Щугорского месторождения, а также горно-капитальные работы на карьере № 2 Северных залежей Верхне-Щугорского месторождения (ввод данного карьера в эксплуатацию/добыча боксита запланирована на 2026 год). На последующие годы календарным планом действующего технического проекта предусмотрен постепенный ввод в эксплуатацию новых рудных тел (карьеров) Вежаю-Ворыквинского и Верхне-Щугорского месторождений с их отработкой до 2058 года.

Продолжится дальнейшая работа по улучшению системы управления качеством продукции, по внедрению комплексных корпоративных проектов, направленных на улучшение системы охраны труда и промышленной безопасности.

В рамках корпоративной программы внедрения производственной системы будет продолжено последовательное улучшение системы ежедневного управления производством и обучение сотрудников стандартизированной работе на промышленной площадке АО «Боксит Тимана».

Проблемные вопросы

Лицензией на освоение бокситов предприятию для отработки была передана Верхне-Ворыквинская залежь с запасами 7.5 млн т, расположенная на противоположном берегу реки Ворыквы. Но государственные органы 5-й год не могут согласовать перевод земли и оформление горного отвода для строительства моста и автодороги на рудную залежь, это вынудило предприятие произвести корректировку календарного плана технического проекта и сдвинуть сроки освоения на 2025 г. Но уже сейчас видно, что сроки опять придется сдвигать и в связи с этим нести дополнительные затраты.

Инвестиции

Важную роль в ОК РУСАЛ уделяют инвестициям. В 2016 году было заключено Соглашение о социально-экономическом сотрудничестве между Правительством Коми и компанией РУСАЛ, новое соглашение заключено в 2021 году и будет действовать до декабря 2025 года. За это время ОК РУСАЛ инвестировала в проекты разработки Вежаю-Ворыквинского и Верхне-Щугорского месторождений порядка 13 миллиардов рублей. Основная часть средств была направлена на приобретение нового горнотранспортного оборудования, горно-капитальные работы, строительство новых объектов инфраструктуры производства и социальных — для комфортного проживания и активного отдыха сотрудников предприятия «Боксит Тимана» компании РУСАЛ.

В 2020 году в рамках Соглашения было завершено строительство социально-культурного центра в поселке Чиньяворык, инвестиции в этот объект составили около 27 миллионов ру-

блей. Компания поддерживает всероссийские и республиканские лыжные соревнования, тренеров, а также мероприятия, направленные на пропаганду здорового образа жизни. С самого начала пандемии коронавируса компания РУСАЛ оказывала помощь медицинским учреждениям Республики Коми. В 2022 году было закуплено медицинское оборудование для Княжпогостской центральной больницы на сумму 8 миллионов рублей.

И это не разовая акция, а планомерная работа на благо региона. Так, на проектно-сметную документацию по строительству станции очистки питьевой воды в г. Емве было направлено 22.1 миллиона рублей.

В 2023 году отремонтировали кровлю и спортзал в Доме детского творчества в Емве. Согласно новому протоколу к Соглашению с Правительством Республики Коми компания РУСАЛ продолжит финансирование комплекса ремонтных работ в данном образовательном учреждении, на сумму 12.9 миллиона рублей.

Роль и значение Республики Коми в развитии МСБ титана России

А. А. Новиков

ГК «РУСТИТАН», Москва

27 декабря 2022 года на совещании у руководителя Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) было принято решение о проведении комплексной оценки минерально-сырьевой базы титана, который в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.08.2022 г. № 2473-р определен как дефицитный вид стратегического минерального сырья.

В оценке минерально-сырьевой базы титана приняли участие специалисты подведомственных учреждений Роснедра и Российской академии наук, а также эксперты Российского союза промышленников и предпринимателей. Целью проведения оценки являлся анализ ключевых характеристик месторождений и рудопроявлений титаносодержащего сырья (геологических, горнотехнических, технологических и экономических), а также определение перспектив их освоения для производства титановых концентратов в интересах обеспечения отечественных потребителей и экспортных поставок на рынки дружественных стран.

25 июля 2023 года Роснедра утвердило результаты комплексной оценки минерально-сырьевой базы титана, из которой можно сделать следующие основные выводы:

Государственным балансом запасов титана в Российской Федерации по состоянию на 01.01.2022 г. учитываются 36 месторождений (19 коренных и 17 россыпных), с суммарными запасами $A+B+C_1+C_2$ равными 588 млн. т диоксида титана. Все типы отечественных месторождений титаносодержащего сырья разделяются на четыре группы: 1) комплексные железо-титан-ванадиевые (титаномagnetитовые) месторождения; 2) редкометальные титансодержащие месторождения; 3) титан-циркониевые пески (представленные россыпными месторождениями); 4) собственно титановые месторождения. Данные группы характеризуются разными свойствами, которые оказывают существенное влияние на их промышленное освоение, так:

— комплексные железо-титан-ванадиевые месторождения (они же титаномagnetиты) могут

быть источником для получения ильменитового концентрата (как источника сырья для производства диоксида титана сульфатного сорта), но только при условии одновременного внедрения в промышленное производство эффективной технологии металлургической переработки выделенного из руды титаномagnetитового (железо-титан-ванадиевого) концентрата, а также сбыта получаемого из него ванадия, однако в настоящий момент это не представляется возможным из-за существующего в стране крупного производства ванадия на базе Качканарской группы низкотитанистых титаномagnetитовых месторождений группы Евраз;

— редкометальные титансодержащие месторождения не являются сырьевым источником титана, они ограниченно разрабатываются для производства редких и редкоземельных металлов с попутным получением в небольшом объеме продукции титана (пример — Ловозерский ГОК);

— титан-циркониевые пески (россыпные месторождения), как по объему запасов (в них заключено менее 3 % сырьевой базы титана страны), так и по качеству получаемых титановых концентратов не могут быть надежным источником титанового сырья для обеспечения в стране производства металлического титана и пигментного диоксида титана, при этом получаемый из россыпных месторождений ильменит и рутил уступает по качеству зарубежным аналогам;

— собственно титановые месторождения представлены кварц-лейкоксоновыми песчаниками Пижемского и Ярегского месторождений в Республике Коми (а это более 70 % сырьевой базы титана страны), эти руды содержат минералы титана без вредных примесей и при наличии современной технологии комплексного обогащения, которая была разработана в ИМЕТ РАН, могут быть надежным источником для получения высококачественных титановых концентратов (рутила и ильменита) для производства металлического титана и пигментного диоксида титана хлорным способом, а также ценных попутных продуктов для строительной индустрии — синтетического игольчатого волласто-

нита и уникального прокаленного кварцевого песка с высокоразвитой поверхностью, производство которых в стране отсутствует.

В современных рыночных условиях, главным фактором для освоения сырьевой базы титана страны и создания на её базе конкурентоспособных производств качественных титановых концентратов, является инвестиционная привлекательность, которая зависит от коммерческой эффективности создаваемых горнорудных проектов, при этом достижение рентабельности при производстве титановых концентратов возможно только при комплексной разработке месторождений со сбытом всех извлекаемых полезных компонентов, что требует наличия эффективных технологий переработки титаносодержащего сырья в конкурентоспособную товарную продукцию, востребованную не только на внутреннем, но и на внешнем рынке.

Рынок титановых концентратов для производства металлического титана и пигментного диоксида титана представлен ильменитом, рутилом и искусственным (синтетическим) рутилом. Наличие достаточного количества предложений ильменита на рынке со стороны зарубежных компаний, а также его сравнительно низкая цена, практически делает экономически невыгодным вложения инвестиций в разработку отечественных месторождений титаносодержащего сырья для получения ильменита, который уступает по качеству зарубежным аналогам. Дефицитным и самым качественным видом титановых концентратов является рутил, но его запасы и объемы производства в мире ограничены, при этом спрос на него растет, а цены значительно выше, чем на ильменит, что способствует созданию новых мощностей для производства искусственного (синтетического) рутила и поиска для них подходящей сырьевой базы. Россия обладает уникальными и гигантскими запасами кварц-лейкоксовых песчанников в Республике Коми, которые являются источником для производства искусственного высокопористого рутила и высокотитанистого ильменита, превосходящих по своим технологическим характеристикам существующие аналоги — природного рутила, синтетического рутила и ильменита, используемых для получения металлического титана и пигментного диоксида титана по хлорной технологии.

На основании анализа минерально-сырьевой базы титана Российской Федерации на территории страны было выделено семь перспек-

тивных центров добычи титановых руд с извлечением титана в концентраты: Гремяха и Ловозерский в Мурманской области, Тиманский в Республике Коми, Центральный в Тамбовской области, Ставропольский в Ставропольском крае, Туганский в Томской области, Дальневосточный в Амурской области и Приморском крае. В силу географического расположения относительно крупнейших потребителей и близости к международным транспортным коридорам, а также учитывая масштаб сырьевой базы и качественные характеристики товарной продукции, наиболее перспективным является Тиманский центр, развитие которого определяется реализацией горнорудного проекта по созданию вертикально интегрированного горно-металлургического комплекса по добыче и переработке титановых руд и кварцевых (стекольных) песков Пижемского месторождения в Республике Коми, что предусмотрено Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 года № 645.

При обогащении титановых руд Пижемского месторождения по разработанной в ИМЕТ РАН технологии получают высококачественные титановые концентраты — высокопористый искусственный рутил (92–95 % TiO_2) и высокотитанистый пористый ильменит (65–67 % TiO_2 ; до 27 % Fe_2O_3 ; 0.025–0.035 % Cr_2O_3), которые за счет высокой удельной поверхности зерен минералов (общий объем пор достигает 35–40 %) превосходят по своим технологическим характеристикам существующие аналоги в мире (природный рутил и ильменит) и смогут полностью обеспечить в стране производство металлического титана и пигментного TiO_2 хлорным способом, а также с учетом их качества и дефицита на мировом рынке, они будут востребованы для экспорта в дружественные страны, объем потребления в которых кратно превышает российский рынок.

Дополнительными продуктами обогащения титановых руд Пижемского месторождения являются прокаленный кварцевый песок с высокоразвитой активной поверхностью, оксид железа, цирконовый концентрат, а также синтетический игольчатый волластонит, который, как экологически чистый материал многоцелевого назначения, используется при изготовлении строительных материалов, наполнителей

для лакокрасочной промышленности, керамики, высокотемпературных огнеупорных, изоляционных и облицовочных материалов, композиционных полимеров фарфора и цемента.

Проект освоения Пижемского месторождения направлен на создание мирового лидера по производству рутила и волластонита, а также производства диоксида титана хлорным способом, которое у нас по такой технологии пока не осуществляется. При этом во вскрышных породах Пижемского месторождения содержатся крупнейшие в стране запасы кварцевых песчаников стекольного качества, которые будут востребованы для создания качественной ин-

фраструктуры в Арктической зоне Российской Федерации.

Подводя итог комплексной оценки минерально-сырьевой базы титана, следует отметить, что в настоящее время отсутствует необходимость поиска в стране новых месторождений титаносодержащего сырья. Кварц-лейкоксовые песчаники Тиманской титаноносной провинции, расположенные на территории Республики Коми, являются крупнейшей в России сырьевой базой титана и уникальной в мире, вовлечение которой в промышленную эксплуатацию позволит обеспечивать и развивать титановую отрасль страны на длительную перспективу.

Сырьевая углеводородная база Республики Коми: состояние, проблемы и пути их решения на современном этапе

Р. В. Агиней, К. Р. Мальцев, Н. П. Демченко, В. Б. Ростовщиков

УГТУ, Ухта

Сырьевая база Республики Коми по разведанным запасам не обеспечивает стабильную добычу нефти и газа из-за своей неблагоприятной качественной (по нефти) и количественной (по газу) структуры, которая ухудшается с каждым годом в результате дисбаланса между добычей и приростом новых запасов.

Состояние сырьевой углеводородной базы

В 1980-е годы Республика Коми являлась одним из основных регионов России, где была создана и развивалась нефтегазодобывающая и перерабатывающая промышленность на базе разведанных запасов нефти и газа.

В 1981 г. добыча УВ составила 20 млн. т нефти и 19 млрд. м³ газа. Деструктивные процессы в период перехода от социалистической к рыночной экономике (1991-2020 гг.) и ликвидация республиканских геологоразведочных, нефтедобывающих (Коминетфть), научно-исследовательских (ПечорНИПИнефть) организаций негативно отразились на развитии нефтегазовой отрасли Республики Коми.

В 2023 г. годовая добыча нефти составила лишь 13 млн. т, а по газу — 2 млрд. м³. Одной из главных причин сложившейся к настоящему времени ситуации, помимо организационных преобразований, является неудовлетворительное состояние сырьевой базы разведанных запасов углеводородов.

В структуре запасов:

— **по нефти** — достаточная количественная составляющая (480 млн. т), и крайне негативная качественная: около 70 % относится к средне- и низкорентабельным трудноизвлекаемым запасам. Это тяжелые малоподвижные нефти, значительное количество мелких и средних месторождений (123) и только 4 относятся к крупным, обеспечивающим основной объем добычи. Значительная часть месторождений выработаны и находятся на стадии падающих уровней добычи. При этом, неразведанный потенциал по нефти на территории Республики Коми составляет порядка 50 %.

Удручающую картину представляет сырьевая база по газу. Количественно это 60 млрд. м³. В структуре сырьевой базы по газу 6 месторождений, в том числе: Вуктыльское НГКМ, находящееся в конечной стадии разработки, Западно-Соплесское НГКМ, находящееся в стадии падающей добычи и Северо-Югидское, находящееся в проектной стадии разработки.

Разведанность ресурсов по газу на территории РК составляет 32 %, остальная неразведанная часть сосредоточена, в основном, в сложно-построенном Предуральском краевом прогибе и западной зоне Урала.

Не вдаваясь в динамику физических объемов и финансирования геологоразведочных работ, следует отметить, что за прошедший после XVII Геологического съезда период открыто несколько мелких месторождений нефти и одно также мелкое нефтегазоконденсатное (Северо-Югидское), которое сразу было введено в разработку. Коэффициент восполняемости сырьевой базы по нефти за счет открытия новых месторождений составляет менее 1.0 при оптимальном значении 1.3. Остальной прирост разведанных запасов по нефти является «бухгалтерским» за счет корректировки различных подсчетных параметров по месторождениям, находящимся в разработке.

Не исключая важность «технологического» прироста сырьевой базы, все-таки основное значение в улучшении ее качественной структуры принадлежит новым открытиям, в том числе крупных месторождений.

— **по газу** — увеличение объемов добычи возможно только при открытии новых, в том числе крупных месторождений, как в развитом Вуктыльско-Среднепечорском газодобывающем районе, так и вблизи действующего магистрального газопровода Ямал-Россия (Косью-Роговская и Коротаихинская впадины).

Для реализации этих возможностей необходимо учитывать объективные и субъективные факторы.

Объективные факторы:

Нефть. Прогнозный неразведанный потенциал сосредоточен в сложных, зачастую нетра-

диционных условиях, и связан в основной массе с мелкими и средними месторождениями, опосредованное которыми как методически, так и технологически вызывает значительные трудности. Например: доманикиты верхнего девона с залежами в нефтематеринских породах.

Газ. Здесь основная часть неразведанных ресурсов находится в сложных структурно-тектонических условиях северного сегмента Предуралья и Предпайхойско-Новоземельского краевых прогибов и западной складчатой зоны Урала, освоение которых с применением апробированных методов малоэффективно. Например: автохтон Вуктыльского НГКМ имеет по оценке Ухтинского филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» до 70 млрд. м³ газа и 20 млн. т конденсата, вскрыт большим количеством скважин с промышленными проявлениями газа, конденсата, нефти, но остается к настоящему времени неразведанным и не подготовленным к разработке. Основная причина в стандартном подходе к разведке перспективных горизонтов, в частности к вскрытию и опробованию сложнопостроенных коллекторов.

Субъективные факторы:

— значительное недофинансирование необходимых объемов геологоразведочных работ на нефть и газ, как со стороны государства, так и в последние годы со стороны нефтедобывающих предприятий.

— критическая ситуация с научно-исследовательскими работами по прогнозированию и поиску новых месторождений нефти и газа. Складывается парадоксальная ситуация: чем сложнее становится процесс поиска новых месторождений, тем меньше выделяется средств на научно-исследовательские работы в этом направлении.

Вызывает тревогу и положение, в котором находится единственная старейшая научно-исследовательская организация по геологии нефти и газа — Тимано-Печорский научно-исследовательский центр. Недостаточное централизованное финансирование ведет к сокращению кадров, моральному износу оборудования, снижению качества содержания единственного на Европейском севере крупнейшего хранилища каменного материала по нефти и газу. ТП НИЦ находится под эгидой Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РК, которое, по всей видимости, не беспокоит его судьба.

— отсутствие стратегии развития минерально-сырьевой базы Республики Коми (при на-

личии таковой в России) не позволяет выстроить более-менее разумную политику в вопросах по развитию геологоразведочных работ в РК. Республика Коми, обладающая крупнейшим природно-ресурсным потенциалом, на сегодняшний день не имеет реального и сбалансированного плана его реализации.

Ухтинский государственный технический университет (УГТУ) видит следующие пути и направления по усилению ГРП на нефть и газ в Республике, как залог развития нефтедобывающих предприятий за счет изменения количественной и качественной структуры сырьевой углеводородной базы. К ним относятся: **поиск и разведка новых, в том числе крупных, месторождений нефти и газа по следующим направлениям.**

Нефть:

— доманикиты ТПП на новых территориях и разрабатываемых месторождениях. Площадь распространения доманикитов только в пределах континентальной части ТПП — 250 тыс. м². Прогнозная оценка ресурсов по данным различных исследователей колеблется от 0.5 до 1 млрд. т.

— недоизученные нефтегазоносные комплексы — ордовикско-нижнедевонский и терригенный надкарбонатный. Процессы их формирования предопределили особые условия залегания в них залежей, требующих нестандартных подходов к методике и технологии их опосредования.

Газ:

— слабоизученные впадины северного сегмента Предуралья и краевого прогиба;

— западный склон Урала;

— поперечные поднятия прогиба, в первую очередь Среднепечорское, находящееся в зоне развитой газодобывающей инфраструктуры;

— автохтон Вуктыльского НГКМ. Бурение поисковой скважины № 402 вероятно ответит на вопрос о промышленной значимости залежей в автохтонной части Вуктыльской складки, но потребует дополнительной разведки для ввода его в разработку.

Реализация вышеперечисленных направлений напрямую зависит от объемов и эффективности научно-исследовательских и геологоразведочных работ. В частности, для этого необходима **активизация научных и технологических исследований в области повышения эффективности разработки месторождений.** Это особенно касается коэффициента из-

влечения нефти по залежам с трудноизвлекаемыми запасами. Разведанные геологические запасы тяжелых нефтей в Республике Коми, находящиеся в разработке, составляют около 800 млн.т (Ярегское и Усинское месторождения). Увеличение КИН на 1 % позволяет увеличить извлекаемые запасы на 8 млн т, т. е. на одну среднюю по запасам залежь на разрабатываемом месторождении.

УГТУ имеет опыт и возможности проведения подобных НИР, но необходимо источники финансирования таких работ.

Важнейшее значение в развитии и освоении сырьевой углеводородной базы принадлежит подготовке специалистов высшего и среднего образования, способных эффективно решать вышеперечисленные задачи и отвечать на вызовы современного нефтегазового производства.

В этом направлении в УГТУ проводится реализация следующих направлений:

- взаимодействие с ведущими нефтегазодобывающими и нефтегазотранспортными предприятиями, работающими в РК (ПАО «Газпром», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Транснефть» и др.) в части проведения НИР и НИОКР по актуальным проблемам ГРП, добычи и транспорта нефти и газа и прохождения производственных практик студентов.

- внедрение в учебный план программ подготовки специалистов (геологов, геофизиков, буровиков, разработчиков) по трудноизвлекаемым ресурсам.

- подготовка специалистов смежных специальностей, позволяющих отвечать на современные вызовы производств. Так с 2024 года в УГТУ будет реализована программа подготовки специалистов, имеющих две квалификации — инженер-геолог и инженер-геофизик. В дальнейшем такая практика планируется и по другим смежным специальностям.

- подготовка горняков для разработки уникального Ярегского месторождения тяжелой нефти как специалистов среднего, так и высшего звена.

- предполагается дальнейшее развитие и усовершенствование материально-технической базы для исследовательской деятельности в области разведки, добычи и транспортировки нефти и газа. Существующее современное оборудование по исследованию керна, нефти, газа позволяет выполнять НИР и НИОКР на самом высоком уровне.

Проблемным остается разрозненность и сохранность геолого-геофизической информации, полученной почти за 100-летний период освоения нефти и газа в Республике Коми. Доступность к этой информации позволила бы в значительной мере повысить эффективность научно-исследовательских работ по развитию МСБ Республики.

Выводы

На основании анализа состояния и использования сырьевой базы разведанных запасов углеводородов и с учетом прогнозных ресурсов УВ можно констатировать, что Республика Коми обладает значительным потенциалом природных ресурсов не только для стабилизации уровней добычи нефти, но и значительному увеличению объемов добычи газа. Для этого необходимо:

- на уровне Правительства РК разработать и утвердить стратегию развития сырьевой углеводородной базы, направленной на стабилизацию добычи нефти и увеличению объемов добычи газа.

- усиление научных исследований в области прогноза поисков новых месторождений;

- развитие геологоразведочных работ в Республике, направленных на открытие новых месторождений УВ;

- активизация научных и технологических исследований в области повышения эффективности разработки месторождений (КИН);

- подготовка кадров для геологоразведочной отрасли на современном методологическом и технологическом уровнях.

Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых Республики Коми

Е. А. Киселевич

Минприроды РК, Сыктывкар

Общераспространенные полезные ископаемые (ОПИ) являются важнейшим компонентом ресурсного потенциала любого региона России. ОПИ — это сырьевая основа для дорожного строительства, промышленного и гражданского строительства, производства строительных материалов, развития предприятий местной промышленности и т.п., то есть, это одна из составляющих социально-экономического развития субъектов Российской Федерации. К ОПИ относятся такие виды минерального сырья, которые, как правило, используются в естественном виде на небольшом удалении от места добычи. В случае переработки, полученные материалы используются на местном рынке товаров и услуг. Так как платежи за пользование недрами и налог на добычу ОПИ являются доходными статьями бюджета субъекта Российской Федерации, формирование региональных перечней ОПИ является особым моментом в региональной экономической политике. Общий объем налоговых поступлений только за добычу общераспространенных полезных ископаемых, поступающих в бюджет Республики Коми, составляет 23–43 млн руб в год (в 2019–2024 гг. — 156.254 млн рублей), не считая иных налоговых отчислений с юридических лиц, занятых в этой сфере производства. В 2019–2023 гг. в поисковые и геологоразведочные работы недропользователями вложено 122 659.9 тыс. руб (2014–2018 — 170.63 млн руб).

По состоянию за 2023 г. право на добычу общераспространенных полезных ископаемых на территории Республики Коми предоставлено 126 предприятиям, фактически добыча осуществлялась 51 предприятием. Общий объем добычи общераспространенных полезных ископаемых в 2023 году составил 2.69 млн м³.

В последние годы законодательство о недрах активно развивается и совершенствуется. Основным направлением законодательства, регулирующего вопросы пользования недрами, в 2019–2020 гг. явилось совершенствование правового регулирования геологического изучения

недр во внутренних морских водах и территориальном море РФ.

В 2021–2022 годах в целях улучшения управляемости и прозрачности аукционными процессами по предоставлению права пользования недрами введены единые стандарты как по форме лицензии (единообразие формы), а также и по месту хранения лицензии (единый федеральный реестр, АСЛН), унифицирована процедура установления факта открытия месторождений.

В 2023 г. утверждены обновленные Правила проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, которые устанавливают порядок проведения государственной экспертизы, а также определения размера и взимания платы за ее проведение. (Постановление Правительства РФ от 01.03.2023 г. № 335 «О государственной экспертизе запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, об определении размера и порядка взимания платы за ее проведение»).

Постановлением № 335 кардинально изменен порядок и сроки проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых. В соответствии с требованиями Постановления № 335, в целях проведения государственной экспертизы запасов общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод Минприроды Республики Коми создает экспертную комиссию, состав которой формируется из внештатных экспертов и штатных работников уполномоченного экспертного органа.

Во исполнение своих функций в сфере управления фондом недр ОПИ Минприроды РК:

- разработало ряд нормативных документов, регламентирующих вопросы организации и проведения государственной экспертизы запасов общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод;

- проводит ряд контрольно-ревизионных мероприятий, включающих полевое обследо-

вание состояния месторождений ОПИ в районах интенсивного использования минерально-сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых по государственному заказу;

- осуществляет практику ежегодного заслушивания на Комиссии по недропользованию состояния выполнения лицензионных соглашений.

Следует отметить, что рынок ОПИ, наряду с другими полезными ископаемыми, отличается весьма высокой динамикой. По состоянию на 01.01.2024 г. в Республике Коми действует 517 лицензий (в 2019 г. — 399 ед.) на пользование участками недр, содержащими общераспространенные полезные ископаемые и 355 лицензий (в 2019 г. — 322 ед.) на пресные подземные воды, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности, либо объектов сельскохозяйственного назначения и объем добычи которых составляет не более 500 м³/сутки.

Ежегодно на учет Территориальным балансом запасов и Государственным кадастром месторождений ставится около 10–15 новых объектов.

Эффективное государственное управление отношениями недропользования невозможно без наличия достоверной и научно-обоснованной информации о количестве и качестве полезных ископаемых, порядке их использования, субъектах и целях недропользования.

В этих целях (сбор, обработка, оценка и хранение информации) в прошлые годы была создана и поддерживается в актуальном состоянии информационная система регулирования минерально-сырьевых ресурсов в сфере ОПИ, включающая базы данных и геоинформационную систему с комплектом цифровых карт фонда месторождений ОПИ.

В Республике Коми выстроено организационное и технологическое взаимодействие со всеми участниками процесса управления фондом недр — Минприроды Республики Коми, Отделом геологии и лицензирования Департамента по недропользованию по Северо-Западному федеральному округу, на континентальном шельфе и в Мировом океане по Республике Коми и НАО, ГБУ РК «ТФИ РК», Росгеолфондом.

Развернута автономная программно-технологическая инфраструктура, позволяющая вести централизованный сбор и обработку данных в ИС «Недра», ФГИС «АСЛН», ФГИС «Учет и баланс подземных вод». Обеспечена репликация

данных с центральной системой Росгеолфонда.

Существующая организационная структура позволяет эффективно обеспечивать формирование и обновление геоинформационных ресурсов по всем видам полезных ископаемых на территории Республики Коми и их использование всеми заинтересованными ОГВ РК, в том числе через систему Геопортала РК.

Региональный перечень полезных ископаемых, относимых к общераспространенным по Республике Коми, утвержденный Распоряжением МПР России и Правительством Республики Коми от 28.02.2007 г. № 7-р/343-р, включает 23 наименования видов минерального сырья. Территориальным балансом запасов учитываются месторождения строительного песка и песчано-гравийных смесей, строительного и облицовочного камня, гипса, карбонатных пород для известкования почв и производства строительной извести, доломита для производства вяжущих материалов, глин кирпичных, керамзитовых и для производства буровых растворов, гипса и торфа.

Наиболее востребованными являются строительные пески и песчано-гравийные смеси. Добытое сырье в основном используется для строительства и содержания автомобильных дорог, нефтегазопроводов, обустройства объектов нефтегазодобычи, промплощадок, производства кирпича (ООО «Ухтинский завод глиняного кирпича»), щебня (ООО «Автодор», ООО «Ухтинский завод строительных материалов»).

На 1 января 2023 г. балансом запасов песков строительных на территории Республики Коми учитываются 515 (в 2018 г. — 458) объектов (месторождений, участков и частей месторождений). Суммарные балансовые запасы по всем объектам, учтенным балансом запасов, по состоянию на 01.01.2023 г., составляют по категориям $A+B+C_1$ — 517 455 (в 2018 — 479 452) тыс. м³ и по категории C_2 — 138 974 тыс. м³. Забалансовые запасы учитываются в объеме 15969 тыс. м³. В распределенном фонде находятся 265 (в 2018 г. — 247) объектов. Их запасы по категориям $A+B+C_1$ составляют 130 513 тыс. м³ (в 2018 г. — 108 333 тыс. м³). Почти половина — 250 объектов находится в нераспределенном фонде. Суммарные балансовые запасы объектов нераспределенного фонда составляют по категориям $A+B+C_1$ — 386 941 тыс. м³.

В последнее время недропользователи высказывают позицию по отработке остаточных запасов месторождений нераспределенного фон-

да по упрощенной схеме. Предприятия заинтересованы в отработке старых заброшенных карьеров, что в свою очередь позволит отработать месторождение полностью с точки зрения рационального пользования недрами, решить вопрос по дальнейшей рекультивации, и обеспечить право населения на благоприятную окружающую среду.

Балансом запасов песчано-гравийной смеси на 1 января 2023 г. на территории Республики Коми учтено 130 объекта (в 2019 г. — 123) (месторождений и участков месторождений). Общие суммарные балансовые запасы на всех объектах составляют по категориям $A+B+C_1$ — 129 013 тыс. м³, в том числе по категории A — 597 тыс. м³, B — 7 128 тыс. м³, C_1 — 121 287 тыс. м³. Балансовые запасы по категории C_2 составляют 37 751 тыс. м³. Кроме того, запасы в количестве 13 944 тыс. м³ учтены в группе забалансовых. 53 объекта находится в распределенном фонде недр на основании действующих лицензий на право пользования недрами. Их запасы по категориям $A+B+C_1$ по состоянию на 1.01.2023 г. составляют 38 053 тыс. м³. Кроме того, запасы в объеме 538 тыс. м³ учитываются как забалансовые. По величине запасов месторождения песков строительных и ПГС, в соответствии с действующей в РФ классификацией запасов, преимущественно являются мелкими (менее 10 млн м³). К ним принадлежат 97 % от общего числа месторождений, но в них сосредоточено лишь 49 % всех учтенных запасов. В распределенном фонде все месторождения относятся к мелким и запасы каждого из них не превышают 5 000 тыс. м³. В целом 92.2 % от общего числа месторождений распределенного фонда имеют утвержденные запасы менее 1500 тыс. м³. В них сосредоточено 67 % запасов распределенного фонда. Они дают 61 % суммарной годовой добычи.

Объемы добычи строительных песков и ПГС остаются на стабильном уровне в районе 2.5–3 млн м³.

По состоянию на 01.01.2023 г. балансом запасов строительного камня учитывается 49 (в 2019 г. — 46) объектов (месторождений и участков месторождений) с запасами категорий $A+B+C_1$ — 391 273 тыс. м³. Из них 24 объекта (49 % запасов) находится в распределенном, а 25 объекта (51 % запасов) — в нераспределенном фонде недр. Структура запасов по составу горных пород: известняки — 36 %, доломиты — 15 %; сланцы — 7 %, песчаники — 7 %, кварциты — 18 %, базальты — 17 %. Следует отметить, что ресурс-

ный потенциал каменных материалов используется недостаточно активно. Высокопрочные кварциты не востребованы из-за транспортной удаленности. Базальты, а также доломиты в совокупности с метаморфическими сланцами могут быть использованы для производства минеральной ваты и находятся в благоприятных транспортно-энергетических условиях.

Отсев от дробления карбонатных пород для производства известковой и доломитовой муки так же не используется.

Неудовлетворительно используется минерально-сырьевой потенциал глинистого сырья. В республике территориальными балансами запасов учитывается 18 месторождений глин для производства кирпича и 10 месторождений для производства керамзита. В настоящее время эксплуатируется Куратовское месторождение кирпичных глин. Ежегодно добывается порядка 54.48 тыс. м³ сырья. Свернутое в прошлые годы производство керамзита, который может использоваться не только в жилищном строительстве, но и в дорожном, при благоустройстве городских территории, в садоводческой деятельности, так и не возобновлено. Вместе с тем объемы гражданского строительства в Республике Коми ежегодно увеличиваются.

Неудовлетворительно используется запасы торфа. Спектр использования торфа достаточно широк, он может использоваться в качестве топлива, химико-технологического сырья, удобрения, подстилочного и изоплитного сырья, субстрата для парниково-тепличного грунта и т.д. Балансом запасов на территории Республики Коми учитываются 463 торфяных месторождения с запасами (при 40 % влажности) 876 363 тыс. т, в том числе промышленные — 349 927 тыс. т, оцененные — 304 277 тыс. т, забалансовые — 222 158 тыс. т. Торф месторождений характеризуется малой степенью разложения. Торфяные залежи, в основном, верхового типа. Средняя зольность торфов до 23 %. Средняя мощность пластов 1.5 и более метров. Наибольшее количество торфяных месторождений сосредоточено в северных районах республики, где природные условия более благоприятны для торфообразования — в Усть-Цилемском, Сосногорском и Усинском районах, наименьшие запасы — в Койгородском и Сысольском. В распределенном фонде недр по Республике Коми находятся 8 месторождений торфа. В 2023 г. добыча велась на 3 месторождениях. Объемы добычи торфа в республике остаются низкими,

варьируются от 3 до 6 тыс. т. Недостаточность освоения торфяных месторождений связана со значительной удаленностью разведанных месторождений от мест наиболее возможного их использования.

Воспроизводство минерально-сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых является и остается важнейшей задачей, позволяющей обеспечить региону решение задач и достижение целей, обозначенных в стратегии социально-экономического развития ре-

гиона, национальных проектах («Образование», «Здравоохранение» «Культура»), которые реализуются в Республике Коми.

В настоящее время количество запасов и прогнозных ресурсов минерального сырья, его разнообразие достаточны для реализации в Республике Коми крупных проектов транспортного и промышленного строительства, таких как железнодорожная магистраль Сосногорск-Индига, а также развития промышленности строительных материалов.

Состояние и перспективы развития регионального геологического изучения Республики Коми

М. А. Шишкин, Т. Н. Зубова, И. В. Вербицкий, Л. Р. Семенова, А. Ю. Вовшина

Институт имени Карпинского, Санкт-Петербург

Региональное геологическое изучение территории России и Республики Коми в настоящее время проводится в трех основных масштабах: 1:2 500 000, 1:1 000 000 и 1:200 000.

Сводное и обзорное картографирование. К настоящему времени на всю территорию России и прилегающие акватории составлены и фактически ведутся в мониторинговом режиме (обновление происходит раз в три года) следующие интерактивные цифровые карты в масштабе 1:2 500 000 в ГИС-формате: геологическая (в том числе, включающая отдельные слои по раннему и позднему докембрию), четвертичных образований, тектоническая (в том числе включающая слои погребенных фундаментов платформ, тектонического районирования поверхности и фундаментов платформ), магматических формаций, регистрационная полезных ископаемых, прогнозно-минералогическая на твердые полезные ископаемые, специализированные карты закономерностей размещения твердых полезных ископаемых (золото-медно-порфирового оруденения, большеобъемных черносланцевых месторождений золота, эпитермальных месторождений золота, Cr, Mn, Ti, V, Be, Li, TR), карта прогноза на нефть и газ, аномального гравитационного поля, аномального магнитного поля. Все карты сопровождаются развернутыми атрибутивными таблицами, карты полезных ископаемых связаны с Государственным кадастром месторождений и сопровождающей базой данных, по объектам полезных ископаемых не входящих ГКМ.

Государственная геологическая карта масштаба 1:1 000 000 в настоящее время составлена и издана на всю территорию Республики Коми (рис. 1), за исключением листа О-39–Ижевск, который захватывает самый юг территории Республики и находится в издании. Все карты издаются в трех вариантах представления: полиграфическом, макет в pdf-формате и единая цифровая модель в ГИС-формате. В состав комплектов в качестве обязательных входят: геологическая карта доплиоценовых (дочетвертичных) образований, регистрационная карта полезных ископаемых, карта закономерностей

размещения и прогноза полезных ископаемых (прогнозно-минералогическая), карта прогноза на нефть и газ, карта (плиоцен)-четвертичных образований (в комплектах, изданных до 2007 г. КЧО представлена только в ГИС-проектах в составе единой цифровой модели). Все изданные комплекты размещены на сайте ФГБУ ВСЕГЕИ: https://vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/.

Мониторинг государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 территории Российской Федерации и ее континентального шельфа новый вид работ, который проводится по блокам серийных легенд и предусматривает актуализацию ранее изданных карт (геологической, регистрационной, закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых, карты прогноза на нефть и газ, (плиоцен)-четвертичных образований) и объяснительных записок, на основе проведенных после издания работ по ГДП-200, увязку отдельных листов ГК-1000/3 в единое покрытие, включение их в единую геолого-картографическую модель (ЕГКМ) территории РФ, полную увязку с ГКМ и Государственным балансом, включение в всех сведений по полезным ископаемым по-

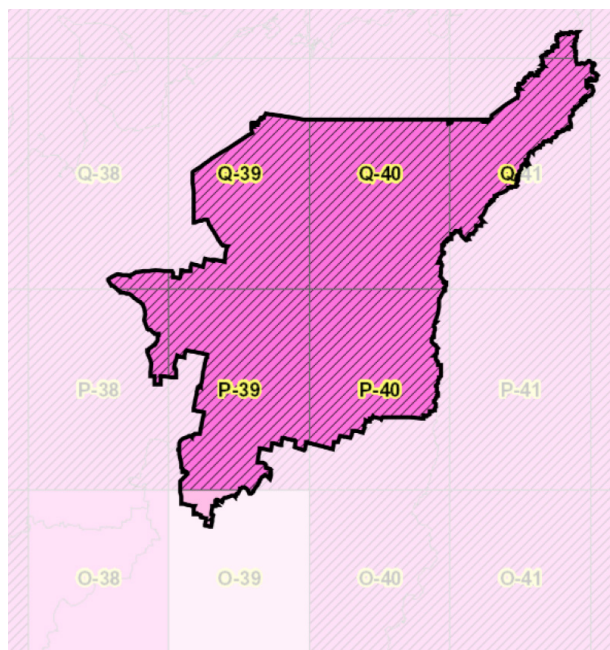


Рис. 1

лученных по итогам работ м-ба 1:200 000 централизованную базу по полезным ископаемым, увязкой с едиными базами стратотипов, петротипов и фактического материала. Листы, прошедшие подготовительный этап мониторинга и включенные в ЕГКМ, показаны на рис. 2.

Государственная геологическая карта м-ба 1:200 000. Территория Республики Коми в основном закрыта (за исключение некоторых листов) Государственными геологическими картами м-ба 1:200 000 первого издания (рис.3). Вся база изданных карт (в том числе объяснительные записки) доступна в растровом формате на сайте ФГБУ ВСЕГЕИ: <https://www.vsegei.ru/ru/gisatlas/ggk/webmapget/>. Практически на всех более или менее перспективных в отношении полезных ископаемых площадях на территории Республики Коми проведены работы по ГДП-200, по их итогам подготовлены современные Государственные геологические карты м-ба 1:200 000, большая часть которых уже издана в электронном виде в двух форматах представления (макета в pdf и интерактивных электронных карт) и размещена на сайте ФГБУ ВСЕГЕИ: https://www.vsegei.ru/ru/info/pub_ggk200-2/; <https://geo.mfvsegei.ru/200k/>.

В составе всех комплектов: геологическая карта доплиоценовых (дочетвертичных) образований, карта закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых, карта (плиоцен) четвертичных образований.

Неизученными остались слабо обнаженные территории с платформенным отложением, мало перспективные на полезные ископаемые, а также часть Печоро-Илычского заповедника и Национального парка Югыд-Ва, постановка ГСР-200 на которых экономически нецелесообразна.

Все работы по ГСР-200 в Республике Коми проводит Сыктывкарский сектор ФГБУ ВСЕГЕИ, который с учетом имеющегося состава специалистов может вести ежегодно не более двух площадей. Программа работ до 2025 г. обеспечивает их загрузку. В дальнейшем определенный интерес могут представлять только листы на границе с Пермским краем и Кировской областью.

Дальнейшее развитие региональных работ в России и возможно в Республике Коми, нами связывается с возвращением к м-бу 1:50 000 (1:25 000) в формате геолого-минералогического картирования (ГМК-50 (25)), которое предполагается проводить на наиболее перспективных площадях ранга рудных узлов с оцененными ресурсами категории P_3 , с целью локализации рудных полей (потенциальных месторождений) с прогнозными ресурсами P_2 для последующего лицензирования и проведения поисково-оценочных работ уже за счет средств недропользователей.

Также в связи с новой редакцией закона о недрах Роснедрами предполагается возможность выполнения региональных работ м-ба 1:50 000

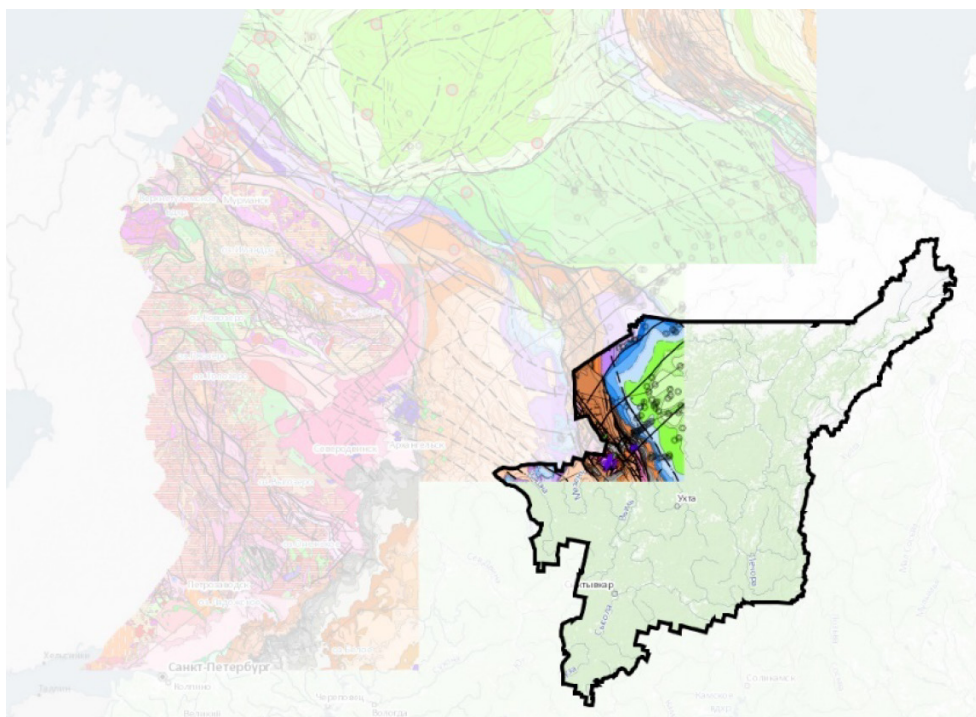


Рис. 2

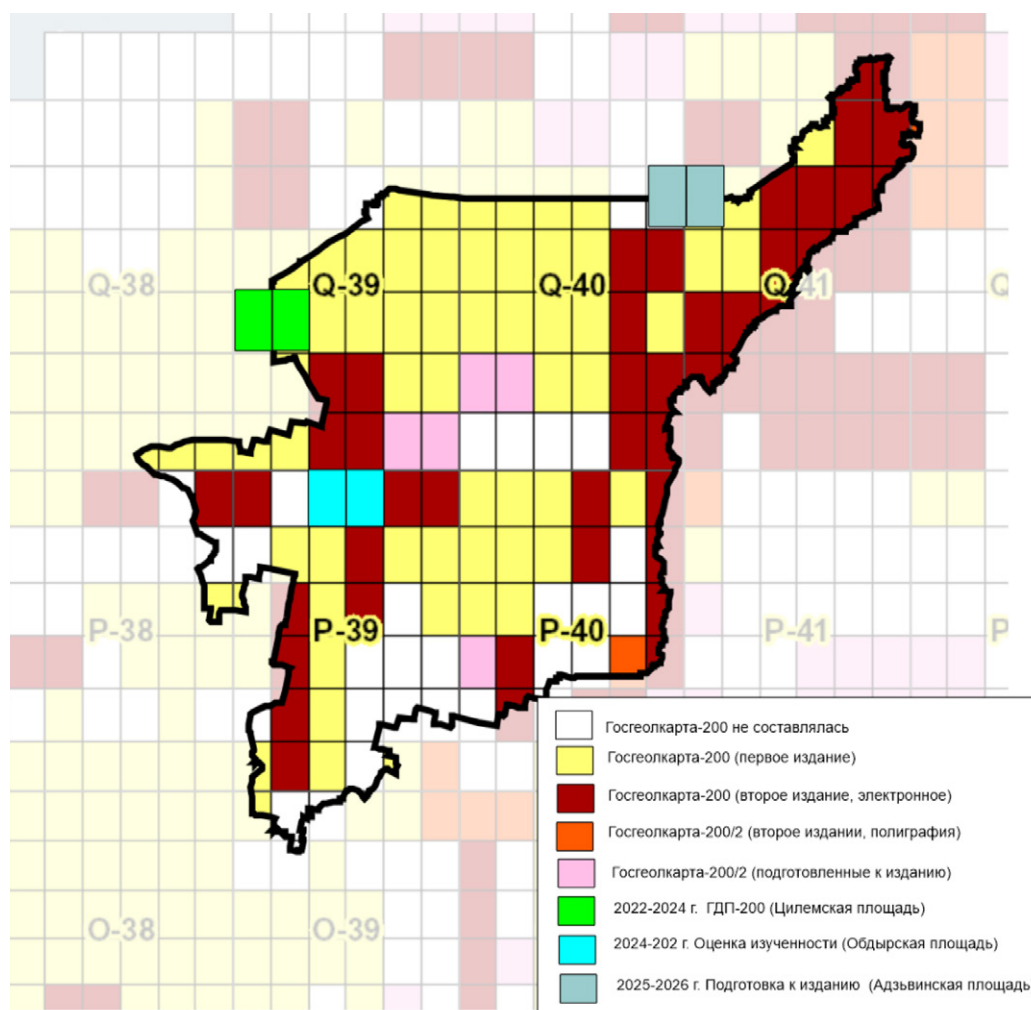


Рис. 3

(1:25 000) за счет средств недропользователей или в софинансировании с бюджетом.

Однако, к сожалению, необходимо констатировать, что все наиболее перспективные в отношении выявления дефицитных видов полезных ископаемых площади с прогнозными ресурсами P_3 в Республике Коми находятся на территории Национального парка Югыд-Ва, либо уже залицензированы.

С дополнительной информацией о других видах и масштабах региональной изученности в том числе геохимической, геофизической и др. Республики Коми и Российской Федерации можно ознакомиться на сайте Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского: <https://www.vsegei.ru/ru/info/ggk/izuchennost/>

Минерально-сырьевые ресурсы в социально-экономическом развитии Республики Коми

И. Н. Бурцев, С. К. Кузнецов, Д. С. Кузнецов

ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Республика Коми располагает внушительной минерально-сырьевой базой. Имеются запасы и ресурсы нефти, газа, угля, титановых и марганцевых руд, бокситов, золота, баритов, высококачественного жильного кварца, натриевых и калийно-магниевых солей, строительных материалов, подземных вод и других полезных ископаемых. Ведется масштабная разработка месторождений нефти и газа, угля, бокситов. Вместе с этим, вопросы использования имеющегося сырьевого потенциала в социально-экономическом развитии региона, в том числе арктических районов, являются весьма актуальными и обсуждаются во многих работах (Лаженцев, 2007, 2020; Бурый и др., 2013; Кузнецов, 2017; Бурцева и др., 2022; и др.).

Валовой региональный продукт (ВРП) в 2021 г. составил 875 млрд руб., из них доля добычи полезных ископаемых — 410 млрд руб., что составляет 46.9 % и существенно выше доли обрабатывающих производств и других видов деятельности (рис. 1). Следует отметить, что в течение последних лет доля добычи полезных ископаемых в ВРП региона растет быстрее, чем в целом ВРП. При этом, ведущую роль играют добыча нефти и газа. Валовая добавленная стоимость от добычи полезных ископаемых в расчете на одного работающего намного выше, чем в других отраслях экономики и в целом по региону. В 2021 г. эта величина в добыче полезных

ископаемых составила 18.7, а по региону в целом — 2.32 млн руб.

В добыче полезных ископаемых в регионе занято около 170 хозяйствующих субъектов, из них 59 в поисках, разведке и добыче углеводородного сырья. Индекс промышленного производства в добыче полезных ископаемых с 2020 г. понижается, хотя в добыче нефти и газа в 2021 г. произошло его увеличение. Динамика инвестиций в основной капитал в добыче полезных ископаемых характеризуется заметным снижением с 63 млрд руб в 2018 г. до 48 млрд руб в 2022 г., в том числе за счет сокращения инвестиций в добыче сырой нефти и природного газа.

Среднегодовая численность занятых в регионе постепенно снижается и в 2022 году составила 368.9 тыс. чел., из них в добыче полезных ископаемых занято порядка 22 тыс. человек или около 6%. Можно заметить, что в действительности количество занятых в добыче полезных ископаемых, вероятно, значительно выше в связи с широко используемым вахтовым методом организации труда (сведения о количестве вахтовых работников отсутствуют в материалах государственной статистики). Заработная плата работников в добыче полезных ископаемых превышает среднюю заработную плату в регионе в 1.5–2 раза. Так, в 2022 г. среднемесячная заработная плата по Республике Коми состав-



Рис. 1. Структура валового регионального продукта Республики Коми в 2021 г.

ляла 68.8 тыс. руб., а в добыче полезных ископаемых — 121.8 тыс. руб.

Общая сумма **налогов, сборов и платежей**, собираемых в Республике Коми и поступающих в бюджетную систему РФ, стабильно растет (закономерно сократившись, как и все ранее рассмотренные показатели в 2020 году). В 2019 г. сумма поступлений составила 244.7 млрд руб, в 2020 г. — 176.4 млрд руб, в 2021 г. — 371.5 млрд руб, в 2022 г. — 526.6 млрд руб (рис. 2). Подавляющая часть налогов, сборов и платежей в регионе выплачивается горнодобывающими предприятиями, в частности, в 2022 г. выплачено 457.9 млрд руб (78 % от общей суммы налогов, сборов и платежей). Превалирует налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ) — 355.5 млрд руб, что составляет 60 % от общей суммы налогов, сборов и платежей. В основном это НДПИ на добычу нефти и газа — 352.2 млрд руб.

Величина налогов, поступающих в консолидированный бюджет Республики Коми, выросла с 86.6 млрд руб в 2018 г. до 121.8 млрд руб в 2022 г. Основной объем налоговых доходов консолидированного бюджета региона (около 96%) обеспечивается налогами на прибыль и имущество организаций, на доходы физических лиц, акцизами по подакцизным товарам, производимым на территории Российской Федерации (рис. 2). Следует заметить что налог на добычу полезных ископаемых составляет 0.88 млрд руб. Горнодобывающими предприятиями по примерным расчетам в 2022 г. уплачено 13.8 млрд руб или 11.34 % поступлений в консолидированный бюджет Республики Коми, из них налог на прибыль — 5.57 млрд руб, налог на доходы физических лиц — 4.0 млрд руб, налог на имущество предприятий — 4.24 млрд руб. Налог на

добычу полезных ископаемых составляет 0.88 млрд руб. Кроме того, выполняются договоры о социальном партнерстве, предусматривающие участие недропользователей в финансировании и реализации конкретных социально значимых проектов.

В добыче полезных ископаемых задействована обширная производственная инфраструктура, включая нефтяные промыслы, угольные шахты, карьеры, горнообогатительные предприятия, транспорт и другие необходимые составляющие. На Ухтинском НПЗ (ООО «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка») ведется переработка нефти, действует Сосногорский газоперерабатывающий завод (филиал ООО «Газпром переработка»). С добычей полезных ископаемых связан целый ряд других видов экономической деятельности, в частности, энергетика, строительство и производство строительных материалов, водоснабжение, железнодорожные и автомобильные грузоперевозки, трубопроводный транспорт.

Вместе с этим, существует целый ряд проблем и негативных тенденций, касающихся социально-экономического развития региона. Продолжается отток населения, в том числе трудоспособного, остаются неблагоприятными перспективы угольных моногородов, не растут реальные располагаемые доходы населения, относительно низок уровень жизни. Несмотря на значительный объем собираемых налогов, сборов и платежей (в основном за счет добычи полезных ископаемых), республика относится к субъектам РФ, которым при выравнивании бюджетной обеспеченности выделяются безвозвратные дотации.

Конечно, принимаемые на государственном уровне решения способствуют социально-

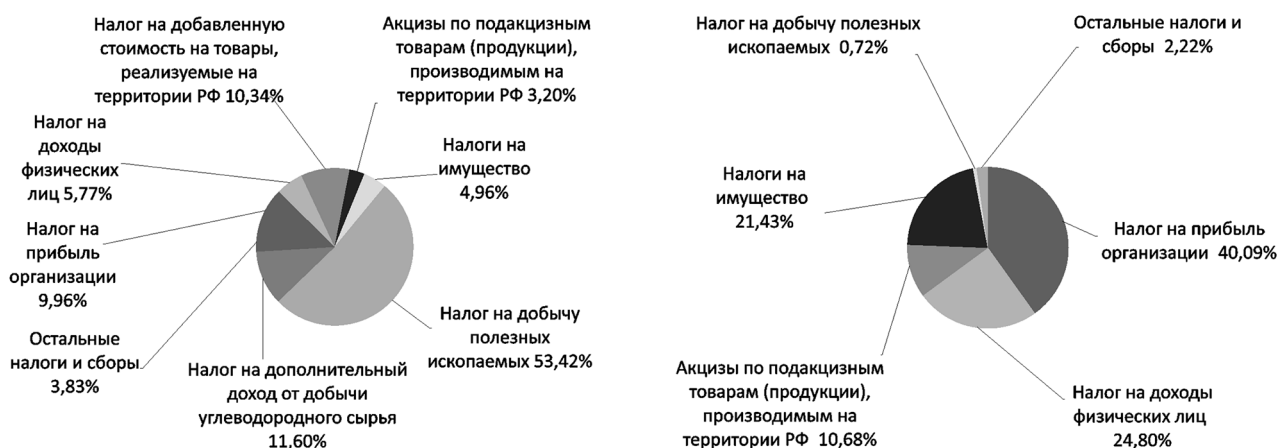


Рис. 2. Структура налоговых поступлений в консолидированный бюджет РФ (слева) и бюджет РК (справа) в 2022 году

экономическому развитию северных регионов. При этом освоение минерально-сырьевых ресурсов является ключевым фактором развития, поскольку иные ресурсы ограничены, а неблагоприятные климатические условия и транспортная удаленность препятствуют ведению хозяйственной деятельности, снижают рентабельность производств.

Для повышения роли минерально-сырьевого потенциала в социально-экономическом развитии региона большое значение имеет дальнейшее наращивание промышленных запасов и объемов добычи различных полезных ископаемых. Необходим поиск возможностей вовлечения в эксплуатацию уже разведанных месторождений угля (Усинское, Сейдинское), железомарганцевых руд (Парнокское), титановых руд (Ярегское и Пижемское), высококачественного жильного кварца (Желанное), калийно-магниевых солей (Якшинское), золота (Чудное), баритов (Хойлинское), создание новых перерабатывающих предприятий. Кроме того, заслуживают внимания вопросы, касающиеся корректировки распределения экономических выгод, получаемых при разработке месторождений, между федеральным центром, недропользователями и регионом, расширения полномочий и повышения ответственности региональной власти в управлении недропользованием. Следует отметить и то, что при неизбежном истощении

в перспективе минерально-сырьевых ресурсов необходимо принятие мер по диверсификации экономики и развитию ее альтернативных, в том числе, несырьевых отраслей.

Литература

1. Бурцева И. Г., Тихонова Т. В., Бурцев И. Н. Экономическая оценка минерально-сырьевого потенциала арктических территорий Республики Коми // Арктика: экология и экономика, т. 12, № 1, 2022, с. 87–96
2. Бурый О. В., Калинина А. А., Луканичева В. П. Роль топливного сектора субарктических районов в экономике Республики Коми / Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 5(29). С. 65–76.
3. Кузнецов Д. С. Общественные выгоды и издержки при освоении минерально-сырьевых ресурсов северных территорий (Республика Коми) // Проблемы развития территории. 2017. № 6 (92). С. 68–82.
4. Лаженцев В. Н. О диверсификации экономической специализации Республики Коми // ЭКО, 2020, № 12. С. 8–37
5. Лаженцев В. Н. Север России и региональные проблемы сырьевого сектора экономики [Текст] / В. Н. Лаженцев // Горный журнал. 2007. № 3. С. 4–10.
6. Статистический ежегодник Республики Коми / Комистат, Сыктывкар, 2023. 328 с.

Состояние и перспективы угледобывающей отрасли Республики Коми

А. П. Шипунов

«Группа разведочных работ», Воркута

1. История открытия и освоения Печорского угольного бассейна

— обобщив имеющиеся геологические данные и результаты поисковых работ, А. А. Чернов делает прогноз наличия громадного каменноугольного бассейна, названного им Печорским — 1924 г.;

— открытие Воркутского угольного месторождения геологом Г.А. Черновым — 1930 г.;

— пробурена первая разведочная скважина — октябрь 1931 г.;

— заложена первая угольная шахта — 1932 г.;

— шахта выдала «на гора» первый промышленный уголь — сентябрь 1934 г.;

— построена узкоколейная дорога протяженностью 64 км от пос. Рудник до пристани Усть-Вом на судоходной реке Уса — 1934 г.;

— принято решение о строительстве ж/д Котлас–Кожва–Воркута — октябрь 1937 г.;

— открыто движение на участке Котлас–Кожва 727 км — 25 декабря 1940 г.;

— открыто движение на участке Кожва–Воркута 458 км — декабрь 1941 г.

Всего за четыре года было построено 1 185 км железной дороги в тяжелейших условиях Крайнего Севера и Арктики. Такие темпы строительства трудно вообразить даже в нынешнее время.

2. Объемы угледобычи

Строительство шахт, начатое в военные годы, активно продолжалось после окончания войны. Добыча угля возрастала из года в год:

— 1945 г. — 3 млн т;

— 1955 г. — 14 млн т;

— 1967 г. — 20 млн т

— 1988 г. — максимум угледобычи в 28 млн т, в том числе 20 млн т воркутинского коксующегося угля.

С 1991 г. началось резкое снижение добычи и закрытие шахт. По Воркутинскому району добыча коксующегося угля к 2000-му году снизилась до 10 млн т и продолжает падать все последующие годы. С приходом в Печорский бассейн ПАО «Северсталь» и до трагедии на шахте «Северная» в феврале 2016 г. добыча угля стаби-

лизировалась на уровне 8 млн т в год. После затопления горных выработок шахты «Северная» годовая добыча угля АО «Воркутауголь» уменьшилась до 6 млн т.

3. Результаты работы в угольной промышленности Воркуты ПАО «Северсталь»

В 2003 г. контрольный пакет акций АО «Воркутауголь» приобрел за 850 млн руб. частный инвестор — ОАО (в настоящее время ПАО) «Северсталь».

3.1. Положительные моменты работы «Северстали»:

— быстрое решение многих социальных вопросов: своевременная выплата зарплаты, культура производства (СИЗы, бытовые условия, транспорт). Дисциплина: вывели на поверхность и уволили наркоманов и пьяниц, а заодно и многочисленных регрессников. Установили алкотестеры на проходных всех предприятий. Покончили с воровством;

— финансирование непосредственно горного производства было достаточным для поддержания имеющегося уровня добычи, **даже несмотря на убыточность производства.** Цена угольной составляющей в конечном продукте «Северстали», а это тысячи наименований металлопродукции, составляет 5–7 %. Убытки угольной отрасли с лихвой перекрывались выпускаемой «Северсталью» продукцией.

При владении угольной отраслью Воркуты частным инвестором в лице «Северстали» можно было быть уверенным, что шахты Воркуты доработают до 1935 г., т. е. до полного погашения запасов угля.

3.2. Недоработки планирования и слабая организация процесса горных работ:

— игнорирование горно-геологической науки и геологоразведки, ликвидация Печоруглеразведки и Печорпроекта. Пренебрежительное отношение к мнению специалистов по безопасности горных работ (в частности — вентиляции горных выработок). Создание необоснованных авантюрных проектов (проект объединения 4-х шахт Воркутского месторождения). Все названное приводило к огромным экономическим по-

терям (многие миллиарды, даже десятки млрд. рублей) и печальным трагическим событиям (взрыв на шахте «Северная»);

— низкая организация производственного процесса и низкая производительность труда. Примеры — шахта «Воргашорская», бригада проходчиков А. М. Сахарова в 1980-е годы строила по 1000 м подготовительных горных выработок в месяц. В настоящее время хорошим достижением на бригаду считается объемом 200–250 м. Неподготовленность лав и длительные простои шахт (до полугода) по добыче. Шахта «Воргашорская» давала объем добычи угля 6 млн т в год, что существенно больше, чем 4 шахты вместе с «Воргашорской» в настоящее время;

— недоработки с организацией вентиляции приводит к резкому снижению производительности на добыче и опасным условиям работы. Так в еще в 1990-х годах прошлого столетия были пройдены вертикальные вентиляционные стволы на шахте «Воргашорская» (550 м) и в центре Воркутской мульды (около 900 м). До настоящего времени они не оснащены соответствующим оборудованием и не введены в эксплуатацию. Без названных стволов невозможно отработка остаточных запасов угля поля затопленной шахты «Северная» со стороны шахты «Комсомольская». Сильно затруднена и даже невозможна отработка запасов угля на нижних (глубоких) горизонтах шахтой «Воргашорская», т. е. перспективы работы шахты ограничиваются по срокам.

4. Продажа акций АО «Воркутауголь» Группе компаний «Русская энергия»

В апреле 2022 г. завершена сделка по продаже акций АО «Воркутауголь» за 15 млрд. руб Группе компаний «Русская энергия» (Р. В. Троценко). Данная сделка усугубила положение АО «Воркутауголь» и перспективы его работы. Для нового инвестора добываемый шахтами уголь является конечной продукцией, от которой инвестор получает прибыль, или ничем не компенсируемые убытки. Последнее противоречит **основному принципу частной собственности**. Дело в том, что безубыточно добывать уголь на глубоких (+/- 1000 м) шахтах Воркуты при сложнейших горно-геологических условиях практически невозможно. Для примера: при очистных работах по угольному пласту одинаковой мощности производительность лавы на глубине 1000 м (шахты «Комсомольская» и «Воркутинская»

Воркутского месторождения) в 3–4 раз меньше, чем при отработке на глубине 400–500 м (шахта «Воргашорская»). При попытках экономить на всем и вся с целью выхода на безубыточную работу снижается объем добычи угля. Получается замкнутый круг: при возрастающей экономии финансов, направляемых на производство, снижается объем продукции и увеличиваются убытки. С приходом нового владельца «Русская энергия» добыча угля резко снизилась и составила в 2023 г. всего **4.1 млн т**. Это уровень добычи угля первых послевоенных лет. В конце 2023 г. проведена новая сделка по продаже угольного актива АО «Воркутауголь». В целом, это может еще больше усугубить финансовое положение АО «Воркутауголь».

5. Перспективы сохранения угледобычи в Печорском бассейне

В долгосрочной перспективе сохранить объем годовой добычи угля в Печорском бассейне на уровне 7–8 млн т возможно только путем ввода в эксплуатацию новых шахт:

— Усинская № 1 на мощность 4.5 млн т;

— Шахта № 33 Воркутского месторождения на мощность 1.8 млн т.

Дополнительно — лицензирование запасов коксующихся углей марки Ж на глубоких горизонтах для шахты «Воргашорская». Следует отметить, что горные работы на глубоких горизонтах шахты «Воргашорская» возможны только при вводе в эксплуатацию пройденного в 1990-е годы вентиляционного ствола № 2.

Строительство новых шахт по времени занимает около 10 лет. Наступил «момент истины». Если не приступить к строительству в ближайшее время, то полное завершение угледобычи в бассейне наступит через 10 лет, а скорее всего раньше. При резком увеличении убыточности угольного производства срок работы действующих шахт может быть значительно уменьшен. И это наиболее вероятный вариант.

ПАО «Северсталь», получив лицензию на разведку и добычу угля на поле шахты Усинская № 1, выполнило в различных вариантах проект строительства шахты. Выводы неудовлетворительные. Даже по лучшему варианту срок окупаемости проекта составляет 15–20 лет. Строительство первой очереди шахты оценивается в 40 млрд. руб. Проект строительства шахты при таких параметрах не принят к исполнению.

Строительство шахты Усинская № 1 другими инвесторами даже при государственных преференциях в виде отмены налогов не реально.

6. Перспективы г. Воркуты в случае закрытия угольных шахт

— *Воркута* — *форпост* освоения углеводородных месторождений Ямала и шельфа северных морей. Наличие железной дороги и авиасообщения. Автомобильная дорога круглогодичного использования вдоль магистрального газопровода Бованенково-Ухта от Воркуты до Байдарацкой губы для обслуживания инфраструктуры газопровода.

— *Военная инфраструктура*: аэродром «подскока» для стратегической авиации, радиоло-

кационная станция «Воронеж-СМ», подразделения космических войск.

— *Энергетика*: ТЭЦ-2, ЛЭП 220 кВ Печора-Инта-Воркута. Все для обеспечения объектов Газпрома. ЦВК на газовом топливе.

— *Объекты Газпрома*: служебные, складские и производственные помещения и площадки.

— *Сельское хозяйство*: Оленьсовхоз с базой в Воркуте.

— *Медицина*: полный комплекс медицинских учреждений.

— *Городская инфраструктура*: жилые, дома, школы, детские сады и т.д.

Цифровая тектоническая карта северо-востока Европейской части России масштаба 1:2 500 000

М. А. Шишкин, Г. А. Бабин, Л. Р. Семенова, А. Ю. Вовшина

Институт Карпинского, Санкт-Петербург

Тектоническая карта северо-востока европейской части России масштаба 1:2 500 000 представляет собой фрагмент цифровой тектонической карты России и прилегающих акваторий, составление которой завершено ФГБУ ВСЕГЕИ в 2023 г.

Цифровая тектоническая карта России и прилегающих акваторий масштаба 1:2 500 000 (ТК-2500) представляет собой ГИС-проект и состоит из серии согласованных между собой тематических слоев:

- тектонической карты поверхности;
- тектонической карты перекрытых фундаментом платформ;
- схемы тектонического районирования поверхности;
- схемы тектонического районирования перекрытых фундаментом платформ;
- единой легенды.

Тектоническая карта поверхности и фундаментов платформ составлена на геодинамической основе. Это подразумевает, что за основу цветовой раскраски карты принят цвет обстановок формирования геодинамических комплексов, как для складчатых областей, так и для платформ и современных океанов. Дополнительно крапом показаны характерные (диагностические) геологические формации, уточняющие состав комплексов (рис. 1). Все элементы карты сопровождаются атрибутивными данными, позволяющими интерактивно получать информацию об их геодинамической природе (рис. 2).

В качестве геологической основы для составления ТК-2500 использована Геологическая карта России и прилегающих акваторий м-ба 1:2 500 000 (ГК-2500) по состоянию на 2020 г., ведущаяся в ФГБУ ВСЕГЕИ под редакцией С.И. Стрельникова в мониторинговом режиме. Технология составления ТК-2500 не предусматривала изменения контуров геологических тел. Проводилась лишь частичная генерализация путем объединения площадных объектов с одинаковыми атрибутами и редактирование разрывной тектоники. Процесс составления карты заключался в придании тектонических атрибутов

контурам геологических тел и другим элементам ГК-2500 в соответствии с легендой к тектонической карте. Таким образом достигалась неразрывная связь геологической и тектонической карт, что обеспечит и в дальнейшем их совместное и согласованное редактирование.

Легенда к Тектонической карте состоит из двух частей.

Блок 1 отображения геодинамических (литодинамических) комплексов содержит структурированный перечень литодинамических комплексов, которые сгруппированы по типам геодинамических обстановок (островодужные, коллизионные, внутриплитные и другие), и соответствующие им цветовую шкалу и индексы. Возраст комплексов отражен оттенками цвета и обозначен индексами.

Блок 2 геологических формаций легенды включает средства отображения вещественного состава литодинамических комплексов, представлен литологическим крапом вулканических, осадочных, плутонических и метаморфических формаций-индикаторов, характерных (диагностических) для тех или иных геодинамических обстановок.

Схемы тектонического районирования поверхности и погребенных фундаментов платформ (рис. 3) носят интегральный характер, и обеспечивают показ современной делимости земной коры на структуры разного ранга. Выделено несколько типов тектонических структур, отличающихся спецификой тектонического районирования:

- орогенные пояса и складчатые фундаменты молодых платформ;
- кристаллические фундаменты древних платформ (кратонов);
- осадочные чехлы (плиты) платформ, континентальных шельфов, океанических поднятий (микроконтинентов) и депрессий, наложенных эпиконтинентальных прогибов и впадин;
- вулканоплутонические и рифтогенные слабодеформированные пояса, наложенные на континентальную окраину, и современные островодужные системы;
- плиты с океанической корой.

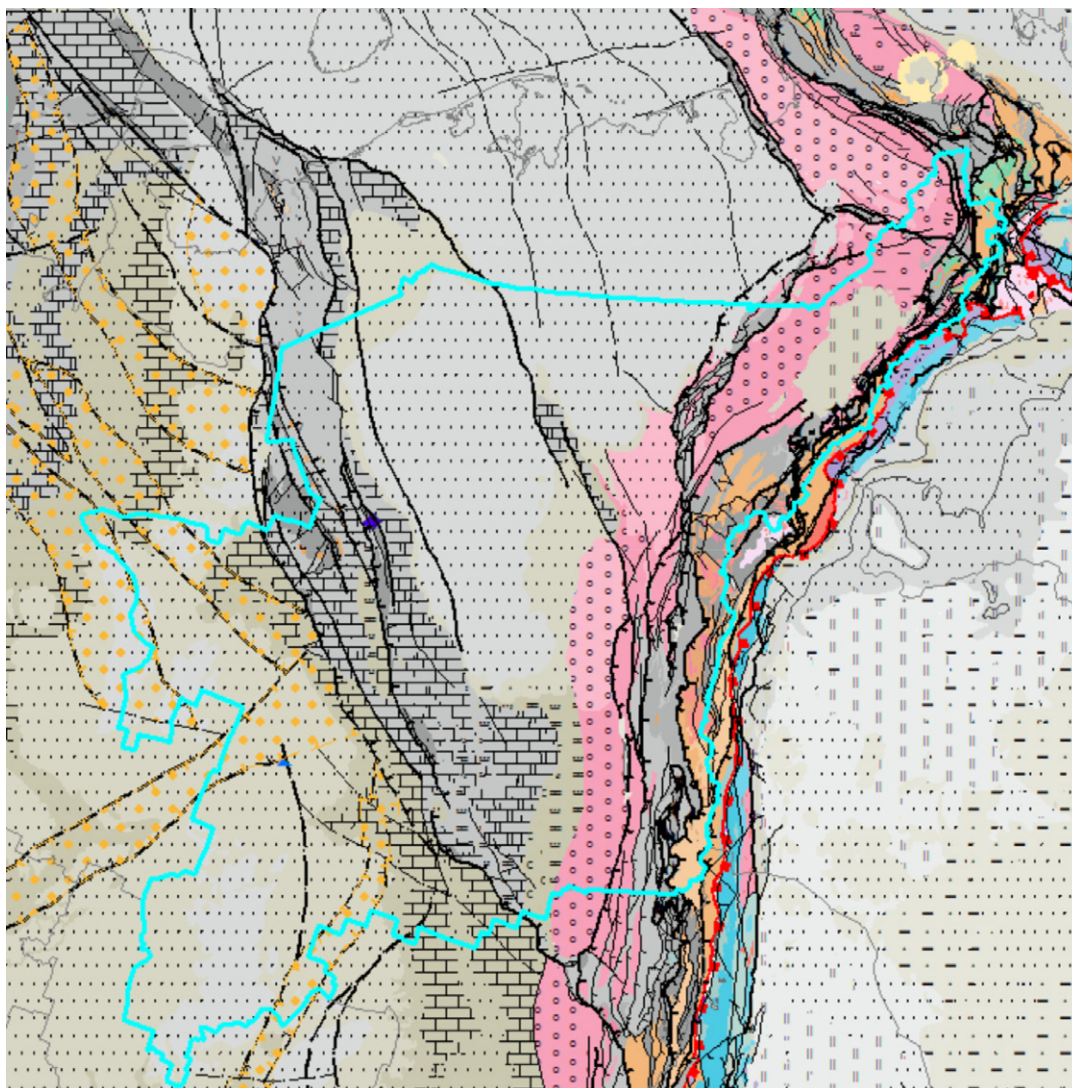


Рис. 1. Фрагмент тектонической карты северо-восточной части Европейской России

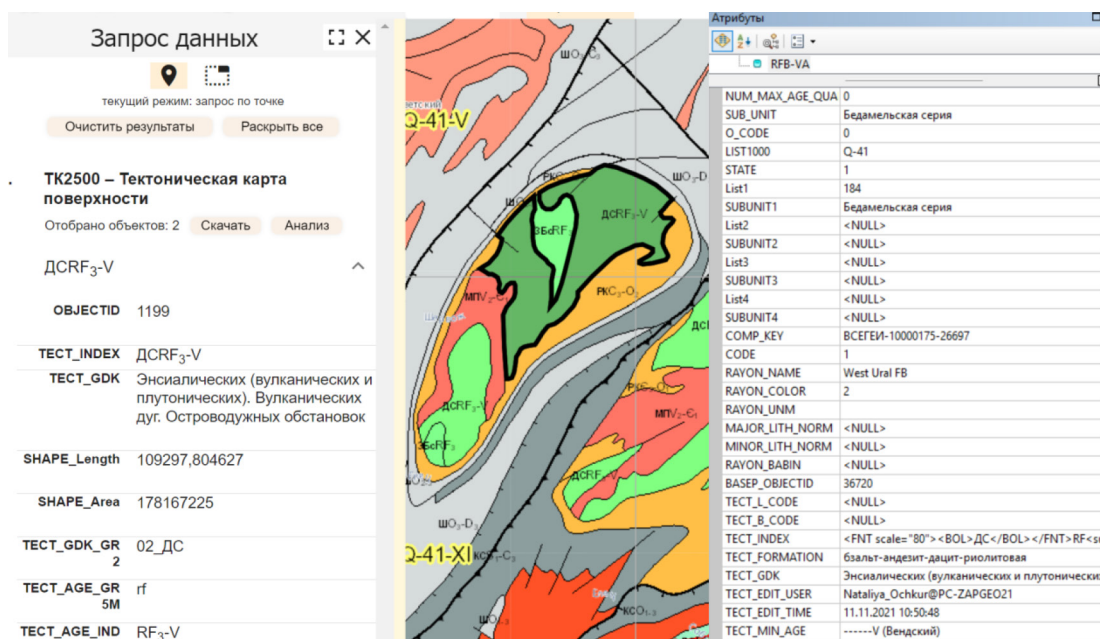


Рис. 2. Вид атрибутивных таблиц для полярно-уральского фрагмента тектонической карты поверхности — сокращенный (слева) и полный (справа)

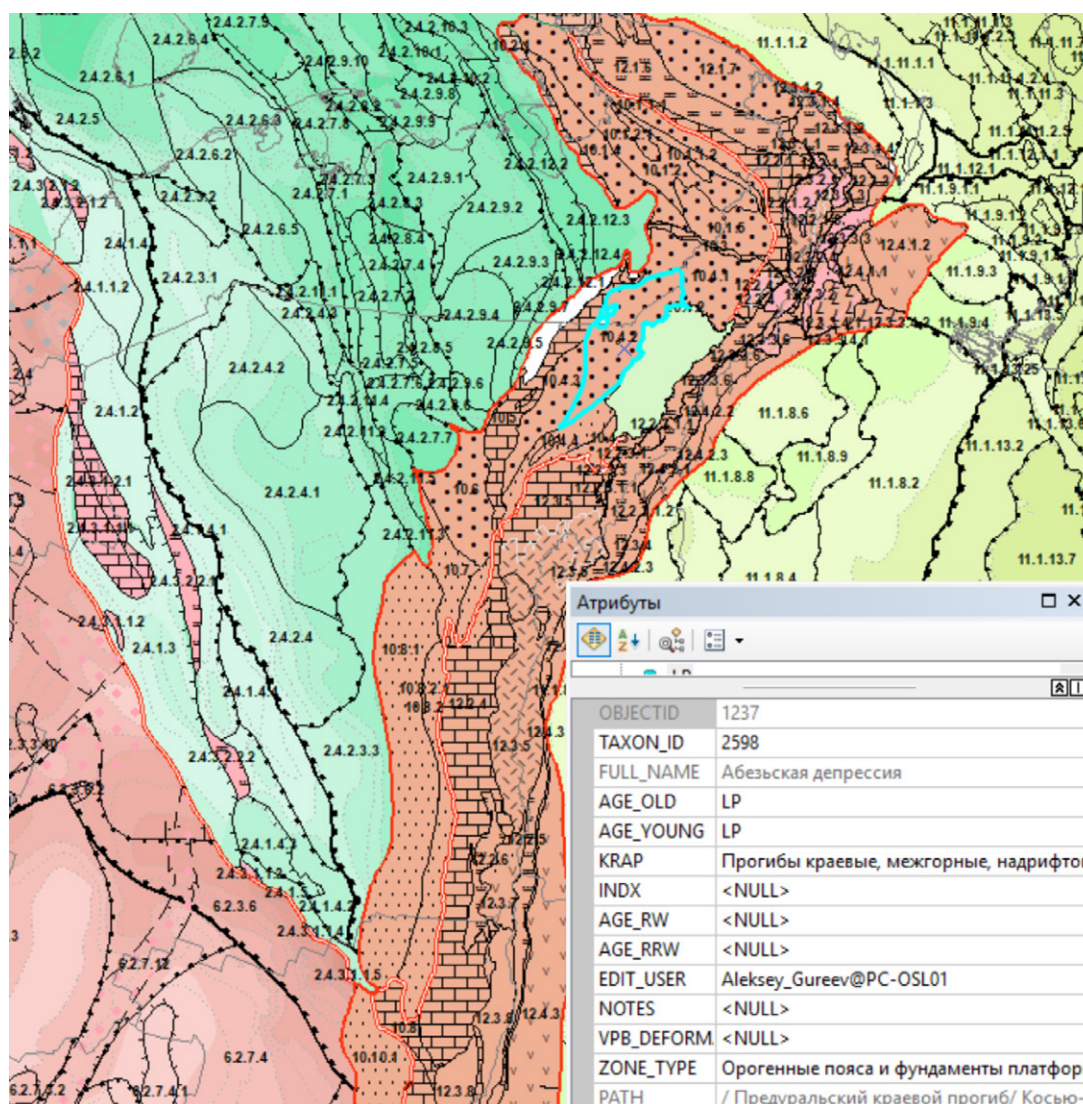


Рис. 3. Фрагмент схемы тектонического районирования северо-востока Европейской части России

Для орогенных поясов, складчатых и кристаллических фундаментов платформ выделение главных единиц районирования проведено по возрасту консолидации (времени формирования консолидированной континентальной коры), соотносённому с основными эпохами и фазами тектогенеза. Принадлежность к эпохам и фазам отображается цветом и индексом в соответствии с принятой возрастной шкалой.

Цвет осадочных чехлов платформ, континентальных шельфов, эпиконтинентальных прогибов и впадин отвечает времени начала их формирования.

При составлении схемы тектонического районирования авторы придерживались ие-

рархического принципа с разделением структур по рангам на глобальные, трансрегиональные, региональные, территориальные и локальные, которые разнесены по разным слоям цифровой модели, что позволяет отразить все уровни районирования. При этом максимально использованы исторически сложившиеся названия структур. Все объекты схем сопровождаются иерархической атрибутикой.

Более детально с комплектом цифровой версии Тектонической карты России можно ознакомиться в составе ВЕБ ГИС «Цифровой двойник недр России» на сайте Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского: <https://www.vsegei.ru/ru/gisatlas/web-gisatlas/>

Особенности формирования алмазоносных парагенезисов литосферной мантии восточной окраины Русской платформы

Д. А. Зедгенизов, Н. В. Губанов, А. М. Логвинова

ИГТ УрО РАН, Екатеринбург

Известно, что первый алмаз в России был обнаружен в 1829 году в аллювии на западном склоне Центрального Урала. Спустя более ста лет возрастающий интерес привел к промышленной разработке и подробному изучению этих аллювиальных отложений. Несмотря на это, все известные проявления алмазов данного региона относятся к россыпям, коренные источники которых до сих пор не были обнаружены. В связи с невозможностью прямого изучения алмазоносных пород необходимо использовать дополнительные источники информации, позволяющие получить представление об алмазоносных субстратах, составе среды кристаллизации алмазов, а также о возрасте внедрения и типе их транспортирующих расплавов.

Ранее было показано, что цирконы из россыпей Красновишерского района по своим люминесцентным характеристикам не похожи на имеющиеся образцы из других кимберлитовых полей, однако имеют некоторое сходство с лампроитовыми кристаллами [1]. Детальные геохимические исследования таких цирконов, изучение распределения РЗЭ и датирование предоставляют ценную информацию об их родительских породах. Таким образом, можно утверждать, что цирконы, присутствующие в россыпях, могут относиться к щелочно-ультраосновным породам, ответственным за вынос алмазов на поверхность, и потенциально содержат информацию о времени внедрения, что может локализовать область поиска коренных месторождений и/или указать на связь с конкретными геодинамическими событиями на Урале. Эта проблема является актуальной в связи с редкими находками других характерных для кимберлитов минералов-спутников в этих же россыпях: высокохромистых субкальциевых пироп-альмандиновых гранатов, хромшпинелидов и пикроильменитов [2].

Алмазы из россыпей Урала обладают уникальными особенностями по сравнению с алмазами из кимберлитовых и лампроитовых месторождений, но имеют ряд схожих характеристик с алмазами из россыпей северо-востока Сибирской платформы [3]. Подавляющая часть

кристаллов (>80%) характеризуется кривогранно-округлой морфологией (так называемые додекаэдровиды «уральского» или «бразильского» типа), свидетельствующей о значительной степени их растворения [4]. В россыпях Урала также нередко встречаются алмазы кубического габитуса II и III минералогических разновидностей по классификации Ю. Л. Орлова (1984) [5]. Для значительного количества алмазов из россыпей Урала характерны признаки пластической деформации. По характеристикам дефектно-примесного состава были выделены три группы таких кристаллов, отражающие соответствующие особенности термальной эволюции их материнского источника [6]: (i) средне- и высокоазотные с низкой агрегацией азота (%B1) и доминирующими дефектами N3 и 490.7 нм в спектрах фотolumинесценции (ФЛ); (ii) средне- и высокоазотные с высокой агрегацией и преобладанием дефектов N3 в спектрах ФЛ; (iii) низкоазотные с низкой агрегацией и доминирующими дефектами S1 в спектрах ФЛ. Полученные данные указывают на то, что отжиг при более высоких температурах ответственен за возникновение N₃V центров в высокоагрегированных алмазах. Низкая агрегация %B1 и содержание азота связаны с наличием геттера азота (предположительно титана) в составе S1 центра. Интенсивная коричневая окраска проявляется в группе алмазов с доминирующими системами A, N3 и 490.7 нм, что указывает на возможную взаимосвязь азота и соответствующего оптического поглощения.

Исследования минеральных включений в уральских алмазах позволили выявить важные индикаторы состава их материнских субстратов и условий кристаллизации. В более чем 80% случаев включения представлены омфацитом и высококальциевым пироп-альмандиновым гранатом, что позволяет отнести большинство изученных уральских алмазов к эклогитовому парагенезису [7]. Состав исследованных нами включений эклогитовых гранатов демонстрирует широкий диапазон концентраций некоторых главных компонентов (вес. %): MgO = 7.9–18.1; CaO = 3.9–20.7; FeO = 9.9–20.8. Содержания

TiO₂, Cr₂O₃ и MnO не превышают 0.72, 0.17 и 0.44 вес.%, соответственно. Редкоэлементный состав гранатов характеризуется дифференцированным хондрит-нормированным спектром с повышенным содержанием HREE без значительных аномалий. По сравнению с хондритом гранаты незначительно обогащены Zr, Hf и Y и резко обеднены Ni. Клинопироксены также характеризуются широкими вариациями содержаний некоторых компонентов (вес.%): MgO = 4.1–12.7; CaO = 7.6–14.3; FeO = 3.9–5.7; Al₂O₃ = 8.5–19.2; Na₂O = 5.1–8.3. Концентрации K₂O и TiO₂ незначительны и не превышают 0.24 и 0.89 вес. %, соответственно. Для клинопироксенов характерен пологий спектр REE со слабым уменьшением концентраций в области HREE. По сравнению с хондритом клинопироксены обогащены Sr и значительно обеднены Ni. Наблюдаемые особенности составов минеральных включений в изученных алмазах соотносятся с известными данными по составу порообразующих минералов из алмазоносных ксенолитов эклогитов из кимберлитов из разных регионов мира.

Изотопный состав углерода уральских алмазов демонстрирует широкий диапазон вариаций $\delta^{13}\text{C}$ от –25 до +2,3 ‰, однако, для большинства алмазов он соответствует срединномантийным значениям (–6 до –5 ‰), а алмазы с облегченным изотопным составом углерода, указывающим на вовлечение в процесс роста алмаза флюидов/расплавов субдукционной природы, редки [7]. Содержащие микровключения таких флюидов/расплавов алмазы (кубоиды и алмаз в «оболочке») по характеристикам дефектно-примесного состава представлены тремя разными типами, образование которых было связано с независимыми метасоматическими событиями [8]. Алмазы, содержащие азотные центры A и B1, отражают более древний метасоматический этап, характеризующийся ведущей ролью силикатных и низко-Mg карбонатитовых флюидов/расплавов. Второй этап ассоциирован с ростом алмазов, содержащих азот исключительно в форме A-центров. На этом этапе образование алмазов было связано с низко-Mg карбонатитовыми средами, более обогащенными MgO, CaO, CO₂ и Na₂O по сравнению со средами первого этапа. Третий этап, вероятно, предшествовал извержению транспортирующего мантийного расплава и привёл к образованию алмаза, содержащего A и C азотные дефектные центры и микровключения силикатно-карбонатного состава. Зафиксированный тренд эволюции ал-

мазообразующих флюидов/расплавов направлен в сторону более карбонатитовых составов. Источниками вовлечённых флюидов/расплавов могли являться эклогитовые и пироксенитовые мантийные субстраты с разным соотношением H₂O и CO₂.

Эти данные определяют ключевую роль субдуцированных коровых протолитов при формировании алмазоносных субстратов в литосферной мантии краевых частей древних кратонов. Согласно современным представлениям, эклогиты образуются в процессе метаморфизма, дегидратации и частичного плавления океанической и/или континентальной коры, погружающейся и захороненной в основании литосферной мантии. В связи с отсутствием коренных алмазоносных трубок в регионе и, как следствие, недоступностью мантийных ксенолитов, является необходимым искать альтернативные источники информации о глубинных процессах, связанных с преобразованием глубоко субдуцированных пород земной коры и образованием алмазов. На сегодняшний день материалы, опубликованные по высокобарическим комплексам Урала, все ещё достаточно фрагментарны. Так, например, некоторые исследователи утверждают о существовании нано- и микроалмазов в виде включений в различных минералах Максютковского высокобарического комплекса [9]. В связи с этим, целенаправленное изучение геохимических особенностей таких пород, а также оценка возраста метаморфических событий и P-T параметров их стабильных минеральных ассоциаций может стать дополнительным ключом к пониманию глубинных процессов, ответственных за формирование алмазов.

Исследования поддержаны Российским научным фондом (проект № 22-17-00177).

Литература

1. Краснобаев А. А., Вотяков С. Л., Левин В. Я., Анфилогов В. Н. Цирконы алмазоносных комплексов Урала и проблема их коренных источников // Литосфера. 2003. Т. 3. С. 25–40.
2. Малахов И. А., Бушарина С. В. Состав типоморфных минералов-спутников алмазов в разновозрастных терригенных породах Красновишерского района на Северном Урале как индикатор их происхождения // Известия Уральской государственной горно-геологической академии. 2000. Т. 10. С. 33–43.
3. Shatsky V. S., Zedgenizov D. A., Ragozin A. L., Kalinina V. V. Diamondiferous subcontinental litho-

spheric mantle of the northeastern Siberian Craton: Evidence from mineral inclusions in alluvial diamonds // *Gondwana Research*. 2015. V. 28. P. 106–120.

4. Harris J. W., Smit K. V., Fedortchouk Y., Moore M. Morphology of Monocrystalline Diamond and its Inclusions // *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. 2022. V. 88. P. 119–166.

5. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 170 с.

6. Рахманова М. И., Юрьева О. П., Зедгенизов Д. А., Губанов Н. В. Спектроскопические особенности коричневых алмазов из россыпей Урала // *Литосфера*. 2023. Т. 23. С. 564–578.

7. Sobolev N. V., Logvinova A. M., Tomilenko A. A., Wirth R., Bul'bak T., Luk'yanova L. I., Fedorova E., Reutsky V.,

Efimova E. S. Mineral and fluid inclusions in diamonds from the Urals placers, Russia: Evidence for solid molecular N₂ and hydrocarbons in fluid inclusions // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2019. V. 266. P. 197–219.

8. Губанов Н. В., Зедгенизов Д. А., Васильев Е. А., Наумов В. А. Новые данные о составе среды кристаллизации волокнистых алмазов из россыпей Западного Урала // *Записки Горного института*. 2023. Т. 263. С. 645–656.

9. Bostick B. C., Jones R. E., Ernst W. G., Chen C., Leech M. L., Beane, R. J. Low-temperature microdiamond aggregates in the Maksyutov Metamorphic Complex, South Ural Mountains, Russia // *American Mineralogist*. 2003. V. 88. P. 1709–1717.

Стратегическое, критическое сырье в Российской Федерации и проблема редких и рассеянных элементов сульфидных руд

И. В. Викентьев

ИГЕМ РАН, Москва

Среди полезных ископаемых многие относятся к *стратегическим видам минерального сырья*, то есть имеющим особое значение для обеспечения экономического развития страны, ее обороны и безопасности. Перечень такого сырья устанавливается Правительством РФ каждые 3 года. В связи со сложной структурой добычи, переработки и потребления минерального сырья (МС) многие его виды являются дефицитными. В зарубежной литературе понятие дефицитное МС наиболее близко соответствует так называемое «критическое» МС, т. е. минеральное сырье, которое не только играет важную роль в промышленности, но и характеризующееся значительным риском своих поставок. Большинство видов критического сырья, включая многие редкие металлы, остро необходимы для производства высокотехнологичной продукции, и, в особенности, — для «зеленых технологий» в связи с активно проводимой на Западе политикой декарбонизации.

Понятия стратегическое (*strategic*) и дефицитное (*critical*) МС обычно являются взаимодополняющими, но не всякое стратегическое минеральное сырье является дефицитным и наоборот. Для РФ в настоящее время: U, Mn, Cr, Ti и флюорит — и стратегическое, и дефицитное МС; Cu, Ni и Co — стратегическое, но не дефицитное МС; барит $BaSO_4$ — остро дефицитное, но нестратегическое МС.

Сейчас список основных видов *стратегического* МС (утвержден 30 августа 2022 г.) включает 61 вид сырья. Внутреннее потребление в РФ и достигнутый уровень экспорта многих видов МС из этого перечня полностью обеспечивается текущей добычей. Дефицитными являются: U, Mn и Cr руды, Zr, особо чистое кварцевое сырье (SiO_2), бокситы (Al), графит, флюорит; не входят в указанный перечень барит, каолин, бентонит; их добыча (зачастую при наличии значительных запасов) лишь частично обеспечивает внутреннее потребление, во многом зависящее от импорта. *Наиболее дефицитными* в указанном перечне являются Ti, Li, Ta, Nb, PЗЭ; их отечественное потребление обеспечивается главным образом за счет импорта при весьма

ограниченной добыче (несмотря на крупные запасы, в т.ч. низкокачественных руд).

Большая, если не преобладающая (особенно с учетом горючих ископаемых, которые далее нами не рассматриваются), доля сырьевых ресурсов локализуется в осадочных и вулканогенно-осадочных толщах. Большое значение рассматриваемые группы месторождений имеют в современной промышленности — из них в мире добываются преобладающие количества, иногда до 95% U, Zn, Pb, Cu, Au, Co, Ag, Cd, In, Tl, а также значительные доли Ni, Se, Te, Ge и Ga — большинство этих элементов относится к сырью, критическому для экономик большинства развитых стран.

Слабо проработана проблема рассеянных элементов и попутных компонентов сульфидных руд. К таким высокотехнологичным элементам, извлекаемым в цветной металлургии, относятся Co, In, Ga, Ge, Re, Tl, Te, Cd, Se. На большинство их в мире существует высокий, причем растущий спрос, но учет их в РФ, по сути, не налажен. Как правило, продукты горно-металлургического комплекса не анализируются по производственной цепочке, включая полупродукты и отходы (а эти элементы не только ценные, но и токсичные). В докладе рассматривается проблема ряда аккумуляторных и энергетических металлов (In, Cd, Ga и Co), с акцентом на формах их нахождения, которые определяют перспективы извлечения данных элементов на полиметаллических месторождениях. Во взглядах на природу упомянутых месторождений есть разночтения относительно соотношения осадочного/эпигенетического или экзогенного/эндогенного вкладов; во многих случаях дискуссия касается вопросов источников вещества и рудообразующих флюидов, парагенеза карбонатов или углеродистого вещества, с одной стороны, и рудных залежей, с другой; соотношения первичного рудоотложения и метаморфической регенерации руд и пр.

Полиметаллические месторождения (Pb-Zn и Pb-Zn-Cu) являются особо дискуссионными по генезису и важными как источники стратегических и критических металлов. Для главных

семейств полиметаллических месторождений в англоязычной литературе закрепились краткие наименования: SEDEX (sedimentary exhalative), MVT (Mississippi Valley type) и VMS (volcanogenic massive sulphide). В целом все эти Pb-Zn (Ag,Cu) месторождения, и формирующиеся на морском дне (VMS и SEDEX), рассматриваемые как сингенетические, и эпигенетические низкотемпературные (MVT), демонстрируют широкий спектр признаков, как отличающих, так и сближающих эти семейства.

Наиболее сложны геолого-генетические оценки в отношении так называемых переходных или промежуточных типов, которые включают месторождения, обладающие признаками сразу двух типов: SEDEX и MVT (ирландский, альпийский, атасуйский, горевский, оммеберг (SAS) или МакАртур-Ривер), VMS и SEDEX (бесси, иберийский, красноморский, а также тип Брокен-Хилл), VMS и MVT (приаргунский). Некоторые месторождения таких «переходных» типов SEDEX/MV, SEDEX/VMS или SEDEX/VMS/MV-типов подвергнуты метаморфизму высоких фаций — амфиболитовой (Холоднинское, Горевское) и гранулитовой с признаками плавления рудного вещества (Брокен-Хилл).

Подавляющее число полиметаллических месторождений (с >90% мировых запасов Pb и Zn) локализуются в осадочных толщах (MVT, SEDEX) и в вулканогенно-осадочных сериях (VMS). **Месторождения SEDEX** — это в основном сингенетические по природе сульфидные залежи в преимущественно терригенных сериях — при подчиненном развитии карбонатных и магматогенных (вулканических, вулканогенно-осадочных и субвулканических) пород. Они образуют, главным образом, на Австралийском и Северо-Американском континентах, крупнейшие в мире скопления сульфидов свинца и цинка и локализованы в протерозойских и нижнепалеозойских осадочных комплексах. В настоящее время под типом SEDEX большинство понимают стратиформные сульфидные Pb-Zn руды в существенно терригенных сериях, образовавшимися в процессах седиментации + диагенеза, а некоторые — и еще шире, считая главным их признаком нахождение в обломочных терригенных породах. В то же время и сингенетическими они считаются довольно условно, т. к. зачастую устанавливаются доминирование в рудообразовании эпигенетических процессов, а также участие метаморфизма, позднего магматизма и пр.

Месторождения MVT — это эпигенетические, в основном стратифицированные Pb-Zn месторождения, которые образовались в литифицированных карбонатных вмещающих породах. Они распространены довольно широко, причем обычно это средние и мелкие по масштабам объекты. Их ценность для нынешних и будущих поколений — в относительно высокой экологичности, что обусловлено низкими по сравнению с другими полиметаллическими месторождениями содержаниями пирита и пирротина: этих минералов мало в рудных телах, отвалах и хвостах, что почти исключает появление кислых рудничных и подотвальных вод, которые к тому же нейтрализуются вмещающими известняками. Руды характеризуются, как правило, высокой обогатимостью и низкой колчеданностью (Пи+Хп>>Сф+Гл), что минимизирует количество тяжелых металлов-токсикантов (Pb, Zn, Cu, Cd, Hg, Tl), попадающих в окружающую среду в результате переработки сырья.

К колчеданным месторождениям относятся скопления сульфидных минералов, преимущественно сульфидов Fe, Cu, Zn и Pb, связанные с субмаринными базальтоидными формациями; важную роль в строении этих месторождений играют терригенные и известковистые толщи. Cu-Zn и Cu-Pb-Zn руды обычно перекрываются или фациально замещаются по простиранию тонкослоистыми железо-кремнистыми хемогенными осадками, содержащими незначительное количество сульфидов. Геохимическая зональность колчеданных месторождений характеризуется ростом вверх по разрезу и к флангам отношения (Cu+Zn+Pb)/Cu. Большинство месторождений, формирующихся начиная с архея, в той или иной мере метаморфизованы.

Генезис колчеданных месторождений (VMS) и практически амагматогенных месторождений SEDEX- и MV-типов, — сложный и во многом дискуссионный. В общем и целом, в ряду VMS → SEDEX → MVT и вклад вулканизма, и температура минералообразования снижаются, а соленость гидротермальных флюидов растет. Обсуждение вопросов классификации проведено на примере крупных полиметаллических месторождений Озерного, Горевского, Павловского, которые отнесены к промежуточным VMS/SEDEX/MVT типам.

Россия, как и другие передовые страны-производители высокотехнологичной продукции, остро нуждается в различных сырьевых материалах, являющихся «критическими» для ее эко-

номики. Государству необходимо обеспечить более строгий учет и стимулировать рост комплексности переработки и поощрять извлечение попутных компонентов. В области добычи минерального сырья и его использования необходимо добиться снижения зависимости отечественной экономики от импорта. Расширение самообеспеченности должно стать приоритетом долгосрочной стратегии РФ в области ми-

неральных ресурсов. Исследование парагенеза рудного и осадочного вещества требует как детального геологического картирования полевых взаимоотношений, так и углубленного изучения соотношения магматогенного, осадочного и эпигенетического вкладов, включая метаморфическую регенерацию, а также источников вещества и возраста изотопными методами.

Работа поддержана грантом Российского научного Фонда № 23-17-00266.

Экономически важные твердые полезные ископаемые Арктической зоны Республики Карелия

В. В. Щипцов^{1,2}

¹ИГ ФИЦ КарНЦ РАН, ²ПетрГУ, Петрозаводск

Введение

Арктика за последнее десятилетие стала одним из самых значимых регионов Российской Федерации. В настоящее время к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям полностью отнесены 16 и часть 11 субъектов РФ площадью более 11 млн кв. км.

Анализ современного состояния минерально-сырьевых ресурсов показывает, что в освоении Арктики осуществлены значительные технические и технологические перемены. Формирование горнопромышленных кластеров (опорных зон) на базе перспективных месторождений полезных ископаемых, находящихся на определенном расстоянии от арктического побережья, имеет важное геополитическое и экономическое значение. Все большее внимание к развитию Арктического региона создает быстро растущая потребность в эффективной оценке ресурсного потенциала региона. Такая оценка должна быть основана на обобщении и оценке обновленных знаний о геологии перспективных районов и известных месторождений Арктики [1].

В состав Арктической зоны РФ Указом президента от 27 июня 2017 г. включена территория Лоухского, Кемского и Беломорского муниципальных районов Республики Карелии, а в 2020 году к Арктической зоне Республики Карелия (АЗРК) были дополнительно отнесены территории Сегежского, Калевальского национального муниципальных районов и Костомукшского городского округа в соответствии с Федеральным законом от 13 июля 2020 года № 193-ФЗ «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации».

К истории освоения минеральных ресурсов Севера Карелии

Почти тысячелетие назад началось освоение минеральных ресурсов Арктической зоны Республики Карелия (АЗРК). По тем временам стал относительно масштабным слюдяной промысел, долгое время обеспечивающий этим

ценным сырьем как внутренний, так и внешний рынки. К началу XVII века в северной Карелии существовала слюдяная промышленность с развитой ломкой листовой слюды. В то время слюдяной промысел был приурочен к территории Керетской волости, вотчины Соловецкого монастыря. Применение в середине XIX века мусковита в фонарях морского флота породило очередной виток интереса к слюде.

Первые свидетельства о добыче соли относятся к XII веку. Соль добывалась из морской воды (соль-«морянка»). С появлением железа соль стали выпаривать на железных сковородах в специальных варницах. Солеварным промыслом занимались монастыри, что теперь стало летописью. Соловецкий монастырь, например, владел 50 солеварнями.

В начале XX века важную роль в освоении северных «подземных кладовых» сыграла Мурманская железная дорога, строительство которой велось с севера от Романов-на-Мурмане и с юга — от Петрозаводска. В мае 1920 г. президент Академии наук А.П. Карпинский, руководитель Комиссии сырья КЕПСА А.Е. Ферсман и ст. геолог Геолкома А.П. Герасимов совершили поездку в Карелию и на Кольский полуостров. Это был первый шаг к планируемому изучению и использованию пегматитов Беломорья как источника кварц-полевошпатового сырья, мусковита и др. полезных ископаемых вблизи Мурманской железной дороги.

П.А.Борисов выдвинул идею создания на севере центра минерально-сырьевой базы керамической промышленности страны. Именно он предложил назвать сырье керамическим пегматитом. В 1922 г. была создана частная контора Чупинских разработок (Чупгорн), а впоследствии был организован трест «Союзслюдкомбинат», ставший со временем ГОК «Карелслюда». Здесь в 1932 году впервые в СССР при разведке пегматитовых жил было применено колонковое бурение, широко распространенное и по сей день в практике ведения геологических работ.

В Западной Карелии местные жители добывали болотную железную руду. На этих рудах были построены два века назад кузницы для

получения иковки железа. Основным местом добычи и выплавки железной руды считается Хейкин Ахо, где сейчас находится Центральный карьер ГОКа «Карельский окатыш». В 1946 году при плановом опробовании аэромагнитометра профессора А.А.Логачева во время аэросъемки было зафиксировано мощное залегание коренных железных руд в будущем Костомукшском рудном районе. Костомукшское месторождение было разведано в 1948–1954 гг. геологами СЗГУ. И лишь только 18 мая 1977 года председатель СМ СССР А.Н.Косыгин и президент Финляндской Республики У.К.Кекконен подписали договор об участии Финляндии в строительстве первой очереди Костомукшского ГОКа и города Костомукши.

Геологи Управления по горнорудному сырью Карело-Кольского региона внесли огромный вклад в открытие крупных промышленных месторождений неметаллического сырья. К 1930-м годам относятся первые сведения о гранатовых проявлениях Шуерецкого района. В это же время подготовлено заключение о наличии крупных проявлений кианита в карельской части Беломорья. С кианитовыми рудами связана поучительная история изучения кианитовых проявлений в северной Карелии, отражающая эволюционный переход от оценки их использования для получения алюминия, затем для производства силумина и, наконец, кианит становится практически ценным промышленным минералом, химические и физические свойства которого стали предметом внимания, в первую очередь, огнеупорной, авиационной и керамической промышленности. В районе Хизоваара геологоразведка кианитовых залежей проводилась в 1940–1941 годах, но война помешала завершить эти работы. В 1952–1953 гг. изыскания были продолжены. Результатом стало утверждение в ВКЗ СССР балансовых запасов кианитовых руд в контурах залежей кондиционных по содержанию кианита (протокол № 8578 от 4 декабря 1953 г.) [2].

О одним из результатов поисково-оценочных работ СЗТГУ за период 1954–1956 гг. стал подсчет запасов титановых руд по категориям C_1 и C_2 на участке Суриваара (Елетьзерский массив).

Геологами научных институтов (КНИЦ РАН и КарНИЦ РАН, ВСЕГЕИ, ВИМС), вузов (ЛГИ, ЛГУ) и производственных геологоразведочных организаций ГРЭ и ГОКов («Карелслюда», «Ковдорслюда») в период 1946–1996 гг. были установлены основные факторы контроля слю-

доносных и керамических пегматитов и определены критерии их ценности [2]. Интенсивная разработка месторождений слюды началась в 1930-е годы, а в настоящее время ни одно месторождение не эксплуатируется.

В северных районах Карелии были осуществлены металлогенические исследования, итогом которых стало создание серии металлогенических и прогнозных карт, в том числе и специализированных на молибден (1954 г.) и никель (1963 г.). В это же время СЗТГУ начинает осуществлять систематизацию фактических материалов, накопленных при геолого-съемочных, поисковых и научно-исследовательских работах. Составляются кадастры месторождений и проявлений различных полезных ископаемых.

Современное состояние минерально-сырьевой базы АЗРК

Металлы

В настоящее время минерально-сырьевую базу территории АЗРК определяют металлические (Fe, Mo, Cu, U, Au, Ag, МПГ, редкие металлы и РЗЭ) [3] и неметаллические полезные ископаемые (алмаз, апатит, гранат, графит, ильменит, карбонатные породы, кварц, кварциты, полевошпатовое сырье (керамические пегматиты и нетрадиционные типы), кианит, мусковит, тальковый камень, оливиниты (оливин), дуниты, серпентиниты, пироксениты, самоцветы, ресурсы общераспространенных полезных ископаемых (блочный камень, щебень, глины, торф, ПГС) [2]. На схеме (рис. 1) показаны только главные минерально-сырьевые объекты АЗРК (месторождения и крупные проявления).

К настоящему времени результатом почти столетних металлогенических исследований Карельской Арктики является открытие месторождений металлических полезных ископаемых и промышленных минералов (железные руды, молибден, кианит, золото, титан, апатит, мусковит, керамические пегматиты, тальковый камень) и значительное число перспективных рудопоявлений и площадей, потенциальных на целый ряд полезных компонентов, образованных в лопийскую (2.7–2.8 млрд лет), сумийскую (2.5–2.4 млрд лет) и свекофеннскую (1.9–1.75 млрд лет) металлогенические эпохи и в фанерозое [4].

С лопийской эпохой связано формирование месторождений и рудопоявлений нескольких рудных формаций: железорудная фор-

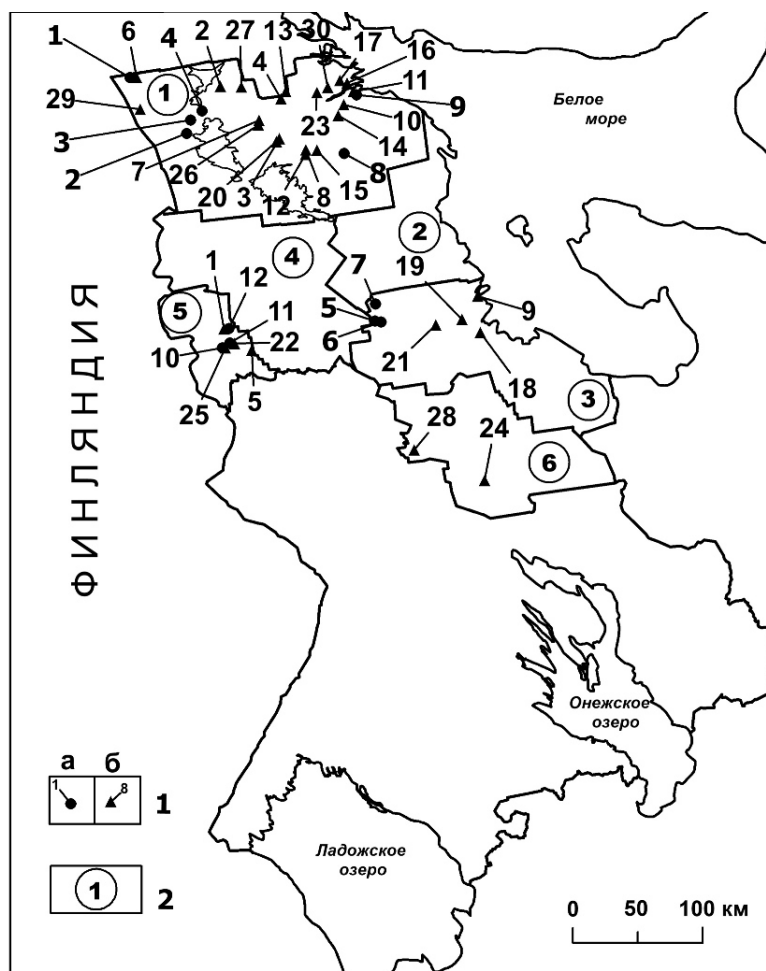


Рис. 1. Месторождения и крупные проявления металлов и промышленных минералов АЗРК

1 а — месторождения и крупные проявления металлов: 1 — месторождение Au Майское, Pt-Pd-Au Олангской группы расслоенных интрузий; 2 — Кивакка; 3 — Ципринга; 4 — Луккулайсваара; 5 — Mo-Re порфировое месторождение Лобаш; 6 — Cu-Au-порфировое месторождение Лобаш-1; 7 — Mo-порфировое месторождение Пяяваара; 8 — ПГМ, V, Ti, Fe проявление Травяная Губа; 9 — Ni, Cu Климовское; 10 — проявление Au Таловейс; 11 — магнетитовые кварциты месторождения Костомукшское; 12 — магнетитовые кварциты месторождения Корпанга

16 — месторождения и крупные проявления промышленных минералов. Алмаз: 1 — Корпанга; графит: 2 — Хирвинаволок; ильменит: 3 — Суриваара; кварц: 4 — Степаново Озеро; 5 — Меломайс; 6 — Майское; апатит: 7 — Карбонатитовое; кианит: 8 — Хизоваара; гранат: 9 — Тербеостров; 10 — Западная Плотина; 11 — Левин Бор; 12 — Высота 181; 13 — Униярви; мусковит: 14 — Слюдозеро; 15 — Межозерное (мелкочешуйчатый мусковит); полевой шпат: 16 — Уракка; 17 — Блинковые Варакки; 18 — Слюдяной Бор; 19 — Торлов Ручей; нетрадиционный полевой шпат: 20 — Елетьозерское; 21 — Роза-Лампи; 22 — Костомукшское; 23 — Нижнее Котозеро; тальковый камень: 24 — Уросозеро; 25 — Озерки; оливин: 26 — Шапкозерское; карбонатные породы: 27 — Кукасозерское; 28 — Елмозерское; 29 — Соватъяринское; корунд: 30 — Хитостров.

2 — Арктические районы РК (1 — Лоухский; 2 — Кемский; 3 — Беломорский; 4 — Калевальский; 5 — Костомукшский городской округ; 6 — Сегежский)

мация, молибден-порфировая (Лобаш, Mo — 0.06 %, запасы — 140 тыс. т); золото-порфировая (Лобаш-1, Au — 0.46 г/т, запасы — 34.4 т; Cu — 0.2 %, запасы — 126 тыс. т); сульфидной медь-никель-кобальтовая с Au и Ag (рудопроявления Кивгубское, Ni — 0.09–0.6 %, Cu — 0.1–1.85 %, Co — 0.12–0.56 %, Au — до 0.9, Ag — до 10 г/т) в хетоламбинских перидотит-габбро-анортозитах и их метаморфизованных производных; пла-

тинометалльной малосульфидной ультрамафит-мафитовой с Ti и V (рудопроявления Травяная Губа (8а, рис. 1), TiO_2 — 1.8–4.4 %, V_2O_5 — 0.17–0.29 %, МПГ+Au — 1.58 г/т; Сумашевское) в перидотитах и др. [4].

АЗРК включает железорудное предприятие АО «Карельский окатыш», играющее ключевую роль в минерально-сырьевой экономике региона [5]. Действующий ГОК на базе Костомукшского

(11а, рис.1) и Корпангского (12а, рис.1) архейских месторождений железных руд метаморфогенного типа входит в состав ПАО «Северсталь», мирового лидера черной металлургии.

Не решена до логического завершения проблема использования вскрышных и вмещающих пород на двух эксплуатируемых месторождениях Костомукшского рудного поля. Образованные отходы при обогащении магнетитовых кварцитов на дробильно-обогащительной фабрике необходимо исследовать на современном уровне с целью их вовлечения в хозяйственный оборот, чтобы снизить экологический ущерб и экономические издержки эксплуатации хвостохранилищ Костомукшского ГОКа и решить задачу максимально полного использования полезных ископаемых и минимизацию отходов при их добыче и переработке [6].

В Костомукшском рудном районе отмечены перспективные проявления Берендей, Таловейс (10а, рис. 1) [7] и Луупеансуо [5], представляющие золото-кварцевую и золото-сульфидно-кварцевую жильную и прожиково-вкрапленную рудные формации архея [5].

В Пибозерском зеленокаменном поясе выявлены три молибденовых месторождения не-оархейского возраста — Лобаш (5а, рис.1) [8], Лобаш-1 (6а, рис.1) [9] и Пяяваарское (7а, рис.1). В генетическом отношении они относятся к порфировому типу оруденения — ведущему промышленному типу молибденовых месторождений мира. Рудная и геохимическая зональность на месторождении Лобаш отвечает классической, возраст оруденения — 2720 ± 36 млн лет (молибденит, Re/Os) [10]. Молибденовые руды месторождения по своим технологическим свойствам относятся к легкообогащаемым. Разведанные запасы поставлены на Государственный баланс. Золото-порфировое месторождение Лобаш-1 является частью рудно-магматической системы Лобашского гранитного плутона.

В связи с проблемой редких земель на повестку дня поставлен вопрос о переоценке месторождения Лобаш на РЗЭ. Рекомендуются проведение поисково-оценочных работ на Пяяварском месторождении в 32 км к северо-западу от месторождения Лобаш.

К сумийской эпохе относятся крупные благороднометалльные рудные объекты в расслоенных интрузивах Олангской группы (Σ Pt,Pd,Au — до 20 г/т, запасы 74.3 т, ресурсы — ~200 т) — Кивакка (2а, рис. 1), Ципринга (3а, рис. 1), Луккулайсваара (4а, рис. 1) [4, 11]. Луккулайсваара является са-

мым крупным массивом с возрастом по бадделиту — 2437 ± 1 млн лет [12]. Цена вопроса заключена не только в оценке, но и освоении перспективных комплексных месторождений с платинometалльной минерализацией, чтобы реально иметь экономический вклад в развитие АЗРК.

Свекофеннская металлогеническая эпоха представлена преимущественно формацией редкометалльных пегматитов (р. Визиполуостров, Аськиярви, Nb 15–20 %, Ta — 1 %, Y — 2–3 %, Zr — 2–10 %, U — 1.3–1.9 %) [4], и комплексными благороднометалльными проявлениями в их ореолах и зонах сдвиговых дислокаций — Климовский рудный узел (Ni — 0.3–0.5%, Cu — 0.3–1.0%, Pd — 0,2–1.4 г/т, Pt — 0.1–0.3 г/т, Au — 0.3–0.6 г/т; ресурсы: Au — 36,4 т, Pt — 19,5 т, Pd — 27,9 т, Cu — 316 тыс. т, Ni — 340 тыс. т) (9а, рис. 1) [13]. По результатам технологических испытаний рудоносные метасоматиты Климовского рудного узла Беломорского подвижного пояса, связанные со свекофеннской тектоно-термальной активизацией (1,85–1,7 млрд лет), являются бедными, но хорошо обогащаемыми благороднометалльными рудами с палладиевой специализацией [13].

В пределах Куоляярвинской структуры прогнозируются два типа рудной минерализации: 1-й тип — молибден-урановая в зонах катаклаза и брекчирования по альбит-карбонатным метасоматитам и 2-й тип — селенидно-теллуридно-благороднометалльная [14]. Майское золоторудное месторождение (1а, рис. 1) (Au — 1-н100 г/т, запасы 0.2 т, ресурсы — 5.7 т, добыто 51 кг золота) имеет, вероятно, полихронное происхождение: Rb-Sr (изохрона 1610 ± 30 млн лет) [15]), Re-Os по золоту самородному и халькопириту — 397 ± 15 млн лет [16].

Промышленные минералы

В таблице 1 приводится перечень основных месторождений и промышленных минералов АЗРК. Ниже по некоторым промышленным минералам даны краткие комментарии.

В таблице 1 выделены нетрадиционные виды полевошпатового сырья. Так к новому типу месторождений полевошпатового сырья относятся анортозиты массива Нижнее Котозеро (Беломорский подвижный пояс). На данной территории выделены несколько промышленных типов пород, где четко локализируются анортозиты. Предварительная технологическая оценка анортозитов определяет их как многоцелевое сырье. Анортозиты представля-

Таблица 1. Месторождения и перспективные проявления промышленных минералов АЗРК

Металлы и ПМ	Месторождения (м.), проявления (пр.)
Алмаз	Корпанга (1б, рис. 1), Соколозерская площадь
Графит	Хирвинаволок (1б, рис. 1), Кукасозерское, Полярная Гора
Ильменит	Суриваара (3б, рис. 1), Восточное
Кварцевое сырье	Меломайс (5б, рис. 1), Степаново озеро (4б, рис. 1), Майское (6б, рис. 1), Рухнаволок
Апатит	Карбонатитовое (7б, рис. 1)
Кианит	Хизоваарское (8б, рис. 1)
Ставролит	Высота 181
Гранат	Тербеостров (9б, рис. 1) (пр. Западная Плотина (10б, рис. 1), Левин Бор (11б, рис. 1), Высота 181 (12б, рис. 1), Униярви (12б, рис. 1), Нигрозери, Удинское, Энгозерское и др.
Листовой мусковит	Слюдозери (14б, рис. 1), слюдяные отвалы месторождений ГОКа «Карелслюда»
Мелкочешуйчатый мусковит	Межозерное (15б, рис. 1)
Микроклин, пегматит	Хетоламбина, Уракка (16б, рис. 1), Блинковые Варакки (17б, рис. 1), Торлов Ручей (19б, рис. 1), Слюдяной Бор (18б, рис. 1), Кивгуба, Мурашево
Нетрадиционные виды полевошпатового сырья	Елетьозерское (20б, рис. 1), Роза-Лампи (21б, рис. 1), Костомукшское (22б, рис. 1), Нижнее Котозери (23б, рис. 1)
Карбонатное сырье	Кукасозерское (27б, рис. 1), Соватъярвинское (29б, рис. 1), Елмозерское (28б, рис. 1)
Корунд	пр. Хитостров (30б, рис. 1), Дядина Гора, Варацкое
Оливиниты, дуниты	Шапкозерское (26б, рис. 1), Ханкус
Тальковый камень	Уросозери (24б, рис. 1), Озерки (25б, рис. 1)

ют собой потенциальную минерально-сырьевую базу АЗРК.

Восстановление основных потребителей полевого шпата — стекольной и керамической отраслей промышленности, растущие темпы строительства, переход на активное использование собственной минерально-сырьевой базы с учетом нетрадиционных видов полевого шпата, — все это создает реальные перспективы развития промышленного производства полевых шпатов в Республике Карелия.

Кварцевое сырье остается одним из важнейших стратегических видов полезного ископаемого в перечне критических минералов. Кварцевый концентрат, полученный из молочно-белого кварца пегматитовых жил Чупинского слюдоносного района, пригоден для производства кварцевой керамики, плавки прозрачного кварцевого стекла, варки высококачественного многокомпонентного оптического стекла и синтеза искусственных кристаллов кварца [2].

Сегодня на мировом рынке весьма востребован высокочистый кварц, который используется в оптико-волоконных линиях связи, про-

изводстве кварцевых стекол и других отраслях. Есть предпосылки, что в АЗРК на ряде проявлений (Майское, Рухнаволок и др.) отмечен кварц, отвечающий требованиям HPQ стандартов IOTA [17]. Однако, необходимы серьезные геологические изыскания и технологическое опробование для промышленного обоснования. В целом необходимы активные действия по переоценке запасов и ресурсов кварцевого сырья во всех промышленно значимых регионах страны, в которые также входит и территория АЗРК, совершенствование методов обогащения [18].

Возможные варианты продвижения проекта по кварцевому сырью АЗРК — это оформление лицензий на поисково-оценочные и разведочно-добычные работы на перспективных объектах, трансферт технологии или продажа патентов, оформление сертификата при условии организации массового производства высокочистого кварца. Упорядочение и применение всех элементов организации эффективной системы продвижения инновационных продуктов — залог их успешного внедрения и развития на рынке.

На территории АЗРК существует закономерная геологическая локализация проявлений потенциально промышленного граната. Особенность Беломорского подвижного пояса является то, что гранат рассматривается закономерно в качестве распространенного породообразующего минерала для данной мезоструктуры. Подобные гранаты относятся к метаморфогенному классу месторождений полезных ископаемых, образование которых определяется условиями амфиболитовой фации метаморфизма кианитового или кианит-силлиманитового типов. Особенно благоприятны условия метаморфизма средних температур и высоких давлений. Значительная роль отводится метасоматизму, связанному с кислотным выщелачиванием в условиях кианит-мусковитовой и кварц-мусковитовой фаций.

Итогом международного проекта по программе приграничного сотрудничества TACIS CBC явилось выявление проявлений талькового камня в Костомукшской зеленокаменной структуре. По результатам последующих поисково-оценочных работ в пределах двух участков были утверждены запасы талькового камня месторождения Озерки. Комплексное изучение геолого-структурных условий локализации залежей талькового камня в юго-западной части Костомукшской зеленокаменной структуре, их минералого-петрографических, петрогеохимических и изотопно-геохимических особенностей позволило создать геолого-генетическую модель их формирования.

Минерально-сырьевой потенциал Тикшеозерско-Елетьозерского и Хизоваарского рудных полей

К первоочередным в практическом отношении важным минерально-сырьевым источникам промышленных минералов относятся Тикшеозерско-Елетьозерский и Хизоваарский рудные районы.

Тикшеозерско-Елетьозерский рудный район

В последние десятилетия магматические щелочные породы и карбонатиты привлекли внимание многих исследователей.

Тикшеозерский массив образован преимущественно клинопироксенитами при существенной роли карбонатитов и фойдолитов площадью 24 км², а Елетьозерский массив — сие-

нит-габбровыми породами площадью около 100 км² (рис. 2).

Особенности минерагении палеопротерозойского Тикшеозерско-Елетьозерского ультраосновно-щелочно-карбонатитового интрузивного комплекса заключаются в том, что промышленные минералы — апатит, кальцит, нефелин, полевой шпат, кварц, ильменит, титаномagnetит, оливиниты, дуниты определяют минерально-сырьевую специализацию. Данные о потенциале интрузивного комплекса получены в результате долгосрочных целевых геолого-петрологических, минералого-геохимических, геохронологических и минерагенических исследований среднепалеопротерозойского магматизма [19, 20], Тикшеозерско-Елетьозерский магматический комплекс трактуется как составляющая часть крупной изверженной провинции в восточной части Фенноскандинавского щита в с двухстадийным плавлением мантийного плюма [21].

В центральной части Елетьозерского массива на большой площади залегают щелочные сиениты с неравномерным содержанием в них нефелина (рис. 2). Первоначальный дефицит кислорода способствовал образованию недонасыщенного кислородом нефелина. По химическому составу нефелин-полевошпатовые концентраты сопоставимы по качеству с продукцией нефелиновых сиенитов крупнейшего в мире месторождения Stjernøy (Норвегия) [19]. Анализ химического состава исходных и обогащенных сиенитов Елетьозера, а также исследования отходов обогащения и др. показывает, что подобное минеральное сырье перспективно для производства электротехнического фарфора, стекла, строительной керамики, эмали и абразивных материалов и т. п.

Вмещающие породы часто брекчированы и пропитаны карбонатами, развиты катафорит-карбонатные метасоматиты по пироксенитам, цеолитовые агрегаты с содалитом, альбитом, пренитом и эгирином по щелочным породам. Изотопное исследование кальцитов подтверждает наличие эндогенного источника. Карбонатиты Тикшеозерского интрузива по данным U-Pb датирования единичных зерен циркона и бадделеита имеют возраст 1999 ± 5 млн лет [23]. Формирование апатита в карбонатитах происходило в две стадии: основную интрузивную стадию и метасоматическую (автометасоматическую). Преобладают кальцитовые карбонаты, тогда как доломит-(анкерит)-кальцитовые и в основном доломитовые карбонатиты встре-

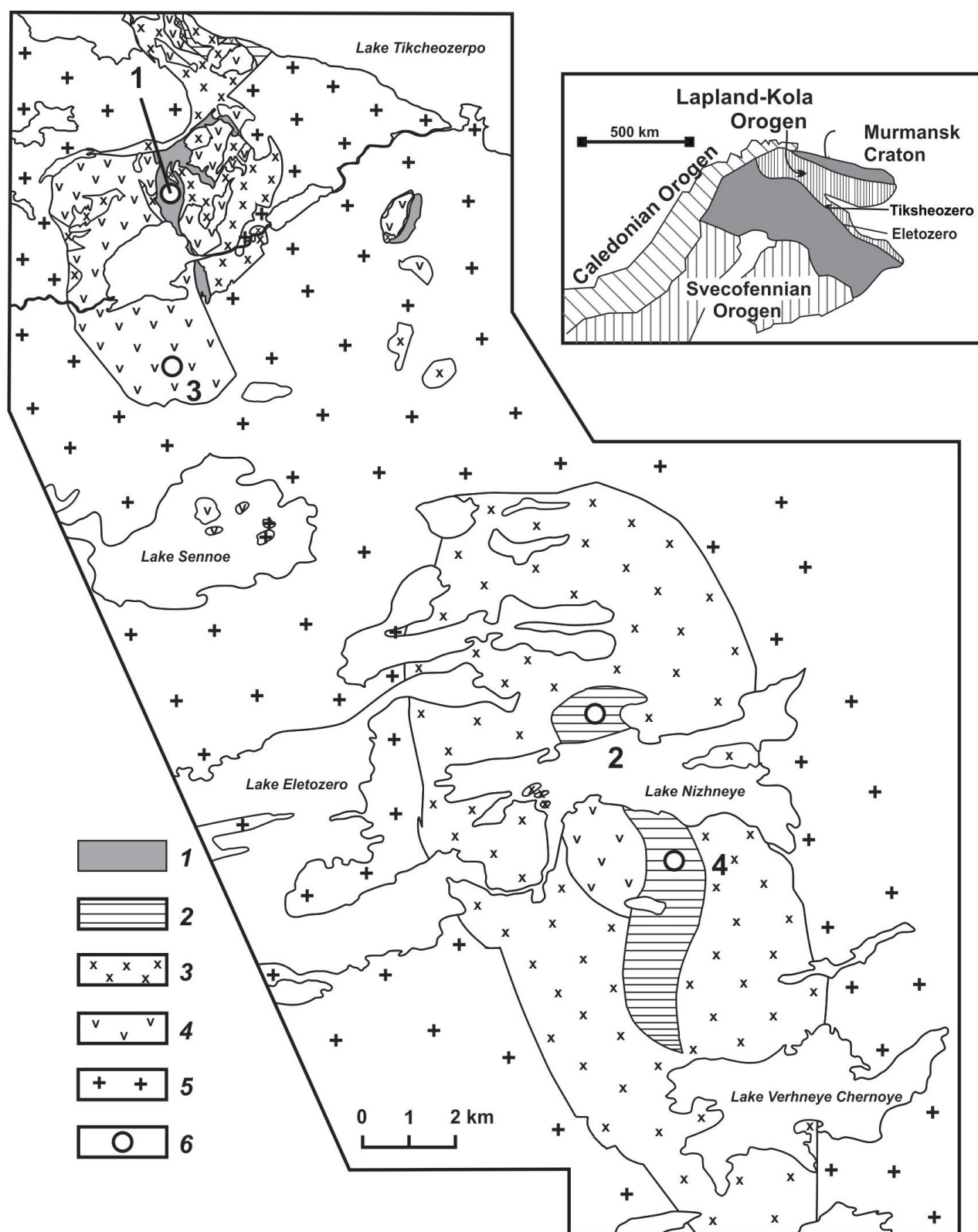


Рис. 2. Схема геологического строения Тикшеозеро-Елетозерского ультрабазит-щелочно-карбонатитового комплекса. Составлена В. В. Щипцовым и Н. И. Щипцовой с использованием материалов [22]

1 — карбонатиты; 2 — нефелин и щелочные сиениты; 3 — породы основного состава; 4 — породы ультраосновного состава; 5 — гранитоиды; 6 — месторождения: 1 — Карбонатитовое; 2 — оз. Нижнее; 3 — Шапкозерское; 4 — Суриваара

чаются значительно реже. Наиболее эффективным является метод обогащения путем обратной флотации кальцита. В качестве собирателя флотации силикатов может быть использован реагент из группы аминацетатов.

Тикшеозерский массив представляет собой крупное карбонатитовое тело с апофизами. Основное рудное тело простирается на 2–3 км и имеет ширину до 600 м. На карбонатиты указывают отрицательные локальные гравиметрические аномалии.

Крупные месторождения Тикшеозерско-Елетьозерского комплекса включают в себя важные промышленные минералы, имеющие практическое значение такие, как полевои шпат, нефелин, апатит, кальцит. Они составляют потенциальную базу для их добычи и использования в различных областях народного хозяйства.

В перспективе Тикшеозерско-Елетьозерский комплекс — это крупный, малоотходный горно-промышленный район АЗРК, важный в экономическом отношении. На практике он может стать образцом формирования эффективной системы недропользования на основе комплексного освоения и использования всей совокупности ресурсов недр.

Хизоваарский рудный район

Хизоваарская структура является частью Северо-Карельского зеленокаменного пояса, расположенного в зоне проявления неогаргейских коллизионных процессов, и относится, по мнению специалистов, к важному реперу геологических процессов. Здесь особое минерогеническое значение имеют породы, относимые по коэффициенту глиноземистости к разновидностям умеренно глиноземистых и высокоглиноземистых разновидностей (рис. 3) [24, 25, 26].

Кислотные метасоматиты Хизоваарской структуры формировались на всей площади в условиях кварц-кианитовой и кварц-мусковитовой фаций метасоматоза средних температур и повышенных давлений с высокой активностью летучих. Главная активность проявлений метасоматических процессов связана со свекофеннской активизацией [27]. Метасоматиты являются следствием подвижности компонентов и изменения минеральной системы, где большую роль играли процессы природного обогащения. В тыловых зонах кислотного выщелачивания происходило формирование пирита, содержание которого в пирит-кианит-кварцевых и пирит-кварцевых комплексах достигает

15%. Территория Хизоваарского рудного поля определяется как перспективная на ряд промышленных минералов (кианит, кварц, мусковит, гранат, ставролит, графит, пирит).

Кианит — огнеупорный минерал, используется в производстве стекловолокна, противопожарных красок и других изделий, представляет рыночный интерес в организации производства кианитовых концентратов и сопутствующих продуктов обогащения. В России месторождения кианитовых руд до сих пор не разрабатываются при существующей высокой конъюнктуре. Остается важным и вопрос о производстве керамических форм из карельского кианита для литья турбинных лопаток самолетных и ракетных двигателей после обжига, суспензии для керамических форм по выплавляемым моделям, используемым при точном литье [28]. Тонкомолотый кианит может быть использован и в основных смесях для производства сантехники, стеновых плитках, литейных формах и специальной керамики.

Руды месторождения маложелезистого мелкочешуйчатого мусковита «Межозерное» являются уникальным сырьем для производств различного назначения [29]. Содержание мусковита варьирует от 7,8 до 42 % при среднем 18,1 %. Обоснована технология извлечения кварца из этих комплексов. Слюда-мусковит относится к тем видам минерального сырья, конъюнктура которого на мировом рынке зависит от научно-технического прогресса в экономике стран и потребителей, а минерально-сырьевая база имеет тенденцию интенсивного развития. Получение дополнительной товарной кварцевой продукции из отходов обогащения мусковита и вовлечение в сферу попутного производства песков кварцевого продукта позволяет рекомендовать организацию на базе месторождения безотходного производства с уменьшением расходов на поддержание отвального и хвостового хозяйства.

Заключение

Минерально-сырьевой потенциал АЗРК огромен. Их практическая значимость зависит от глубины исследований, которая имеет зависимость от социально-экономических условий, экологических требований и потребностей рынка.

Сведения о твердых полезных ископаемых АЗРК дополняют геологическую информацию

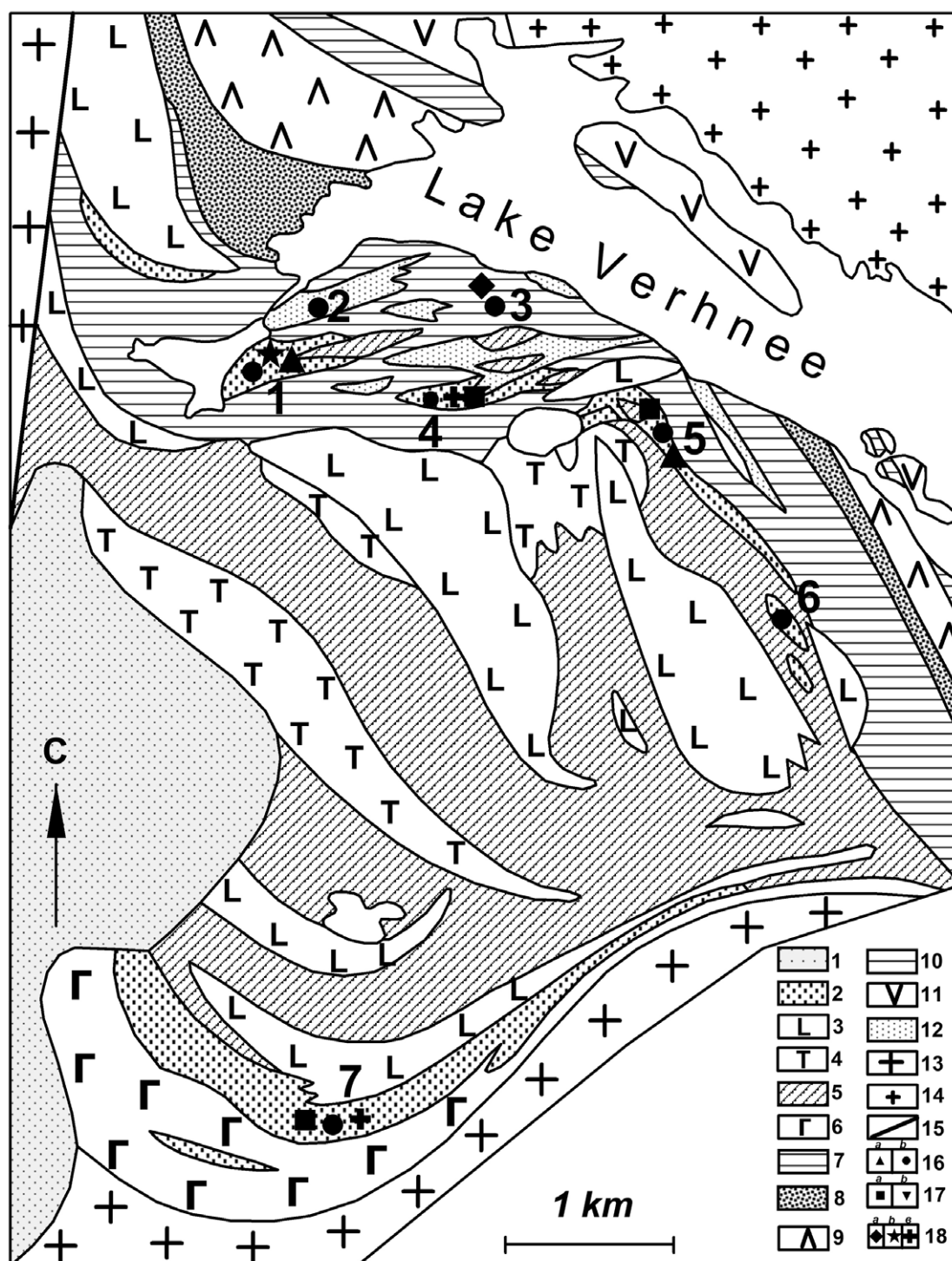


Рис. 3. Схема Хизоваарского рудного поля с главными месторождениями [2.45]. Условные обозначения: 1 — четвертичные отложения; 2 — метасоматиты стадии кислотного выщелачивания; 3 — базальтовые лавы подушечного типа, силлы ультрабазитов; 4 — фельзитовые туфы, лавобрекчии; 5 — метадациты и метариолиты; 6 — силлы габбро; 7 — осадочно-вулканогенные и терригенные метаосадки; 8 — метаандезиты, гипербазитовые бониниты и базальты; 9 — железистые метабазальты; 10 — бонинитовые серии метавулканитов; 11 — магнезиальные базальты с телами перидотитовых кумулатов. Интрузивные и субвулканические породы: 12 — тела субвулканитов от мафитов до фельзитов; 13 — диориты и гранодиориты; 14 — микроклиновые граниты; 15 — тектонические дислокации; 16 — промышленные минералы: а) кварц, б) кианит; 17 — промышленные минералы а) мусковит; б) гранат. Цифрами на рис. обозначены рудопоявления: 1 — Южная линза (кианит, кварц, пирит), 2 — Северная линза (кианит), 3 — Восточная линза (кианит, графит), 4 — Фукситовый (кианит, ставролит, мусковит), 5 — Межозерный (мусковит, кварц, кианит), 6 — Восточный (кианит), 7 — Высота-181 (гранат, кианит, ставролит)

о западной части Арктической зоны РФ и дают представление о новых направлениях развития минерально-сырьевой базы некоторых видов стратегического назначения.

Объективно существует множество проблем, которые необходимо решать для того, чтобы получить доступ к богатствам АЗРК. Курс на освоение запасов Арктики, потерянный с распадом СССР, необходимо восстановить в соответствии с положениями ФЗ «Об арктической зоне Российской Федерации».

Важным моментом является разработка нового стратегического подхода к оценке доступности (свойство системы «общество — минеральные ресурсы»), характеризующая возможность их эффективного и безопасного использования в зависимости от состояния ресурсов, потребности в них и достигнутого технологического уровня. Первостепенное значение принадлежит комплексным инновационным разработкам, повышающим уровень экологической безопасности и инвестиционной привлекательности металлов и промышленных минералов.

В рамках актуальных вопросов недропользования предлагается активизировать деятельность компаний в области устойчивого развития с учетом концепции ESG факторов. Упорядочение и применение всех элементов организации эффективной системы продвижения инновационных продуктов расценивается как залог их успешного внедрения и развития на практике.

В настоящее время собрана и систематизирована информация по трем рудным районам АЗРК — Костомукшский (железо, золото, алмазы, кварц), Тикшеозерско-Елетьозерский (апатит, щелочные сиениты, ильмениты, кальциты, дуниты и оливиниты) и Хизоваарский (кианит, мелкочешуйчатый мусковит, гранат, ставролит, кварц, пирит) как важные в экономическом значении комплексные рудные объекты.

Шаги к намеченному — сопутствующее проведение мероприятий по внесению соответствующих изменений в нормативно-правовую базу, создание условий для привлечения инвесторов. позиционирование Республики Карелия как участника государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации». Использование материалов по оценке минерально-сырьевых ресурсов АЗРК к обоснованию проекта по созданию Арктической комплексной геологической экспедиции.

Работа выполнена в рамках госзадания КарНЦ РАН, тема № 216

Литература

1. *Mineral resources in the Arctic* /eds. by R.Boyd, T. Bjerkgård, B. Nordahl, H. Schiellerup, M. Smeltor // Geological Survey of Norway. 2016. 484 p.
2. *Минерально-сырьевая база Республики Карелия* (Горючие полезные ископаемые. Металлические полезные ископаемые) / ред. В. П. Михайлов, В. Н. Аминов. Петрозаводск: 2006, изд. «Карелия», кн. 1. 280 с.
3. *Минерально-сырьевая база Республики Карелия* (Неметаллические полезные ископаемые, Подземные воды и лечебные грязи) / ред. В. П. Михайлов, В. Н. Аминов. Петрозаводск: 2006, изд. «Карелия», кн. 2. 356 с.
4. *Щипцов В. В., Иващенко В. И.* Минерально-сырьевой потенциал арктических районов Республики Карелия // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2018. N 2. С. 3–33.
5. *Костомукшский рудный район* (геология, глубинное строение и минерагения) / ред. В. Я. Горьковец, Н. В. Шаров. Петрозаводск: 2015, КарНЦ РАН. 322 с.
6. *Щипцов В. В., Тишков С. В., Волков А. Д.* Современное состояние и перспективы развития хвостохранилища моногорода Арктической зоны (на примере АО «Карельский окатыш» // Горный журнал. 2023, № «. С. 68–73.
7. *Фурман В. Н.* Отчет о результатах поисковых работ на золото, проведенных в южной части Костомукшской зеленокаменной структуры в 1998–2001 гг. 2001, КарТФГИ.
8. *Тытык В. М.* Отчет Беломорской партии о результатах предварительной разведки месторождения Лобаш, проведенной в 1988–1991 гг. Петрозаводск: 1991. Фонды КГЭ.
9. *Тытык В. М., Харитонова М. Ф., Забелин В. Г.* Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на золоторудном месторождении Лобаш-1, проведенных в 1992–1997 гг. 1998. КарТФГИ.
10. *Богачёв В. А., Иваников В. В., Крымский Р. Ш., Иващенко В. И. и др.* Изохронный Re–Os возраст молибденитов раннедокембрийских порфировых месторождений Карелии // Вестник Санкт-Петербургского университета Сер. 7. 2013. Вып. 2. С. 3–20.
11. *Клюнин С. Ф.* Отчет о результатах поисковых работ на благородные металлы с попутными поисками алмазов и других полезных ископаемых в пределах Олангской группы массивов, проведенных в 1987–1993 гг. Мончегорск: 1994. ТГФ.
12. *Amelin Yu. V., Heaman L. M., Semenov V. S.* U–Pb geochronology of layered mafic intrusions in the eastern

Baltic Shield: implications for the timing and duration of Paleoproterozoic continental rifting // *Precambrian Research*. 1995. Vol. 75. P. 31–46.

13. Шевченко С. С., Ахмедов А. М., Крупеник В. А., Свешникова К. Ю. Благороднометалльные метасоматиты позднего архея Чупино-Лоухского фрагмента Беломорской подвижной зоны // *Регион. геол. и металлогения*. 2009. № 37. С. 106–120.

14. Афанасьева Е. Н. и др. Отчет по теме №14 «Составление прогнозно-металлогенической карты на благороднометалльное оруденение Панакуюларвинского прогиба м-ба 1 : 200 000» // Фонды ВСЕГЕИ. СПб., 2004.

15. Сафонов Ю. Г., Волков А. В., Вольфсон А. А. и др. Золото-кварцевое месторождение Майское (Северная Карелия): геологические и минералогические особенности, вопросы генезиса // *Геол. руд. мест.* 2003. Т. 45. С. 429–451.

16. Бушмин С. А., Беязцкий Б. В., Крымский Р. Ш., Глебовицкий В. А., Буйко А. К., Савва Е. В., Сергеев С. А. Изохронный Re-Os возраст золота жильно-золото-кварцевого месторождения Майское (Северная Карелия) // *ДАН*, 2013, т. 448, № 1. С. 76–79.

17. Данилевская, Л. А., Скамницкая Л. С., Щипцов В. В. Кварцевое сырье Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 226 с.

18. Крылова Г. И. О реальной ситуации и проблемах в решении вопросов стабилизации кварцевой отрасли в России // *Уральский геологический журнал*. 2023, № 6. С. 3–74.

19. Щипцов В. В., Бубнова Т. П., Гаранжа А. В., Данилевская Л. А., Скамницкая Л. С., Щипцова Н. И. Геолого-технологическая и экономическая оценка ресурсного потенциала карбонатитов Тикшеозерского массива (формация ультраосновных-щелочных пород и карбонатитов) // *Геология и полезные ископаемые Карелии*. Петрозаводск: 2007, № 10. С. 159–170.

20. Щипцов В. В., Скамницкая Л. С., Бубнова Т. П. Промышленные минералы Елетьозерского массива и их аналоги на Фенноскандинавском щите // *Геология и полезные ископаемые Карелии*. Петрозаводск: 2008, № 11. С. 203–220.

21. Sharkov E. V., Belyatsky B. V., Bogina M. M., Chistyakov A. V., Shchiptsov V. V., Antonov A. V., Lepekhina E. N. Genesis and Age of Zircon from Alkali and Mafic Rocks of the Elet'ozero Complex, North Karelia // *Petrology*. 2015. V. 23. P. 259–280

22. Богачев А. И., Зак С. И., Сафронова Г. П., Инина К. А. Геология и петрология Елетьозерского массива габброидных пород Карелии (геология, петрография, петрология, металлогения). М.; Л.: Наука, 1963. 159 с.

23. Corfu F., Bayanova T., Shchiptsov V., Frantz N. U-Pb ID-TIMS age of the Tikshozero carbonatite: expression of the 2.0 Ga alkaline magmatism in Karelia, Russia // *Cent. Eur. J. Geosci.* 2011. N 3. P. 302–308.

24. Огородников В. Н., Коротеев В. А., Войтеховский Ю. Л., Щипцов В. В. Кианитовые руды России. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2012. 334 с.

25. Бибикова Е. В., Самсонов А. В., Щипанский А. А., Богина М. М., Грачева Т. В., Макаров В. А. Хизоваарская структура Северо-Карельского зеленокаменного пояса как аккрецированная островная дуга позднего архея: изотопно-геохронологические и петрологические данные // *Петрология*. 2003. Т. 11. N 3. С. 289–320.

26. Щипцов В. В., Бубнова Т. П., Заверткин А. С., Никифоров А. Г., Скамницкая Л. С., Фролов П. В. Кианитовые руды Хизоваарского рудного поля (Северная Карелия) // *Труды КарНЦ РАН*. 2020. N 6. С. 75–96.

27. Сергеев С. А., Лобач-Жученко С. Б. Возраст фукситовых метасоматитов Хизоваары (Северная Карелия) по результатам U-Pb датирование единичных зерен циркона // *ДАН*. Т. 333, № 1, 1993. С. 73–75.

28. Демонис И. М., Карпович Ю. Ф., Озерова Г. П., Скамницкая Л. С., Щипцов В. В. Кианитовые руды месторождения Хизоваара — перспективный вид огнеупорного сырья // *Фундаментальные науки — народному хозяйству*. М.: Наука, 1990. С. 692–694.

29. Данилевская Л. А., Скамницкая Л. С. Мусковитовые метасоматиты месторождения Восточная Хизоваара как нетрадиционный источник кварцевого сырья // *Разведка и охрана недр*. 2012. № 6. С. 60–65.

Геологоразведочные работы на Якшинском месторождении минеральных (калийно-магниевых) солей

О. А. Степанов¹, К. М. Вевиоровский², В. В. Волков²

¹Полярноуралгеология, Сыктывкар

²ТрейдПромСервис, Москва

Верхнепечорский соленосный бассейн расположен в наиболее опущенной юго-центральной части Верхнепечорской впадины Предуральского краевого прогиба. Он является крупной синклинальной структурой, которая в результате миграции краевого прогиба оказалась наложенной на восточную часть Русской платформы и сопряженных с ней участков щитов, сводов и авлакогенов протерозойско-архейского возраста [1].

Открытие Верхнепечорского соленосного бассейна связано с установлением в 1950-х годах структурно-поисковым бурением на нефть и газ соленосной толщи, включающей горизонт калийно-магниевых солей. Научное обоснование существования соленосного бассейна выполнено в 1955 г. А. В. Ивановым, давшим бассейну название «Верхнепечорский» [2]. Соленосная толща была отнесена к отложениям верхней части кунгурского яруса (иренский горизонт), в разрезе залежи были выделены три зоны: подстилающей каменной соли, калийно-магниевых солей и покровной каменной соли [3].

В 1960-63 гг. были проведены работы по изучению толщи калийно-магниевых солей в западной части Верхнепечорского соленосного бассейна, включающей Якшинский участок (Ю. П. Фойгт, [4]), пробурено 16 скважин (большинство — до подстилающих каменных солей), с расстоянием между ними от 1.8 до 4.6 км. Разрез соляных отложений был разделен на три толщи: подстилающая толща каменной соли мощностью до 384 м, толща калийно-магниевых солей мощностью 8–50 м и покровная толща каменной соли мощностью от 3.5 до 60 м. В толще калийно-магниевых солей было выделено 5 пластов, отвечающих актуальным на тот момент условиям для руд Верхнекамского месторождения, по которым был произведен подсчет запасов. ГКЗ эти запасы не рассматривались и не утверждались.

В 2010 году на пике повышения мировой заинтересованности в калийных удобрениях, ООО «ТрейдПромСервис» на основании полученной лицензии СЫК 02203 ТП на поиски и оценку калийных солей в Верхнепечорском бассейне на Якшинском лицензионном участ-

ке Верхнепечорского соленосного бассейна провело геологоразведочные работы поисковой и оценочной стадий. Всего с 2010 по 2013 годы было пробурено 16 скважин общим метражом 6875 пог. м [5].

В результате этих работ Якшинскому лицензионному участку был присвоен статус Якшинского месторождения минеральных (калийно-магниевых) солей. Решением ТКЗ Коминедра (протокол от 17.12.2013 г. № ТПИ/36) на государственный баланс под шахтный способ отработки поставлены запасы K_2O в силвинитах по категориям C_1+C_2 в количестве 77.260 млн т (или 594.6 млн т сырых силвинитовых солей с содержанием $KCl=18.35\%$). Кроме того, были учтены забалансовые запасы силвинитов в количестве 1.2 млрд т по сырым солям или 133.6 млн т по K_2O с содержанием $KCl=17.6\%$.

В СССР и позднее в Российской Федерации добыча силвинитов и карналлитовой породы способом подземного растворения через скважины, пробуренные с поверхности земли, не осуществлялась.

По причине отсутствия в России разработанной промышленной технологии переработки калийно-магниевых солей на калийные удобрения запасы карналлитовых руд были отнесены к забалансовым, в количестве по K_2O — 458.575 млн т, по MgO — 333.908 млн т (или 4.32 млрд т сырых карналлитовых солей).

Комиссией ТКЗ Коминедра недропользователю было рекомендовано продолжить изучение месторождения, в том числе включив в состав разведочных работ опытно-промышленные исследования по применению геотехнологического способа добычи всего спектра калийно-магниевых солей, входящих в состав продуктивной толщи. Положительный результат этих работ позволил бы дополнительно поставить на баланс забалансовые запасы карналлитов и силвинитов. Учитывая это, недропользователь ориентировал свои работы в рамках опытного производства на первоочередную оценку возможности вовлечения в отработку карналлитовых руд с перспективой их добычи геотехноло-

гическим способом. Переход к собственно разведочным работам (спущение сети разведочных скважин, гидрогеологические исследования и пр.) был запланирован после получения положительных результатов по технологии подземного растворения.

Якшинское месторождение минеральных (калийно-магниевых) солей расположено на территории муниципального образования МР «Троицко-Печорский» Республики Коми в западной части Верхнепечорского соленосного бассейна, в 120 км южнее пгт. Троицко-Печорск, рис. 1.

Участок недр площадью 199.69 км² имеет статус горного отвода в границах контура Якшинского месторождения, ограниченного глубиной 600 м.

Соленосная толща на месторождении имеет площадное распространение и залегает в верхней части иренского горизонта кунгурского яруса на аргиллитах и ангидритах той же свиты, перекрывается мергелями с маломощными прослоями доломитов и известняков якшинской свиты (табл. 1).

В восточном и северо-восточном направлениях наблюдается увеличение мощности соленосной толщи, сопровождающееся пологим (1–3°) её погружением (рис. 2).

Полный разрез соленосной толщи вскрыт в южной и юго-восточной частях месторождения скважинами предшественников №№ 575–577, 1013, 1014, 15 [3–5]. Минимальная мощность полного разреза толщи на месторождении составляет 178 м (скв. № 05), максимальная — 249.7 м (скв. № 1013), средняя мощность — 212.8 м. Глубина залегания кровли соленосной толщи в пределах Якшинского месторождения варьирует от 173.7 м (скв. № 04) на западе и до 457.2 м (скв. № 21) на востоке. Установленная глубина залегания подошвы достигает 627 м (скв. № 575) на востоке месторождения. В разрезе соленосной толщи месторождения, так же, как и в Верхнекамском бассейне, отчётливо выделяются три части: верхняя, сложенная каменной солью — покровная каменная соль (ПКС), средняя, сложенная калийными и калийно-магниевыми солями (КМС), и нижняя, сложенная

Таблица 1. Схема стратиграфического расчленения пермских отложений Якшинского месторождения (цветом показано положение целевой толщи К-Мг солей)

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	ГОРИЗОНТ	СВИТА	ПОДСВИТА
ПЕРМСКАЯ	ВЕРХНИЙ	Вятский - P _{3v}			
		Северодвинский - P _{3s}		Ильчская свита (50-200 м)	
	СРЕДНИЙ	Уржумский - P _{2ur}		Лунжопальская свита (100-320 м)	
		Казанский - P _{2kz}			
	НИЖНИЙ	Уфимский - P _{1u}	Шешминский	Пожегская свита (140-200 м)	
			Соликамский	Якшинская свита (100-200 м)	
		Кунгурский - P _{1k}	Иренский	Курынская свита	Верхняя (150-393 м)
			Филипповский		Нижняя (380-590 м)
			Саранинский	Анельская свита (до 130 м)	Верхняя (52-100 м)
			Саргинский		
		Артинский - P _{1ar}	Иргинский		Нижняя (50-60 м)
			Бурцевский	Тыбьюская свита	
		Сакмарский - P _{1s}	Стерлитамакский	Северомылвинская свита (40-175 м)	
			Тастубский		
		Ассельский - P _{1a}	Шиханский	Южнобуркемская свита (45-170 м)	
			Холодноложский		

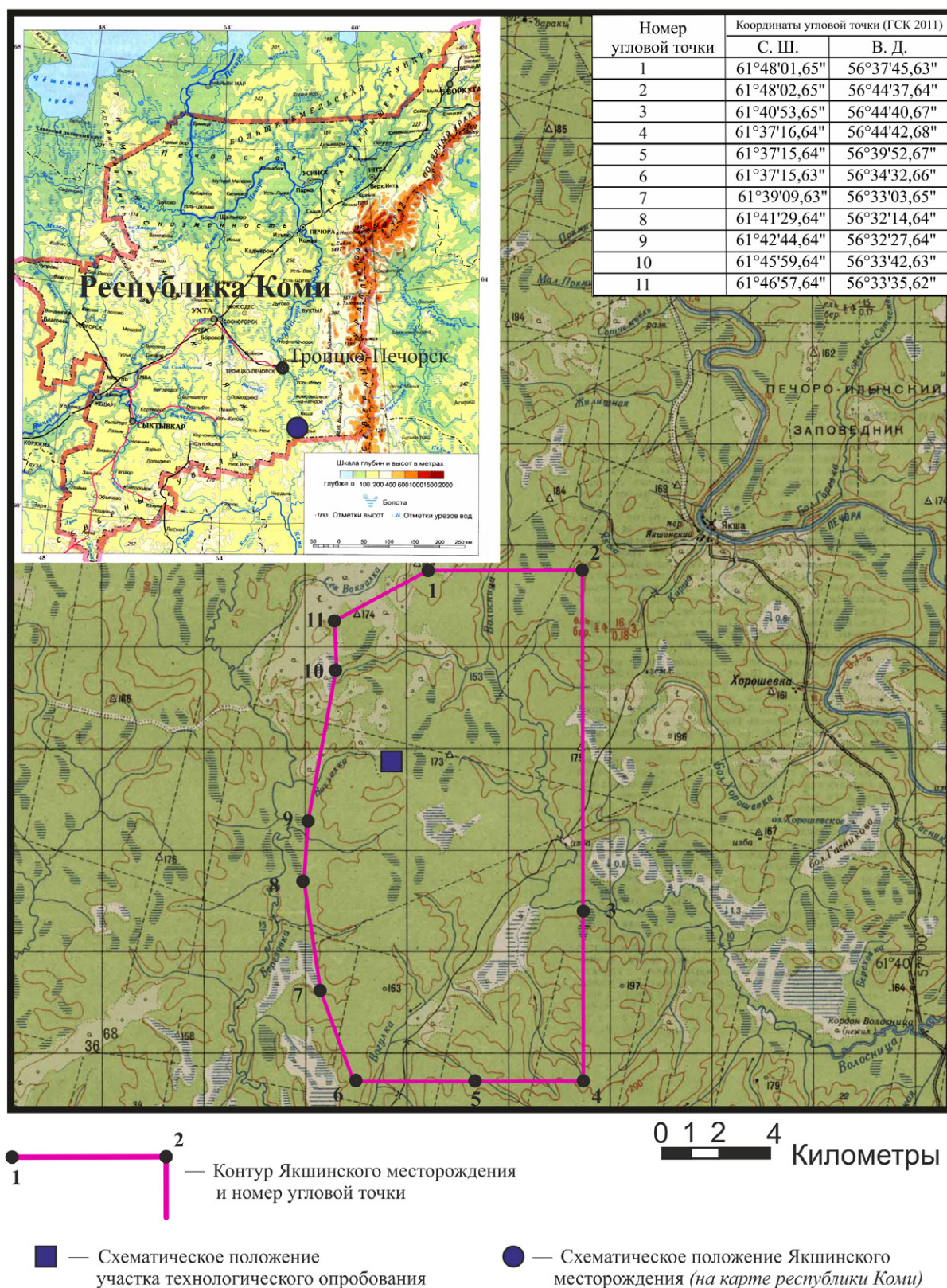


Рис. 1. Обзорная карта местоположения Якшинского месторождения

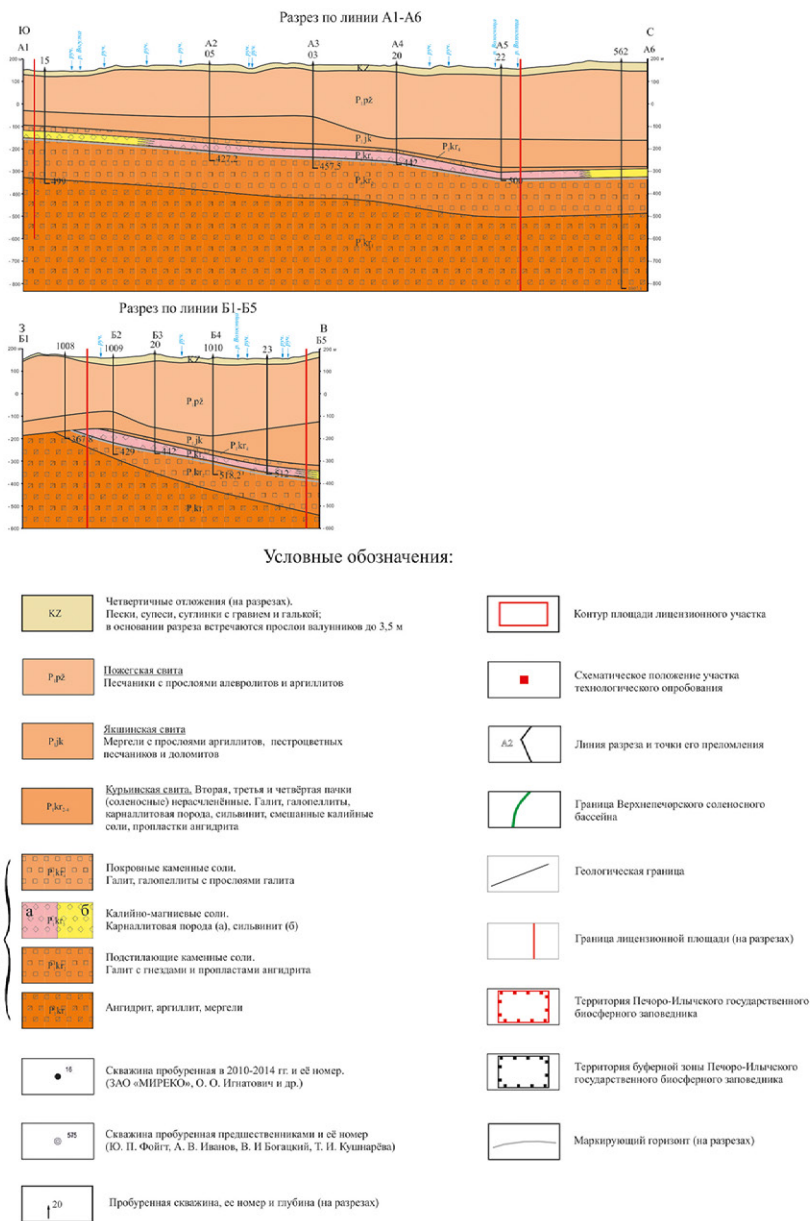
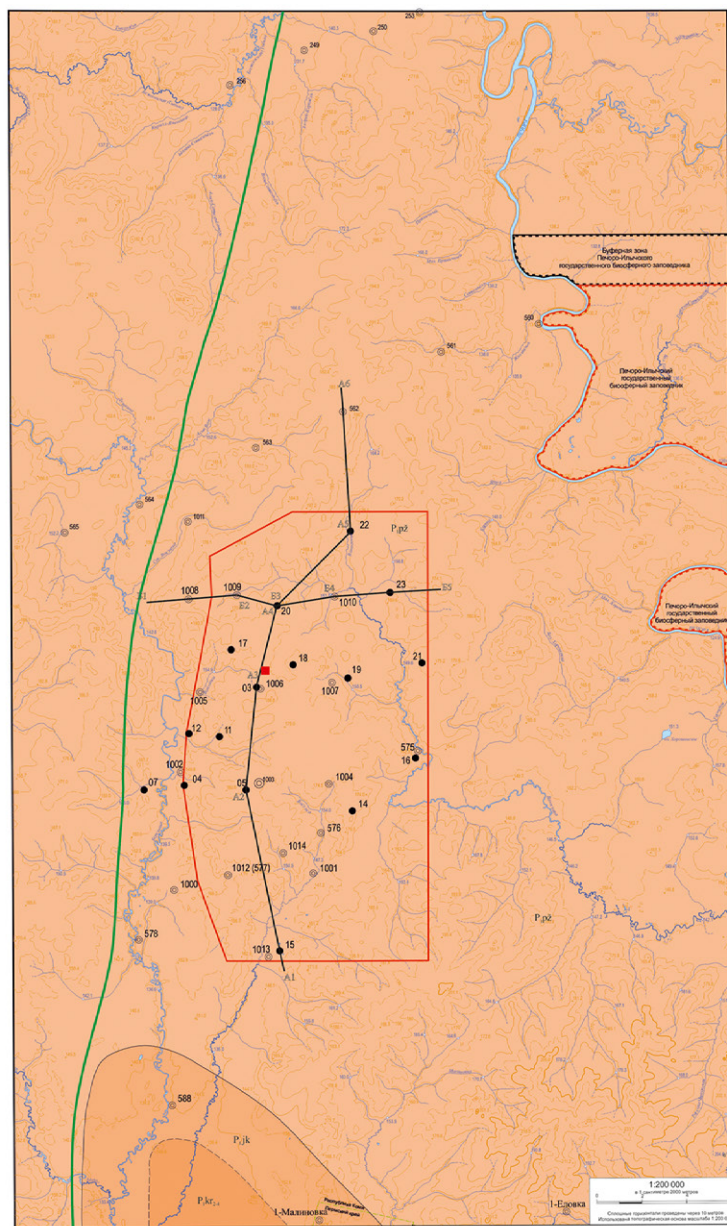


Рис. 2. Геологическая карта района работ

как и верхняя, каменной солью — подстилающая каменная соль (ПдКС).

Подстилающая каменная соль, слагающая нижнюю часть разреза соленосной толщи, в пределах месторождения развита повсеместно. Полностью пересечена скважинами №№ 15, 1013, 1014, 575–578. Максимальная мощность пересеченной ПдКС составляет 192.6 м (скв. № 1013). В южной части месторождения. ПдКС сложена пластами каменной соли с прослоями глин, глинисто-алевритовых и ангидрит-глинисто-доломитовых пород в различной степени засоленных и подразделена на четыре пачки, из которых три нижние выделены с долей условности [5].

I пачка (нижняя) — базальный слой соленосной толщи. Сложена каменной солью крупно-гигантокристаллической от светло-серой до темно-серой, содержащей большое количество микрочастиц галопелита, с прослоями глины засоленной, глинисто-алевритовых и ангидрит-глинисто-доломитовых пород. Нижняя граница пачки проводится по контакту с аргиллитами. Мощность пачки до 20 метров.

II пачка сложена каменной солью серой, грязно-белой, оранжевой, коричневой с большой примесью галопелита и «пёстрой» окраской за счёт многочисленных включений гидратированного ангидрита. Мощность пачки до 45 м.

III пачка представлена галит-галопелитовой породой с неравномерным содержанием ангидритового и доломитового материала с характерным пятнистым «рябчатым» обликом. Мощность пачки составляет от 30 до 40 м.

В кровле III пачки во всех скважинах отмечается глинистый горизонт, отчётливо регистрирующийся на кривых ГК и СГК. По причине уверенной полевой диагностики и повсеместного распространения принят как *маркирующий горизонт*. Залегает на глубине от 6.4 до 22 м ниже подошвы последнего слоя калийных и калийно-магниевого солей. Сложен глиной, либо глинисто-алевритовой породой. При геологическом описании керна присутствие калийно-магниевого солей в маркирующем горизонте не установлено, однако при пересчёте результатов химического анализа породы на минеральный состав установлено наличие от 0.5 до 4.2 % карналлита. Ниже маркирующего горизонта калийные соли присутствуют исключительно редко в виде единичных мелких индивидов или в составе газовой-жидких включений в галите. Мощность горизонта варьирует от 1.2 до 4.5 м, в среднем — 2 м.

IV пачка залегает в кровле подстилающей каменной соли. Верхняя граница пачки проводится по подошве нижнего пласта калийных солей, нижняя — по кровле маркирующего горизонта глин. Сложена каменной солью ангидритсодержащей разномзернистой (от мелко-среднезернистой до крупно-гигантозернистой) преимущественно оранжевого, красновато-жёлтого, белого и светло-серого цвета. Для пачки характерно неравномерное распространение мелких включений, гнёзд и тонких прослоев калийных солей. Глубина залегания кровли пачки варьирует от 213.5 м (скв. № 04) на западе месторождения до 508.3 м (скв. № 21) — на востоке. Мощность пачки составляет 6-22 м, в среднем — 10 м.

Калийные и калийно-магниевого соли слагают среднюю часть разреза соленосной толщи.

На Якшинском месторождении они вскрыты в 31-й скважине предшествующих работ [3–5]. Кровля КМС залегает на глубине 174.1 м (скв. № 04) на западе участка и полого погружается до 482.6 м (скв. № 21) на востоке. Границы КМС в разрезе соленосной толщи (кровля и подошва) отбиваются по кровле верхнего и подошве нижнего пластов калийно-магниевого и калийных солей. Минимальная мощность КМС составляет 15.4 м (скв. № 14), максимальная — 54.8 м (скв. № 1033), средняя — 33.7 м.

По результатам предшествующих работ [2–5] установлено зональное строение области распространения калийно-магниевого солей в пределах месторождения. С запада на восток по минеральному составу выделены зона преобладающего развития карналлитовой породы (*карналлитовая зона*) и зона развития сильвинитов (*сильвинитовая зона*). Граница зон проведена по исчезновению из разреза карналлитовой породы.

В вертикальном разрезе область распространения калийно-магниевого солей представлена переслаиванием слоёв калийного, калийно-магниевого, галитового, галопелитового, глинистого и глинисто-алевритового состава мощностью от 0.2 м до первых метров. В результате интерпретации геолого-геофизических данных в разрезе КМС выделено восемь (I-VIII) продуктивных пластов, которые чередуются с междупластьями. Все выделенные пласты хорошо коррелируются между собой, несмотря на различия в количестве слоёв калийного и калийно-магниевого состава. Мощность пластов варьирует от 0.65 м до 12.65 м. Междупластья, разделяю-

щие продуктивные пласты калийных и калийно-магниевых солей, представлены каменной солью, галопелитом и глиной засолонённой. Мощность междупластьев изменяется от 0.5 м до 5 м. Чередование продуктивных пластов и междупластьев обуславливает чётко выраженный слоистый характер строения КМС [5].

Пласты I–VI имеют калийно-магниевого состав, пласт VII–VIII — калийный. Семь пластов (I–VII) имеют промышленное значение. Пласт VIII вскрыт только в разрезе трёх восточных скважин (скв. № 16, 21, 23), но характеризуется устойчиво увеличивающейся в восточном направлении мощностью (от 0.5 до 2.5 м), что даёт основание ожидать его за восточными пределами месторождения в кондиционных параметрах (более 2 м). В большинстве случаев пласты калийно-магниевого состава отличаются большей мощностью, чем пласты калийного состава.

Пласты I–VI калийно-магниевого состава представлены карналлитовой породой и карналлитом, пласты VII–VIII калийного состава — сильвинитом пятнистым и полосчатым. Характерно наличие во всех разновидностях солей значительного количества водонерастворимого остатка (н. о.) — нерастворимых в воде минералов (ангидрита, доломита, кварца, калиевого полевого шпата, хлорита, иллита, гематита) пелитовой размерности, сцементированных галитом и носящих название галопелит.

Калийные и калийно-магниевые соли характеризуются относительно однообразным минеральным составом. Сильвиниты состоят из сильвина (5–50 %), галита (5–85 %), нерастворимого остатка (0–29 %), ангидрита (0–12 %) и карналлита (0–5 %).

Карналлитовые породы сложены карналлитом (15–97 %), галитом (1–69 %), нерастворимым остатком (0–31 %), сильвином (1–17 %) и ангидритом (0–9 %). В качестве примесей в карналлитовой породе отмечается бишофит (0–3 %), тахигидрит (0–3 %), каинит (до 1%) и кизерит (до 0.5%), в сильвинитах — тахигидрит (0–4.3 %), каинит (0–2 %), кизерит (0–0.8 %).

Кроме того, галит и, частично, карналлит составляют растворимую часть глинисто-ангидритовых и глинисто-алевритовых прослоев мощностью от долей мм до первых метров в калийно-магниевых солях. К аутигенным акцессорным минералам относятся магнезит, кварц, хлорит, глауконит, ильменит, пирит, гематит, гётит, халцедон.

Кластический материал чаще всего представлен гидрослюдой, хлоритом, обломками зёрен кварца, мусковитом, альбитом, турмалином.

Содержание K_2O в пробах сильвинита колеблется от 3 до 32 %. Примесь MgO в сильвинитах варьирует от 0 до 1.8 %. В карналлитовой породе содержание K_2O изменяется от 3 до 18 % и MgO — от 1.2 до 15 %. Содержание нерастворимого остатка в сильвинитах и карналлитовой породе достигает 50 % (15 скв.), составляя в большинстве случаев от 5 до 15 % [5].

Покровная каменная соль слагает верхнюю часть разреза соленосной толщи и на месторождении развита повсеместно, прослеживается за его пределы в северном, восточном и южном направлении и выклинивается западнее месторождения на левобережье долины р. Берёзовка.

Пересечена 31-й скважиной предшествующих работ [3–5]. ПКС в пределах месторождения имеет мощность от 0.4 м на западе (скв. № 04) до 25.6 м (скв. № 21) на востоке месторождения и 26.7 м (скв. № 1003) — на юге. Средняя мощность ПКС составляет 18.5 м.

Покровная каменная соль представлена каменной солью с маломощными (первые см) прослоями галопелитов. По всему разрезу ПКС присутствуют прослои глинисто-алевритовой породы тёмно-серой и глины чёрной мощностью 1–30 см и интервалы их тонкого переслаивания с каменной солью. В верхней части ПКС в 7-ми скважинах предшествующей поисково-оценочной стадии работ (скв. №№ 14–16, 18, 19, 21, 22) [44ф], расположенных в центральной и восточной частях месторождения, установлено наличие верхнего сильвинитового пласта, вскрытого от 11.4 м (скв. № 19) до 22.1 м (скв. № 22) выше кровли КМС. Мощность его колеблется от 0.25 м до 2.0 м.

Основанием для постановки геологоразведочных работ является лицензия СЫК 02512 ТЭ на разведку и добычу, зарегистрированная 26 сентября 2014 г, со сроком действия до 30.09.2034 г.

На площади Якшинского месторождения минеральных (калийно-магниевых) солей в период с 2015 г. по настоящее время ООО «ТрейдПромСервис» проводит работы, включающие в себя технологическое опробование минеральных (калийно-магниевых) солей методом подземного растворения через скважины. Основной задачей последующих геологоразведочных работ является разведка первоочередных участков для осуществления добычи ми-

неральных (калийно-магниевых) солей геотехнологическим способом и разработка ТЭО постоянных разведочных кондиций для подсчёта балансовых запасов сильвинитов и карналлитов с подготовкой Якшинского месторождения минеральных солей к промышленному освоению.

Генеральным подрядчиком и основным исполнителем данных работ всё это время является ООО «Полярноуралгеология».

В период с 2015 по 2019 гг. выполнен большой объем разнообразных работ, направленных на решение задач по строительству наземного комплекса (проектирование, бурение и оборудование специализированных скважин, скважин водоснабжения, скважин утилизации рассола, строительство котельной, насосной, компрессорной, сети трубопроводов и др.). На площадке площадью около 20 га в настоящее время располагается опытный комплекс в составе: котельной общей мощностью 5.6 МВт; дизельных электростанций общей установленной мощностью 1 МВт; насосного, компрессорного оборудования; полевой лаборатории и автоматической системы управления техническим процессом (АСУТП). На участке обеспечены бытовые условия для комфортного проживания вахтового персонала рис. 3.

В результате проведенных разведочных гидрогеологических работ открыто и подготовлено к эксплуатации Якшинское месторождение технических подземных вод с запасами по категории В — 1100 м³/сут. Обустроен водозабор на пожегский водоносный горизонт, состоящий из двух эксплуатационных скважин (скв. 30Г/1 и 30Г/2).

Изучены и определены целевые водопоглощающие горизонты территории, спроектирован и организован полигон утилизации рассола на базе 2-х нагнетательных скважин со среднесуточным расходом закачки 1050 м³/сутки с устьевым давлением нагнетания 90 атм (скв. 1-3ХР и 23ХР).

В технологическом отношении обеспечение работ по подземному растворению калийно-магниевых солей на Якшинском месторождении состоит из трех крупных блоков, включающих: собственно работы по подземному растворению; их водообеспечение; ликвидацию (захоронение) извлекаемых рассолов. Принципиальная укрупненная схема технологии опытных работ приведена на рис. 4.

Основной задачей работ по подземному растворению является определение условий,

обеспечивающих получение на протяжении длительного времени рассола, максимально насыщенного по KCl (> 95 г/л), а также изучение технико-экономических показателей добычи на промышленных режимах подземного растворения.

Предполагается, что в процессе растворения карналлитов концентрация по KCl > 95 г/л должна достигаться при рабочей температуре рассола в объединённой камере подземного растворения солей, равной ~40–45 °С.

Работы по технологическому опробованию минеральных (калийно-магниевых) солей, проводившиеся с 2019 по 2023 гг., показали себя весьма сложными, как в техническом, так и в организационном и геотехнологическом отношении, что можно объяснить их инновационным характером, отсутствием должного опыта и возникновением непредвиденных многочисленных геологических и технологических осложнений.

Как отмечалось ранее, продуктивная толща мощностью от 15 до 55 м имеет на месторождении площадное распространение и представляет собой многопластовую залежь (до 8 пластов) карналлитовой породы и сильвинитов, разделённых пластами каменной соли и галопелитов. Установлено её зональное строение в пределах месторождения. В западной части месторождения выделена зона преобладающего развития карналлитовых пластов (*карналлитовая зона*), а в восточной — зона развития сильвинитов (*сильвинитовая зона*).

Выбранный в 2015 году участок опытно-промышленных работ на карналлитовые пласты оказался расположенным вблизи границы западной карналлитовой зоны с сильвинитами восточной зоны месторождения. Несмотря на то, что специализированные скважины № 30 и № 31 были расположены в 60 м друг от друга, различия в геологическом разрезе толщи калийно-магниевых солей оказались существенными (рис. 5).

По причине излишне большого расстояния между специализированными скважинами (60 м), а также в связи с различиями в литологическом разрезе продуктивной толщи, развитие подготовительных выработок в скважинах шло на разных глубинах и в разных частях геологического разреза, с различными скоростями растворения солей (галит, сильвин, карналлит), без возможностей управления растворением в скважинах навстречу друг другу. Такое положение дел не позволило осуществить сбой-

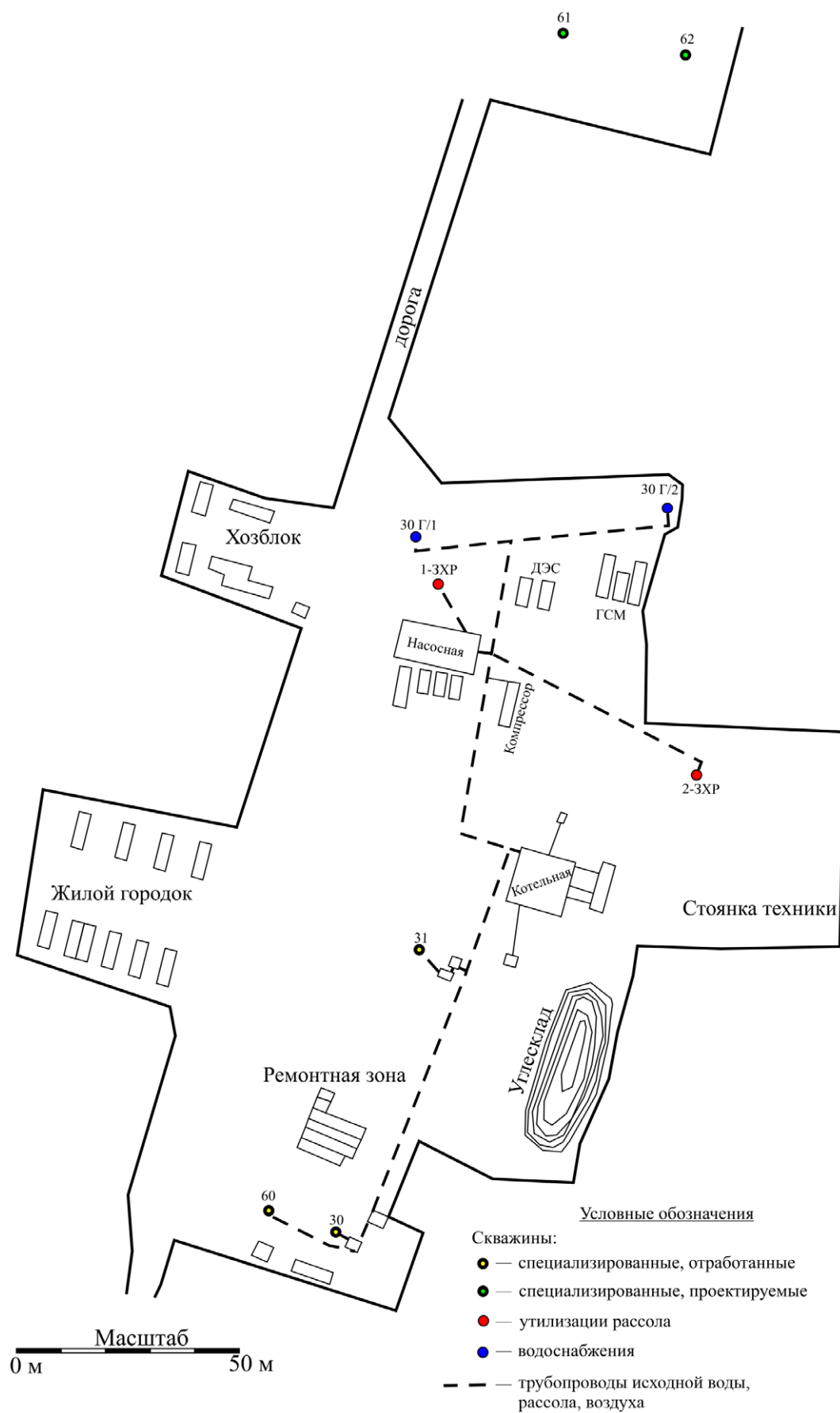


Рис. 3. План-схема обустройства площадки для проведения технологического опробования минеральных (калийно-магниевых) солей



Рис. 4. Принципиальная укрупненная схема технологии опытных работ

ку между кавернами скважин. По причине отсутствия сбойки подготовительных выработок скважин № 30 и № 31 в течение продолжительного времени, было принято решение о забурировании скв. 60 в каверну скв. 30, с целью попытки растворения и опробования оставшегося на тот момент целевого пласта IV. С учетом дополнительно пробуренной скважины, установить уровень нерастворителя на требуемую глубину так и не удалось, что было обусловлено обрушением потолочины каверны, которое подтвердилось проведенными ГИС. В итоге, продолжение работ на скважинах 30, 31 и 60 стало невозможным.

В настоящее время ООО «ТрейдПромСервис» выполняются подготовительные работы по бурению новой парной ячейки разведочно-специализированных скважин (№ 61 и 62) с расстоянием между скважинами 25 м, в границах западной карналлитовой зоны со смещением на северо-запад и вблизи от действующей инфраструктуры полигона опробования (рис. 2). После проходки разведочно-специализированных скважин, в ближайшее время планируется:

1) завершение работ по технологическому опробованию солей методом подземного растворения с выполнением технико-экономического обоснования целесообразности исполь-

зования данного метода в качестве основного при разработке Якшинского месторождения К-Mg солей;

2) завершение разведки Якшинского месторождения К-Mg солей (в т. ч. — посредством бурения разведочных скважин) с разработкой ТЭО постоянных разведочных кондиций и подсчетом балансовых запасов карналлитов и сильвинитов.

Компанией ERCOSPLAN (Германия) разработано предварительное Технико-экономическое обоснование проекта по производству 1 млн т KCl на Якшинском месторождении. Согласно проведенным расчетам, на предприятии будет создано около 350 рабочих мест и при таком объеме производства потребуется около 560 млн кубометров газа в год.

В 40 км к востоку от площади месторождения находится группа газоконденсатных месторождений Курьино-Патраковской группы ООО «Лукойл-Пермь» (лицензия СЫК15840НР до 30.04.2035 г.). Поставка газа с этого месторождения выглядит наиболее экономически оправданным вариантом по сравнению, например, со строительством газопровода до магистрального газопровода ПАО ГАЗПРОМ, так как за счет близкого расположения возможна подача газа под пластовым давлением.

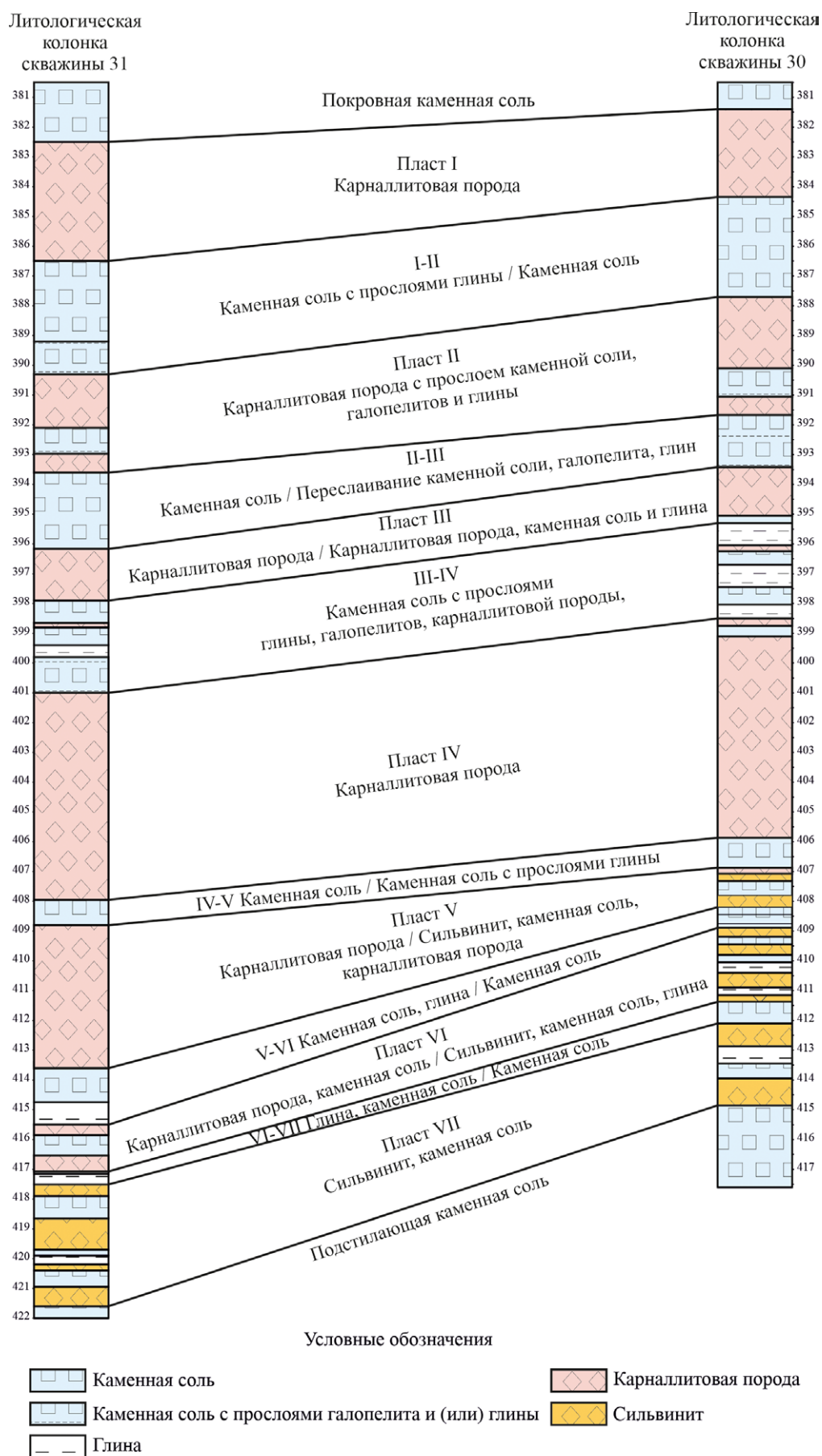


Рис. 5. Сопоставление литологических колонок по продуктивной толще скв. 30 и 31

Таким образом, ввод в промышленную эксплуатацию Якшинского месторождения позволит в качестве потенциального источника для производства тепла (пара) и электроэнергии осуществить подключение к добычному кластеру законсервированных газовых и газоконденсатных месторождений Курьино-Патраковской группы.

В целом, в интересах решения общероссийской задачи освоения сырьевого потенциала северных регионов, стоит скорейшая разработка и прохождение государственной экспертизы в ГКЗ ТЭО постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов карналлитов, предназначенных для добычи способом подземного растворения, отчета с подсчетом запасов карналлитов, с дальнейшим созданием добычного предприятия на основе имеющейся лицензии ООО «ТрейдПромСервис».

За счет вовлечения в промышленную эксплуатацию крупных запасов калийно-магниевых солей Якшинского месторождения, а также законсервированных газовых и газоконденсатных месторождений Курьино-Патраковской группы ООО «Лукойл-Пермь» будет создан крупный промышленный кластер на Северо-Западе Российской Федерации — в Республике Коми, что позволит увеличить российский потенциал производства калийных удобрений и повысить загруженность Северного Морского Пути — основного пути экспортных поставок калийных удобрений с Якшинского месторождения.

В настоящий момент на основании полученных по Якшинскому проекту данных прогнозируется успешное проведение работ по процес-

су управляемого растворения калийно-магниевых солей подземным способом на новой паре скважин, расположенных вне зоны фациального перехода карналлитов к сильвинитам, с расстоянием между специализированными скважинами 25 м.

Продолжение и выполнение основных объемов разведочных работ на объекте планируется после получения положительных результатов по геотехнологии.

Литература:

1. Вишняков А. К., Вафина М. С., Игнатович О. О. Строение и условия формирования калийных солей западной части Верхнепечорского соленосного бассейна // Отечественная геология. № 2. 2018. С. 70–78.
2. Иванов А. В. Краткая характеристика солёности кунгура бассейна течения реки Печоры. 1955. ГБУ «ТФИ РК». Комигеолфонд. Инв. 7106.
3. Богацкий В. И. Предварительный подсчёт запасов калийных и каменных солей Верхнепечорского месторождения по категории С₁ по состоянию геологической изученности на 1 февраля 1959 года. Вой-Вож, 1959, ГБУ РК «ТФИ РК», № 2724.
4. Фойгт Ю. П., Гладков И. И. и др. Отчёт о предварительной разведке Верхне-Печорского месторождения калийно-магниевых и каменных солей (разведочное и структурно-поисковое бурение). Печора, 1965, ГБУ РК «ТФИ РК», № 3726.
5. Игнатович О. О., Слонкина О. Н., Леденцов В. Н., Степанов О. А. и др. Геологическое изучение (поиски и оценка) месторождений минеральных солей в пределах Якшинского участка на территории Республики Коми. Сыктывкар, 2013, ГБУ РК «ТФИ РК», № 16608.

Перспективы освоения Манитанырдского золоторудного района (Полярный Урал)

Л. И. Ефанова¹, Т. П. Майорова^{1,2}, И. Н. Бурцев¹, С. К. Кузнецов¹

¹ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ²СГУ, Сыктывкар

Манитанырдский район находится на Полярном Урале, входит в состав Воркутинской зоны российской Арктики. В середине 60-х годов прошлого столетия здесь открыто и разведано одно небольшое по запасам месторождение коренного золота Верхненияюское-2 и рудопроявления Верхненияюское-1, Нияхойское-1, 2 и Ягодное (рис. 1). С учетом того, что крупные золоторудные объекты Кожимского горнорудного района Приполярного Урала оказались в границах национального парка «Югыд-Ва», указанная территория приобретает категорию первоочередной по перспективности в Республике Коми.

С точки зрения металлогенического районирования выделяется Полярноуральская медь-серебряно-золотая минерагеническая зона, в пределах которой располагается Енганепейско-Манитанырдский золоторудный район, включающий линейную Нияюскую золоторудную зону с Нияхойским и Верхненияюским рудными полями [1, 2]. По золоторудным проявлениям Манитанырдского района и золотоносным корам химического выветривания апробированы прогнозные ресурсы категории P_3 в количестве 25 т золота со средним содержанием 4 г/т и прогнозные ресурсы категории P_2 по Верхненияюскому и Нияхойскому рудным полям в количестве 5 т. Для «месторождения» золота Верхненияюское-2 учитываются ресурсы коренного золота по категории P_1 в количестве 5 т. По данным разведки месторождения Верхненияюское-2, типичного представителя золото-сульфидно-кварцевого геолого-промышленного типа, запасы золота составили 3.4 т, серебра 10.9 т при среднем содержании Au 4.8 г/т. Оруденение прослежено двумя штольнями, канавами, вскрыто скважинами до глубины 240 м, однако по запасам признано мелким с упорными золото-пирит-арсенопиритовыми рудами. Золото в рудах связано с сульфидами и встречается в двух формах. Оно образует субмикронные и микронные выделения размером от 500 нм до 20 мкм в пирите и арсенопирите и более крупные частицы размером от 0.5 до 1.5–2 мм, которые приурочены к трещинкам в пи-

рите и арсенопирите, ассоциируя со сфалеритом, халькопиритом, галенитом, реже с тетраэдритом и минералами висмута [4, 5]. В связи с этим, предшественниками было сделано заключение, что месторождение не представляет промышленного интереса. Позднее запасы не пересчитывались. До настоящего времени работы были ориентированы на поиски объектов золото-сульфидно-кварцевого геолого-промышленного типа, с морфологией залежей в виде жил, с золото-мышьяковым (пирит-арсенопиритовым) минеральным подтипом, по которому и апробированы ресурсы золота.

Авторами настоящей статьи, принимавшими участие в прогнозно-поисковых работах, проведен анализ имеющихся геологических материалов по золотоносности Манитанырдского района, уточнены закономерности развития золотосульфидной минерализации, получены новые данные о вещественном составе руд, оценены возможности наращивания ресурсного потенциала.

По результатам исследований в Манитанырдском районе можно выделить, в дополнение к уже известному жильному золото-сульфидно-кварцевому, еще один тип золоторудной минерализации — золото-сульфидный (пиритовый) минерализованных зон с вкрапленным оруденением (на глубине ниже 30–60 м от поверхности). Представителями этого типа минерализации являются рудопроявления Нияхойское-2, Ягодное и Верхненияюское-1. Руды локализованы в сильно рассланцованных и катаклазированных породах енганепейской свиты. При схожести минерального состава и условий рудообразования существенным отличием от месторождения Верхненияюского-2 является повышенное содержание золота не только в сульфидно-кварцевых жилах, но и во вмещающих породах, характеризующихся развитием вкрапленной и прожилково-вкрапленной пиритовой минерализации.

Рассмотрим в качестве примера рудопроявление Ягодное, расположенное в среднем течении руч. Ния-Вож между проявлениями Нияхойское-2 и Верхненияюское-1 (рис. 1). Оно

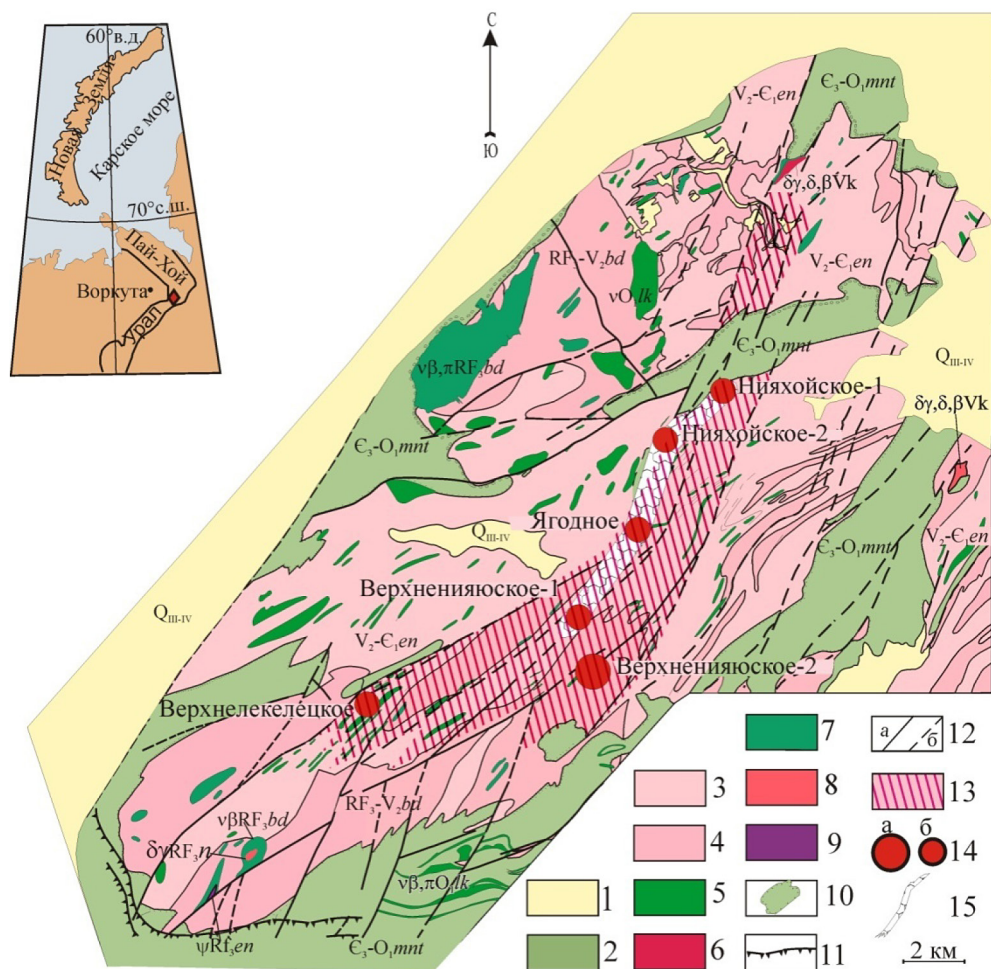


Рис. 1. Геологическое строение и золоторудные проявления Манитаньрдского района (составлено Л. И. Ефановой с использованием материалов Б.Я. Дембовского, 1983 г., [1] с изменениями и дополнениями).

1 — четвертичные отложения; 2 — манитаньрдская серия (верхний кембрий-нижний ордовик): конгломераты, гравелиты, кварцитопесчаники; 3 — енганэпейская свита (верхний венд-нижний кембрий): флишоидное переслаивание алевроитистых туфосланцев, туфопесчаников; 4 — бедамельская серия (верхний рифей-венд): эффузивы основного, среднего, реже кислого состава, их туфы. Интрузивные образования: 5 — леквожский комплекс: оливиновые габбро, пикродолериты; 6 — кызыгейский комплекс габбро-диоритовый плутонический; 7 — экструзивно-субвулканические образования вулканитов нижней толщи бедамельской серии: габбро, габбро-долериты; 8 — нияюский комплекс плагиогранит-тоналитовый плутонический; 9 — енганэпейский комплекс гипербазитовый плутонический; 10 — зона несогласия; 11 — тектонические покровы; 12 — разрывные нарушения: а — достоверные по геологическим данным, б — предполагаемые; 13 — Нияюская рудная зона; 14 — золоторудные месторождения (а) и проявления (б); 15 — перспективная на золото минерализованная зона

выявлено по результатам литохимического опробования. На месте комплексной аномалии (Au, Pb, Zn, Ag, As) пробурен профиль из 3 скважин и позднее пройдена траншея (А.М. Чулаевский, 1988 г.; Л.И. Ефанова и др., 2009 г.). В зоне разлома северо-восточного простирания с восточно-восточным падением сместителя траншей вскрыта пачка рассланцованных, катаклазированных туфопесчаников и туфоалевролитов. Среди них выделяется минерализованная зона мощностью около 14 м, в пределах которой породы хлоритизированы, эпидотизированы, раз-

виты кварцевые прожилки и вкрапленность пирита (рис. 2). Содержание пирита не превышает 1-2 %. Содержание золота в бороздовых пробах составляет десятки-сотни мг/т, а в двух пробах превышает 1 г/т. Валовое средневзвешенное содержание золота в границах рудной зоны составляет 0.55 г/т на мощность 14 м. По данным полукоричневенного спектрального анализа зоны пиритизации сопровождаются повышением содержаний (г/т): Cu (8-30), Ag (0.4-2), Pb (200-600), As (50-100), Bi (3-5). Методом многоэлементного масс-спектрометрического анали-

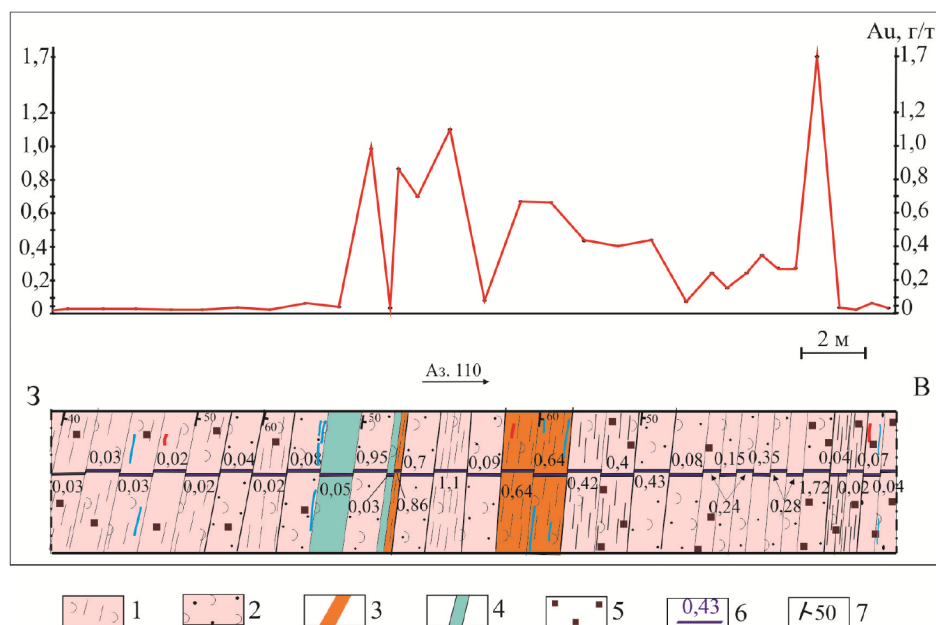


Рис. 2. Геологическое строение рудной зоны проявления Ягодное и результаты бороздowego опробования. 1, 2 — катаклазированные туфоалевросланцы (1) и туфопесчаники (2); 3 — зоны лимонитизации; 4 — кварцевые жилы; 5 — лимонитизированный пирит; 6 — бороздовые и задиговые пробы, содержание золота, г/т; 8 — элементы залегания сланцеватости

за с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) в пирите установлен широкий набор микропримесей, с вариациями содержаний от 0.1 до $n \times 10^4$ г/т, в том числе Ag (2.6–15), Zn (8.4–131), Cd (1.5–2.7), Pb (5.7–800), Cu (129–581), Bi (5.8–54). Интерес с позиции металлоносности представляет Au, содержание которого в пирите колеблется от 3.8 до 28 г/т [3], что является достаточно высоким для оценки потенциальной золотоносности минерализованной зоны.

По данным разведки, на глубине мощность минерализованной зоны увеличивается до 35 м. Несмотря на пунктирное опробование, в ней также обнаружены интервалы с содержанием золота от 1.35 до 3.75 г/т на мощность 0.1–3.2 м. Встречено несколько сульфидно-кварцевых жил (от 2 до 30 см), в которых содержание золота достигает 7.2 г/т. В концентратах проб, промытых из зоны окисления, практически всегда обнаруживаются частицы золота величиной от 0.1 до 0.5 мм.

Параметры минерализованных зон рудопроявлений Нияхойское-2, Ягодное и Верхне-нияюское-1: протяженность — сотни метров, ширина — десятки метров, простирание северо-восточное, падение восток-юго-восточное под углом 50–60°, содержание золота невысокое и колеблется от 0.01 до 4 г/т. Главным рудным минералом является золотоносный мышьяковистый пирит.

Следует заметить, что приповерхностные части практически всех золоторудных проявлений Манитанырдского района затронуты процессами выветривания [4]. Выветрелые породы представлены рыхлыми обохренными сланцами, глинами с переменным количеством обломочного материала. По результатам горно-буровых работ окисленные руды (борнит, халькозин, ковеллин, гетит, лимонит, скородит) распространены до глубины 60 м, но могут достигать 150–190 м (К.Н. Севастьянов, 1965 г.). Содержание золота в приповерхностных частях рудопроявлений иногда выше, чем на глубине — от следов до 2.15 г/куб. м, размер золотинок от 0.2 до 1.0 мм. Встречаются частицы золота с хорошо выраженной высокопробной каймой гипергенного происхождения. Основными глинистыми минералами являются иллит, нонтронит, каолинит и монтмориллонит. В глинах обычно присутствуют альбит, кварц, серицит.

Представляется весьма вероятным, что общий ресурсный потенциал территории далеко не исчерпан приведенными выше прогнозными оценками, а замыкание на одном из известных геолого-промышленных типов оруденения (жильном золото-сульфидно-кварцевом) может отрицательно влиять на эффективность дальнейших поисков. На основе анализа имеющихся ретроспективных материалов (в т.ч. разрозненных в плане литохимических аномалий золота

в почвах) и данных наших исследований, приведем расчет авторских ресурсов P_2 для минерализованной зоны в границах от рудопоявления Нияхойского-1 до Верхненияйского-1 (рис. 3), используя следующие параметры: протяженность — 8250 м, средняя мощность — 10 м, содержание золота 2–4 г/т, плотность руды 3.6 т/м³, запасы руды — 29700 тыс. т, коэффициент рудности 0.5. Ожидаемые ресурсы золота по категории P_2 — 45 т для окисленных (в корях выветривания) и первичных руд.

Наращивание ресурсов и запасов золота возможно за счет доизучения площади, включающей рудопоявления Верхненияйское-1,

Ягодное, Нияхойское-2, Нияхойское-1. При проведении поисковых работ горные выработки и скважины должны быть непрерывно опробованы, что позволит существенно уточнить контуры рудных тел, увеличить их мощность и протяженность. Большой интерес представляет также выявление на данной площади кор выветривания и оценка их золотоносности.

Дальнейшее прослеживание оруденения от известных рудопоявлений вдоль Нияхойской рудной зоны позволяет прогнозировать открытие более крупных по запасам месторождений. Разрозненные в плане литохимические аномалии золота, многочисленные пункты минера-

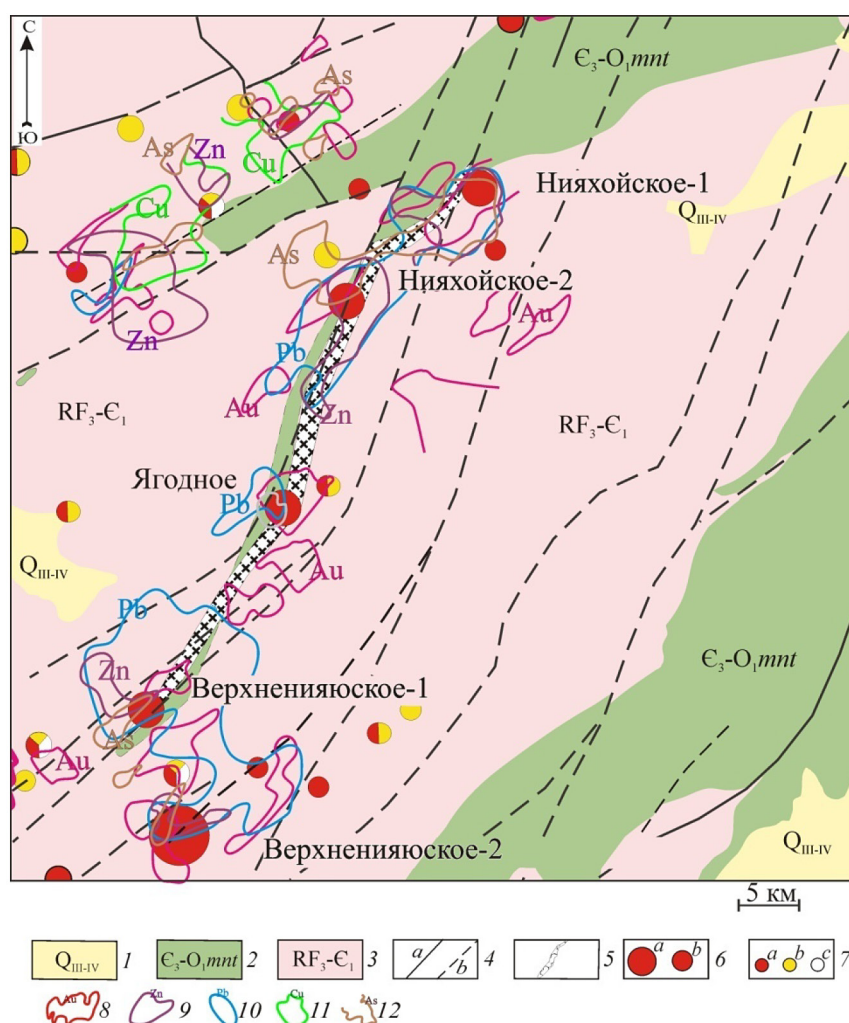


Рис. 3. Размещение рудопоявлений, литохимических аномалий в границах прогнозируемой минерализованной зоны и пунктов минерализации (составлено Л.И. Ефановой на геологической основе Б.Я. Дембовского, 1983 г., и [1]).

1 — четвертичные отложения; 2 — манитаньрдская серия: конгломераты, гравелиты, кварцитопесчаники; 3 — вулканогенно-терригенные и вулканогенные отложения энганзпейской свиты и бедамельской серии; 4 — разрывные нарушения: а — достоверные, б — предполагаемые; 5 — минерализованная зона; 6 — месторождение (а) и проявления (б) золота; 7 — пункты минерализации: а — золота, б — серебра, с — мышьяка. Литогеохимические аномалии по вторичным ореолам рассеяния: 8 — золото в контуре более 6 мг/т; 9 — цинк; 10 — свинец; 11 — медь; 12 — мышьяк

лизации золота, серебра и мышьяка (рис. 2) позволяют ожидать выявление в Манитаньрдском районе двух-трех средних или 5–6 средних-мелких по масштабам золото-сульфидно-кварцевых и золотосульфидных месторождений.

Манитаньрдский район является благоприятным для групповой разработки мелких золоторудных месторождений с запасами золота менее 5 т [7]. Он находится вблизи промышленного и транспортного центра (г. Воркута, около 60 км). Известные и предполагаемые к открытию рудопроявления расположены компактно, сближены между собой на расстояние не более 10 км, характеризуются сходными горно-геологическими условиями и технологическим типом руд. Перечисленные факторы позволяют обрабатывать их одним горным предприятием, в том числе передвижными горно-обогастительными установками модульного типа с комплексами малогабаритного самоходного горного оборудования. Такая стратегия реализуется в настоящее время АО «Полиметалл» при разработке месторождения «Албазино» в Хабаровском крае [6]. Месторождение «Албазино», точнее Албазинский рудный узел включает 6 рудных зон и рудопроявлений близко расположенных, которые относятся к типу минерализованных зон. Сульфидная минерализация отмечается по массе и в прожилках и представлена пиритом, арсенопиритом, реже галенитом, сфалеритом, халькопиритом блеклой рудой [8, 9]. Самородное золото встречается в виде микроскопических выделений (0.05–0.2 мм) в ассоциации с арсенопиритом, блеклой рудой, а часть содержится в арсенопирите в субмикроскопической форме. Руды принадлежат к типу упорных золото-мышьяковистых (арсенопиритовых). Минеральный состав руд практически аналогичен таковому на рудопроявлениях Манитаньрдского района.

Поиск и разработка эффективной и экологической безопасной технологии переработки упорных золото-мышьяковистых руд по-прежнему является актуальной технологической задачей. На Албазинском ГОКе в пределах рудника используется следующая схема обогащения упорных руд [6]. После дробления и измельчения (до 0.074 мм) руда уходит на флотацию, при этом пульпа насыщается воздухом, в нее добавляются пенящие составы из высокомолекулярных спиртов. В результате многоступенчатого процесса получают отжатый из пены твердый осадок (кек) — флотоконцентрат. После сушки, до стандартной влажности 6%, сухой

концентрат отправляется на Амурский гидрометаллургический комбинат, где для извлечения золота применяется технология автоклавного выщелачивания [10]. Она включает окисление флотоконцентрата в автоклавных установках, чановое выщелачивание окисленного концентрата, сорбцию золота на активированный уголь, десорбцию золота из угля, электролиз, плавку анодного продукта и получение сплава Дорэ. Из поступившей на ГОК руды извлекается в среднем 85–87.5% золота. При благоприятных обстоятельствах аналогичный вариант может быть использован при освоении золотых месторождений Манитаньрдского района.

Таким образом, на рудопроявлениях Верхне-нияюское-1, Ягодное, Нияхойское-2, Нияхойское-1, наряду с жильным золото-сульфидно-кварцевым типом оруденения, следует ожидать выявления и оценки еще двух геолого-промышленных типов:

— *золото-сульфидного, с морфологией залежей в виде линейных зон вкрапленной минерализации, с золото-пиритовым минеральным подтипом (на глубине ниже 30–60 м от поверхности).*

— *россыпей золотоносных кор химического выветривания (до глубины 60 м).*

За истекшие полвека с момента открытия рудопроявлений появились технологии переработки упорных руд. Все перечисленное позволяет по-новому взглянуть на перспективы освоения золотоносного Манитаньрдского района.

Литература

1. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Полярно-Уральская. Лист Q-41-V, VI (Воркута). Объяснительная записка / М. А. Шишкин, О. Н. Малых, П. Е. Попов, Л. С. Колесник. М.: МФ ВСЕГЕИ. 2013. 262 с.
2. Ефанова Л. И. Нияюская рудная зона. Кряж Манитаньрд // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения — 2020): Материалы российской конференции с международным участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2020. С. 192–194.
3. Ефанова Л. И., Ковальчук Н. С., Майорова Т. П. Минералого-геохимические особенности пирита золоторудных проявлений как индикаторы природы литогеохимических аномалий (хребет Манитаньрд, Полярный Урал) // Материалы Годичного собрания РМО «Минералого-геохимические исследования для решения проблем петро- и рудогенеза, выявления новых видов минерального сырья и их раци-

онального использования» и Федоровской сессии 2023. СПб.: ЛЕМА. 2023. С. 116–117. DOI: <https://doi.org/10.30695/zrmo/2023.057>

4. Ефанова Л. И., Кузнецов С. К., Тарбаев М. Б., Майорова Т. П. Золотоносность Манитанырдского района и перспективы наращивания ресурсного потенциала (Полярный Урал) // Руды и металлы. 2020. № 3. С. 39–51. DOI: 10.24411/0869-5997-2020-100.

5. Кузнецов С. К., Майорова Т. П., Сокерина Н. В., Филиппов В. Н. Золоторудная минерализация Верхненяюского месторождения на Полярном Урале // Записки РМО. 2011. Ч. СХХХХ (4). С. 58–71.

6. Макаров О. Золотая лихорадка: как самородки превращаются в слитки. 2022. Интернет-источник: <https://www.techinsider.ru/technologies/566994-nasha-prelest-kak-dobyvayut-odin-iz-samyh-dorogih-metallov-na-planete/?ysclid=lsligva8iz896005067>

7. Самсонов Н. Ю., Ягольницер М. Л. Групповая разработка малых золоторудных месторождений. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН. 2012. 240 с.

8. Трушин С. И., Кириллов В. Е. Месторождение Албазино — новый для Дальнего Востока промышленный тип золотого оруденения // Региональная геология и металлогения. 2018. № 73. С. 60–67.

9. Кириллов В. Е., Иванов В. В., Трушин С. И., Юрчук А. Ю., Юрчук Ю. В., Коновалова Н. С. Куянская золотоносная структура Албазинского рудного узла: геология, геофизические поля и оруденение // Разведка и охрана недр. 2023. №10. С. 45–55. DOI: 10.53085/0034-026X_2023_10_45

10. Чугаев Л. В., Шнеерсон Я. М., Лапин А. Ю. Автоклавные технологии в золотоизвлекательной промышленности // Золото и технологии. 2014. № 4(26). С. 90–95.

Принятые сокращения

АТИ РУДН — Аграрно-технологический институт Российского университета дружбы народов

БГУ — Белорусский государственный университет

БИН РАН — Ботанический институт им. В. Л. Комарова Российской академии наук

БНТУ — Белорусский национальный технический университет

БНЦ СО РАН — Бурятский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук

ВГУ — Воронежский государственный университет

ВИМС — Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья имени Н. М. Федорова

ВНИГНИ — Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт

ВиГУ — Витебский государственный университет

ГГМ РАН — Государственный геологический музей им. В. И. Вернадского Российской академии наук

ГГУ — Гомельский государственный университет

ГИ КНЦ РАН — Геологический институт Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»

ГИН РАН — Геологический институт Российской академии наук

ГИН СО РАН — Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук

ЗЯНЦ АН РС (Я) — Западно-Якутский научный центр Академии наук Республики Саха (Якутия)

ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН — Институт биологии Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

ИБХФ РАН — Институт биохимической физики Российской академии наук

ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН — Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

ИГТ УрО РАН — Институт геологии и геохимии имени академика А. Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук

ИГД СО РАН — Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук

ИГГД РАН — Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук

ИГЕМ РАН — Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук

ИГиГ АН РУ — Институт геологии и геофизики им. Х. М. Абдуллаева Академии наук Республики Узбекистан

ИГиРГИ — Институт геологии разработки горючих ископаемых

ИГМ СО РАН — Институт геологии и минералогии имени В. С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук

ИГУ — Иркутский государственный университет

ИЗК СО РАН — Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук

ИМБТ СО РАН — Институт монголоведения, буддологии и тибетологии Сибирского отделения Российской академии наук

ИМГРЭ — Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов

ИМР РТ — Институт минеральных ресурсов Республики Таджикистан

Институт Карпинского — Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени академика А. П. Карпинского

ИО РАН — Институт океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук

ИОА СО РАН — Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук

ИП НАН — Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси

ИПНГ РАН — Институт проблем нефти и газа Российской академии наук

ИППЭС КНЦ РАН — Институт проблем промышленной экологии Севера Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»

ИТПЗ РАН — Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук

ИФЗ РАН — Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук

ИХ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН — Институт химии Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

ИЭМ РАН — Институт экспериментальной минералогии Российской академии наук

ИЯЛИ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН — Институт языка, литературы и истории Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

КГТУ — Калининградский государственный технический университет

КГУ — Краснодарский государственный университет

Коми РО РГО — Коми региональное отделение Российского географического общества

КФУ — Казанский (Приволжский) федеральный университет

МГУ — Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Минприроды РК — Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми

МПР РФ — Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

НПЦ по геологии — Государственное предприятие «Научно-производственный центр по геологии»

ПИН РАН — Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка Российской академии наук

ПМГРЭ — Полярная морская геологоразведочная экспедиция

РМО — Российское минералогическое общество

РГПУ — Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

РГУНГ — Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И. М. Губкина

Роснедра — Федеральное агентство по недропользованию

РЦ микроскопии и микроанализа НП СПбГУ — Ресурсный центр микроскопии и микроанализа научного парка Санкт-Петербургского государственного университета

Севзапнедра Роснедра — Департамент по недропользованию по Северо-Западному федеральному округу, на континентальном шельфе и в Мировом океане Федерального агентства по недропользованию

СПбГУ — Санкт-Петербургский государственный университет

СПГУ — Санкт-Петербургский горный университет

СГУ — Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина

СУНГК — Северо-Уральская нефтегазовая компания

ТГУ — Томский государственный университет

ТомскНИПИнефть — Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа

ТП-ГПК — Тимано-Печорская горно-промышленная компания

ТП НИЦ — Тимано-Печорский научно-исследовательский центр

ТФИ РК — Территориальный фонд информации Республики Коми

ТШНВЦ при ИВПиГЭ НАН КР — Тянь-Шаньский высокогорный научный центр при Институте водных проблем и гидроэнергетики НАН Кыргызской республики

УГГУ — Уральский государственный горный университет

УГТУ — Ухтинский государственный технический университет

ФИЦКИА УрО РАН — Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук

ФИЦ Коми НЦ УрО РАН — Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

ФИЦ ПХФ и МХ РАН — Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук

ФМИ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН — Физико-математический институт Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

ФТИ РАН — Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук

Центр по ООПТ — Республиканский центр обеспечения функционирования особо охраняемых природных территорий и природопользования

ЦНИИГеолнеруд — Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых

ЦСМРнефть при АН РТ — Центр совершенствования методов разработки нефтяных месторождений при Академии наук Республики Татарстан

Авторский указатель

Абакумов И. В.	III	93	Вирюс А. А.	II	90
Аббасова Г. Н.	III	243	Вишератина Н. П.	III	39
Аббасов Н. А.	III	95	Вовчина Т. А.	II	20, 85
Абрамова Т. Т.	III	246	Вовшина А. Ю.	I	30, 39
Агаханов А. А.	III	180	Войтеховский Ю. Л.	II	229, 233
Агиней Р. В.	I	23	Волков В. В.	I	59
Аксеновская Н. О.	III	99	Волокитин А. В.	II	235
Андреичев В. Л.	II	97, 100	Волокитина Н. А.	II	235
Андреичева Л. Н.	II	7	Воробьев Н. Н.	II	152, 194
Антоновская Т. В.	III	7	Воронин М. В.	III	180
Антошкина А. И.	II	187, 189	Галкин А. Н.	II	22
Антропова Е. В.	II	119	Гибшман Н. Б.	II	127
Анчугова Е. М.	III	238	Глазырин Е. А.	II	196
Асвинов Р. В.	III	22	Глазырина Н. В.	II	196
Астахова И. С.	III	197	Глухов Ю. В.	III	131, 134, 153
Астахова Ю. М.	III	228	Головатая О. С.	III	217
Аухатов Я. Г.	III	9	Голубева И. И.	II	100
Ахмадуллина Ю. А.	III	26		III	156
Бабикова Н. Н.	III	199	Голубева Ю. В.	II	7
Бабин Г. А.	I	39	Гоманьков А. В.	II	137
Багдасарян Т. Э.	II	105	Горобец С. А.	III	99
Базаров Б. А.	II	171	Гракова О. В.	II	24, 63, 201
Баламмадов Ш. Р.	III	243	Григоренко Т. И.	III	69
Балашова М. М.	III	104	Груздев Д. А.	II	131
Балуев А. С.	II	10		III	189
Барилевич Д. М.	III	196	Грунис Е. Б.	III	50
Барихута Б.	II	12	Губанов Н. В.	I	42
Баянова Т. Б.	II	67	Губарев И. А.	III	145
Безносков П. А.	II	124	Данилов В. Н.	III	11
Безносова Т. М.	II	120	Данилова Е. М.	III	82
	III	86, 184	Даньщикова И. И.	II	162
Беляева Н. В.	III	33		III	13
Березовская О. Г.	II	227	Дементьева И. Е.	III	57
Бобров Ю. А.	III	264	Демченко Н. П.	I	23
Богданов Б. П.	II	15		II	283
	III	20	Денисова Н. Ю.	II	207
Большакова М. А.	III	24	Денисова Ю. В.	II	27
Брусиловский Ю. В.	II	10	Добрецова И. Г.	II	224
Бугаева А. Ю.	III	205	Докукина К. А.	II	88
Бурдельная Н. С.	III	207	Долгих Л. А.	II	129
Бурко А. Н.	II	45	Дубков А. А.	III	110
Бурцев И. Н.	I	33, 70	Душин В. А.	II	30
	II	247, 258	Егоров Т. С.	II	32
	III	114, 156, 207, 212	Езимова Ю. Е.	II	42
Бушенев А. А.	III	131		III	269
Бушнев Д. А.	III	35, 207	Елсаков В. В.	III	248
Бычковская К. С.	III	196	Ерофеевский А. В.	II	131
Валидов М. Ф.	III	26	Ершов А. В.	III	81
Валяева О. В.	III	35, 62	Ефанова Л. И.	I	70
Варламов Д. А.	III	180		III	153
Васильченко Н. А.	III	131	Ефимова О. В.	III	11
Вевель Я. А.	II	127	Ефремова А. Д.	III	81
Вевиоровский К. М.	I	59	Жабин А. В.	III	110
Ведойник О. В.	III	39	Жарков В. А.	II	135, 178
Вельтистова О. М.	III	50	Жданова Л. Р.	II	286
Вербицкий И. В.	I	30		III	197
Ветошкина О. С.	II	191	Желудова М. С.	III	15, 42
Викентьев И. В.	I	45	Жемчугова В. А.	II	288
	II	70		III	17

Жуклин Е. А.	III	101	Кузнецов С. К.	I	33, 70
Жукова В. Е.	III	228		III	114, 126
Журавлев А. В.	II	148	Кузнецов Ю. А.	III	110
	III	189, 191	Кузьмин Д. В.	III	212, 207
Журавлева О. А.	III	191	Куликова А. В.	II	70
Журавлева Ю. А.	III	17	Куликова К. В.	II	71, 93, 100, 114
Заборовская В. В.	III	20	Кунаккузин Е. Л.	II	67
Застрожнов А. С.	II	236	Куранов А. В.	III	42, 45
Захария И. Р.	III	22	Куранова Т. И.	III	45, 69
Зедгенизов Д. А.	I	42	Кутинцов Ю. Г.	III	193
Зинчук М. Н.	II	34	Кушманова Е. В.	II	48, 59, 63
Зинчук Н. Н.	II	34, 37	Лапаев Д. С.	II	70
Зубова Т. Н.	I	30	Лаптев Н. Н.	III	99
Зыков В. А.	II	283	Латыпов Р. И.	I	13
Иваненко А. Н.	II	10	Латышев А. В.	II	70
Иванов Ю. В.	I	16	Лебедько В. А.	III	17
Ивлев Д. В.	II	249	Левченко Е. Н.	III	214
Игнатчик Е. М.	III	250	Леонов М. Г.	II	50
Игнатьев Г. В.	III	145, 267	Леонова Л. В.	III	178
Ильина Н. В.	II	178	Лиханов И. И.	II	52, 54
Инкина Н. С.	II	187	Логвинова А. М.	I	42
Исаенко С. И.	III	159, 180, 183	Лысова В. Ф.	III	264
Исаков В. А.	II	152, 194	Люткевич А. Д.	II	224
Калиниченко В. Н.	III	110	Лютоев В. П.	III	164, 180, 217
Камашев Д. В.	III	267	Магомедова А. Ш.	II	42
Канивец А. С.	III	220		III	269
Карзанова Г. А.	II	289	Мазур В. В.	III	254
Карманов А. П.	II	137	Майдль Т. В.	III	48
Каткова В. И.	III	184	Майорова Т. П.	I	70
Киселевич Е. А.	I	26		II	291
Кисель В. Г.	II	249	Макаров А. Б.	III	256
Кишко А. А.	III	110	Макарова И. Р.	III	99
Ковальчук Н. С.	III	161	Макеев А. Б.	III	164, 167
Кожанов Д. Д.	III	24	Макеев Б. А.	III	37, 153, 167
Козлов П. С.	II	39	Максименко Н. И.	II	95
Козлов Ю. А.	II	32	Малышев Н. А.	III	33
Козырева И. В.	II	90	Мальцев К. Р.	I	23
Кокшарова Ю. А.	III	105	Маракова И. А.	III	50
Колбанцев Л. Р.	II	236	Мартирисян О. В.	II	242
Кольчугин А. Н.	III	26	Марченко-Вагапова Т. И.	II	7, 152
Комарова А. Г.	III	230	Маслова Е. Е.	III	17
Конанова Н. В.	II	42	Матвеев А. В.	II	22
Коновалова И. Н.	III	82	Матвеев В. А.	II	120
Корзун А. Л.	III	30, 33	Матвеев В. П.	II	141
Костюкевич Н. В.	II	45	Матвеева Н. А.	II	187
Котелина Н. О.	III	199	Матвеева С. Ю.	III	42
Котик И. С.	III	35	Мележ Т. А.	II	145, 244
Котик О. С.	III	35, 37	Мелькова Л. В.	III	39
Котова О. Б.	III	210, 220, 224, 238	Минеев А. Л.	III	193
Кочева Л. С.	II	137	Миннебаев К. Р.	II	70
Кочкина Ю. В.	III	39	Митюшева Т. П.	II	247
Коюшев С. Н.	II	239		III	116, 120
Крайнов А. В.	II	199	Михайлов В. М.	II	222
Красовская И. А.	II	22	Миягашев Д. А.	II	171
Кремер И. О.	II	97	Морохин А. И.	III	171
Крестин Б. М.	II	32	Москаленко С. А.	III	214
Крошинский В. А.	II	45	Мундузова М. А.	III	123
Кряжева И. В.	II	139	Мурзинцева А. Е.	II	171
Кузнецов Д. С.	I	33	Мязин В. А.	III	220
	III	111	Назарова Л. Ю.	III	205, 222
			Нарыжнова Е. Ю.	III	196

Наумов В. И.	III	110	Саетгараев А. Д.	I	13
Нечаев М. С.	III	48, 79		III	35, 69
Никонов Н. И.	III	52	Салдин В. А.	II	187, 189, 222
Никулова Н. Ю.	II	24, 201	Сандула А. Н.	II	187, 215, 218,
Ниндорера Ж. К.	II	12		II	265, 277
Ницевич О. А.	III	214	Сбитнева Я. С.	III	64
Новиков А. А.	I	20	Седаева К. М.	III	66
Носкова Н. Н.	III	259	Селькова Л. А.	II	157
Обласов Н. В.	III	55	Семенова Л. Р.	I	30, 39
Овчарова Т. А.	II	293	Сенин С. В.	III	69
	III	50	Сенина О. А.	II	293
Ожогина Е. Г.	III	210	Серов П. А.	II	67, 76
Онищенко С. А.	III	126	Силин В. И.	II	268, 269
Оношко М. П.	II	45	Силуянов В. Н.	III	22
Оседах А. Г.	II	256	Симакова Ю. С.	II	201
Паникоровский Т. Л.	III	180		III	134, 236
Паньков С. Ю.	III	30	Смолева И. В.	II	171
Пархачев А. А.	III	131	Соболев Д. Б.	II	158
Пархачева К. Г.	III	129, 134	Соболев И. Д.	II	70
Петренко Е. Л.	II	204	Соболев И. С.	III	267
Петрова Н. С.	II	207	Соболева А. А.	II	97, 100, 114
Пешкина С. М.	II	295	Соболева Д. А.	II	70
Плотицын А. Н.	II	148, 181	Соболева М. А.	II	158
Подружая М. А.	II	45	Соборнов К. О.	III	71
Подурушин В. Ф.	II	57	Созонтов Д. А.	II	177
Полякова Е. В.	III	193	Сокерин М. Ю.	II	178
Понарядов А. В.	III	224		III	134, 153
Пономарев Д. В.	II	152	Сокерина Н. В.	III	134
Пономарева Т. А.	II	59	Соколова Л. В.	II	162
Пономаренко Е. С.	II	187, 210, 277	Соленикова Е. О.	III	175
Попвасев К. С.	II	63, 258	Сорока Е. И.	III	178
	III	197	Сотникова А. Г.	III	74
Попков В. И.	III	57	Степанов О. А.	I	59
Попков И. В.	III	57	Стешенко Е. Н.	II	67
Попова М. Н.	III	82	Столова О. Г.	II	272
Потапов И. Л.	II	27, 63	Сучкова Ю. А.	II	177
Притчин М. Е.	III	178	Сычев С. Н.	II	71
Прокопьев Е. С.	III	230	Сычева Н. А.	III	228
Прокопьев С. А.	III	230	Талалай А. Г.	II	296
Прудников А. А.	II	269		III	256
Пуланова С. А.	III	60, 261	Тарбаев М. Б.	I	7
Пухонто С. К.	II	260, 262	Тельнова О. П.	II	137, 166
Пыстин А. М.	II	48, 63		III	199
	III	131	Тентюков М. П.	III	264, 267
Пыстина Ю. И.	II	63, 65	Терентьев А. Т.	III	131
Размахнин К. К.	III	233	Терентьев С. И.	II	168
Размыслов И. Н.	III	226	Терентьева А. С.	III	99
Ракин В. И.	III	173	Терехин К. И.	II	114
Рассулов В. А.	III	228	Терехов Е. Н.	II	73
Растрогин А. Е.	I	7		III	164
Родкин М. В.	III	261	Тимонина Н. Н.	III	76
Ростовцева Ю. В.	II	213	Тимушев Д. А.	III	267
Ростовщиков В. Б.	I	23	Травин А. В.	II	76
	II	283	Тропников Е. М.	III	145, 205
	III	39	Трутнев А. К.	III	137
Рябинкина Н. Н.	III	62	Удортин В. В.	II	42
Рябков Ю. И.	III	205, 222		III	269
Рязанов К. П.	II	154	Удортин О. В.	II	85, 90, 100, 103, 107
	III	139		III	180
Савельева А. А.	III	35	Ульныров И. Л.	II	162
Савко А. Д.	II	199		III	79

Уляшев В. В.	III	183	Шатравин В. И.	II	173
Уляшева Н. С.	II	76, 103	Швецов М. В.	III	11
Утопленников В. К.	III	81	Шеболкин Д. Н.	II	187, 220
Федоришин Б. Д.	III	212	Шипунов А. П.	I	36
Филатова И. И.	III	139	Шишкин М. А.	I	30, 39
Филиппов В. Н.	III	156	Шмакова А. М.	II	107, 110
Филиппова Т. П.	II	274	Шмелева Л. А.	II	187, 210
Фокина Н. В.	III	220	Шуйский А. С.	II	76, 85, 100, 103, 107, 111, 114
Фролов С. Г.	II	296	Шумилов И. Х.	II	166
Хабаров А. Б.	III	30	Шумилова Л. В.	III	233
Халиков О. А.	III	143	Шумилова Т. Г.	III	84, 148, 159, 161, 171, 183
Хасанова Г. Г.	III	256	Шумов И. С.	II	177
Хаюзкин А. С.	III	26	Шушков Д. А.	III	205, 212, 236, 220
Хитров А. М.	III	82	Щемелинина Т. Н.	III	238
Хубанов В. Б.	II	24, 63, 76, 97, 105, 171	Щипцов В. В.	I	48
Хубанова А. М.	II	171	Юдин В. В.	II	78
Цой В. Д.	III	123, 143	Юнин И. А.	I	13
Цыбульская А. Е.	II	93, 97		III	69
Чапоргина А. А.	III	220	Юркина И. О.	III	120
Чижишева Т. А.	III	230	Юрьева З. П.	III	86
Чистова З. Б.	III	193	Юхтанов П. П.	II	247, 277
Чуканов Н. В.	III	180	Ющенко И. С.	III	89
Чураков В. С.	II	177	Яговкина М. А.	II	224
Шадрин А. Н.	II	187, 218	Янсон С. Ю.	II	224
Шайбеков Р. И.	III	145	Qie W.	II	181
Шамсиев Р. Р.	III	26	Song J.	II	181
Шамсутдинова Л. Л.	III	45, 86			
Шанина С. Н.	III	37			

Ключевые слова

1 264 229	II	19	бурение глубокой скважины	III	13
Ar-Ar-метод	II	109	Василиновское		
C-N-изотопия	II	172	медно-золото- платиноидное		
Coelodonta antiquitatis	II	172	рудопоявление	III	147
deep learning	III	200	ВЕП	II	127
ICP	III	103	верхнеордовикские эвапориты	III	74
LA-ICP-MS	II	106	Верхнестугорское месторождение	III	182
Lu-Hf-изотопная			верхний миоцен	II	214
систематика цирконов	II	56	верхний рифей	II	99
Phylladoderma	II	139	верхний силур	III	88
surfer	III	103	ветровой режим	III	266
Th-U-Pb	II	92	взрыв	III	260
U-Pb LA-ICP-MS-возраст цирконов	II	70	визейский ярус	II	220
U-Pb- и ⁴⁰ Ar- ³⁹ Ar-возраст	II	56	Витебская область	II	24
U-Pb-возраст	II	102	водостойкость	III	247
U-Pb-геохронология	II	106	возрастная шкала	II	19
U-Pb-датирование	II	26	Волго-Уральская провинция	II	19
абиотическое осаждение	II	214	Волго-Урал	III	35
абсолютный возраст	II	92	Воронежская антеклиза	II	200
авлакогены	II	39	воспроизводство МСБ	III	142
алексинский горизонт	II	127	Восточно-Европейский		
аллотропы серы	III	224	барьерный риф	II	19
алмаз	III	149, 183	Восточный Паратетис	II	214
алмазоносность	III	149	вторичные коллекторы	III	59
алмазообразование	II	36	Вуктыльское НГКМ	III	13
Алмалыкский рудный район	III	125	Вуктыльско-Среднепечорский		
Аляска	II	244	газонефтеносный район	III	41
амфиболиты	II	116	вызванная сейсмичность	III	263
Ангарский комплекс	II	53	выставка	II	291
аномалии магнитного			выщелачивание	III	235
и гравитационного полей	II	12, 44	Вычеда	II	236
анортозиты	II	75	габбро	III	147
антеклизы	II	39	габбро-долериты	II	95
антиклинальные зоны	III	41	газ	III	45, 47, 90
арагонит	II	214	газоконденсатная залежь	III	13
	III	179	газопоявления	III	13
Арктика	II	269	генезис алмазов	II	36
Арктическая зона	II	34	генерация углеводородов	III	41
архей	II	89	геоаэрозоли	III	268
археология	II	236	геогаз	III	268
асфальтит	III	217	геодинамика	II	41, 81
Атлантический океан	II	19	геоинформационная система	III	197
базальты	II	111	геологическая коллекция	II	291
базовая кафедра геологии	II	293	геологическая модель	III	197
базы данных	III	200	геологические исследования	II	276
Байдарацкий разлом	II	58	геологические объекты	III	62
балансовые запасы	III	110, 197	геологические формации	II	217
Баренцево море	II	58, 271	геологический памятник природы	II	246, 249
Белое море	II	271	геологическое изучение	II	264
библиографические указатели	II	269	геологическое обнажение	II	246
биогенные микроструктуры	II	193	геологическое образование	II	286, 293
биорекультивация	III	266	геолого-промышленные типы	III	258
биостратиграфическая шкала	II	120	геолого-структурные особенности	III	125
биохимическая активность	III	240	геоплотностные разрезы	II	44
благородные элементы	III	111	геотермобарометрия	II	56
бокситоносные районы	III	94	геотехнология	III	217
бокситы металлургического сорта	III	94	геохимия	II	53, 56
Большесынинская впадина	II	180		III	144
большие глубины	III	33	геохронология	II	53

гидрогеологическое			изотопный возраст	II	64
картографирование	II	34	изотопный состав гафния		
гидротермальные жилы	III	163	цирконов	II	102
глауконитовый минерал	III	240	изотопный состав кислорода		
глубинное строение	II	44	цирконов	II	102
глубинные месторождения	III	268	изотопный состав неодима пород	II	102
глубинные разломы	III	81	изотопный состав углерода	III	37
глубинные флюиды	III	59	ИК-, Мёссбауэровская		
глубокозалегающие комплексы	III	59	и оптическая спектроскопия	III	166
голоцен	II	140	ИК-спектроскопия	III	182
Гомельская область	II	246	иллит	II	200
горные породы	II	236	иммобилизация	III	240
горный удар	III	260	импактит	II	97
градация	II	156		III	85
гранат	III	177	инженерно-геологическое		
гранат-альмандин	III	166	картографирование	II	34
гранит	II	30	ирендыкская свита	II	70
гранитоиды	II	113	ископаемые смолы	II	244
границы	II	58	история науки	II	269, 276
гранулиты	II	75	источник	II	276
граптолиты	II	156	Камско-Кинельская система		
гряда Чернышева	III	74	прогибов	III	35
грязевой вулканизм	II	198	Канино-Тиманский регион	II	111
грязевулканическая брекчия	II	198	каолинит	II	200
ГЧП	III	142	карбонатные отложения	II	193, 217
девон	II	70	карбонатные породы	III	125
	III	200	карбонатные породы-коллекторы	III	80
демография	II	286	карбонатные природные		
Денисовский прогиб	III	37	резервуары	III	80
детритовый циркон	II	99	карбонаты	III	179
дефляция	III	266	Карельский перешеек	II	271
диоксид циркония	III	206	Карпаты	II	51
диффузионный массоперенос	III	268	Карская астроблема	II	97
дмитрийварламовит	III	182		III	149, 163
добыча песка	III	266	квальмиты	III	139
докембрий	II	41, 64	квартер	II	271
докембрийские отложения	II	26	кварц	III	219
долериты	II	111	кварц-гидрослюдистые	III	125
доломиты	II	193	керамические глины	II	200
Е. С. Малясова	II	271	кимберлиты	II	39
Е. С. Федоров	II	276		III	195
Европейский Север России	II	276	кларки-концентрации	III	144
Енисейский кряж	II	53, 56	Колвинский мегавал	III	88
залежь	III	90	количественная оценка		
заменители цианида	III	235	ресурсов УВС	III	45
Западное Забайкалье	II	172	коллектор	III	90
запасы	III	122	коллизия	II	73, 89
землетрясение	III	260	комплексирование методов	III	212
зола	III	247	комплексная переработка		
золото	III	98, 125, 144,	минерального сырья	III	232
	III	147, 235	комплексные руды	III	212
золь-гель	III	206	композит	III	206
зювит	II	97	композиционные материалы	III	224
известняки	III	29	контурные карты	III	197
изоконцентраты	III	103	коренные источники	III	177
изомертиит	III	128	корреляционная матрица	III	139
изотопия $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$	II	220	крайпольская свита	II	167
изотопно-геохимические			кристаллическая структура	III	182
характеристики гранитоидов	II	102	кристаллохимия	III	166
изотопно-геохронологические			ксеноблоки	II	198
исследования	II	78	Кузнецкий угольный бассейн	III	232

лабораторные исследования	III	235	монтмориллонит	II	200
лечебные грязи	III	119	морфогенетическая		
лечебные ресурсы	III	119	классификация	III	66
ливановская свита	II	156	морфоструктурные особенности	III	177
ликвация	II	21	музей	II	291
литофациальное			надгруппа колумбита	III	182
и тектонодинамическое			нановолокна	III	206
моделирование	III	66	наноструктурированные вещества	III	183
литифилы	III	268	некомпенсированные прогибы	III	35
лицензионный участок недр	III	101	нетрадиционные объекты		
ловушки нефти и газа	III	74	месторождений углеводородов	III	85
лядгейский комплекс	II	21	нефтегазоносная провинция	III	78
магматические внешние флюиды	III	98	нефтегазоносность	III	59
Магнитогорская островная дуга	II	70	нефтегазообразование	III	33
Малый Кавказ	III	98	нефтегазоперспективная структура	III	16
мантийные источники	II	95	нефтегазоперспективные ловушки	III	66
Маньхамбо	III	103	нефть	III	16, 37,
Маньхамбовский блок	III	103		III	45, 47, 90
марганцевые руды	III	101	нефтяные месторождения	III	266
материальные носители			нефтяные системы	III	35
первичной геологической			нижний девон	III	88
информации о недрах	II	259	нижний карбон — нижняя пермь	II	217
мегарезервуары	III	62	нижний карбон	II	127
медно-порфировые			Николайшорский массив	II	30
месторождения	III	98	ниобозшинит-(Y)	II	87
медь	III	98	нитрат свинца	III	235
мезолитическая стоянка	II	236	Новая Земля	II	271
мелкие млекопитающие	II	140	новый минерал	III	182
мертиит	III	128	обстановки осадконакопления	III	29
месторождение Киттеля	III	166	объёмная активность радона	II	44
месторождения	II	264	околорудные метасоматиты	III	179
	III	110, 119, 122	ооиды	II	193
месторождения нефти и газа	III	62	опытно-промышленные работы	III	217
месторождения углеводородов	III	85	органическое вещество	III	64
метаморфизм	II	73	орогенез	II	41
	III	64	особо охраняемая природная		
метасоматиты кварцевые	III	125	территория	II	249
метеоритный кратер	III	149	остров Вайгач	II	95
метод скважинной гидродобычи	III	217	отложения	II	246
методика оценки	III	144	отрывы	III	125
методы интенсификации	III	235	отходы угледобычи	III	232
методы мониторинга	III	263	оценка ресурсов	III	101
мигматиты	II	104	Пай-Хой	II	81, 156
микро- и наноформы	III	111		III	163
микробиологическая активность	III	240	палеороссыпь	II	180
микроорганизмы	III	240	палеотектонические		
микроструктура	III	206	реконструкции	II	70
минал	III	177	палинология	II	271
минерагения	II	24	палиностратиграфия	III	200
минералогические критерии	III	212	пастбищное оленеводство	III	250
минералогия	III	144	пермские угли Печорского		
минералого-технологическая			бассейна	II	139
оценка сырья	III	232	персоналии	II	269
минералы кимберлитов	II	36	перспективные на нефть		
минерально-сырьевой	III	142	и газ районы	III	195
минеральные воды	III	119	перспективы нефтегазоносности	III	85
Мисхано-Зангезурская зона	III	98	перспективы	III	144
модель	III	81, 103	песчаники	II	99
молибден	III	98	петельчатые известняки	II	156
монацит	II	92	петрогенные элементы	II	30
мониторинг	III	250	петрохимия	II	95, 116

петрохронология	II	106	риолиты	II	21, 87
Печорская плита	II	58	рифт	II	75
Печорский бассейн	II	264	рифтогенез	II	12, 39
Печорский угольный бассейн	III	111		III	81
Печорское Приуралье	II	264	Родиния	II	41
Пижемское месторождение	III	219	Российско-американская компания	II	244
пироксениты	III	147	россыпь	III	136
плавление	II	104	Р-Т-условия метаморфизма	II	78
плагиогнейсы	II	116	рудоносность	III	103
плагиограниты	II	104	рудопроявление Большая Турупья	III	139
план деформаций	III	125	самородное золото	III	136
платиноиды	III	147	Сафьяновское Cu-Zn-колчеданное		
пляжная флора	III	266	месторождение	III	179
п-ов Канин	II	111	свинцовый глет	III	235
подвижный пояс	II	75	свиты	III	144
подземные воды	III	110, 122	свойства	III	206
поднадвиговые отложения	III	13	СГУ им. Питирима Сорокина	II	293
позднеледниковье	II	140	север Урала	II	102
поздний девон	II	167	Северный Урал	II	87, 102, 140,
поздний неоплейстоцен	II	172		II	217, 220, 276
полезные ископаемые	II	19		III	94
полисульфиды	III	224	северо-восток европейской части		
Полярный Урал	II	78, 102, 104,	России	II	140
	II	113, 116, 291	Северо-Енисейский кряж	II	41
	III	147	серебро	III	235
потенциально токсичные			серное вяжущее	III	224
элементы	III	263	серобетон	III	224
Предуралье	II	81	сеточные файлы	III	197
приборная база	III	212	сидерофилы	III	268
прикладная геология	II	286	силикатизация	III	247
Приполярный и Полярный Урал	II	64	симбиоз солей и рифов	III	74
Приполярный Урал	II	30, 102	синеклизы	II	39
природные резервуары	III	78	сколы	III	125
прогноз нефтегазоносности	III	47	скорость роста	II	19
прогноз	III	125, 195	слабый грунт	III	247
прогнозирование	III	136	сланцевая нефть	II	286
прогнозные ресурсы	III	110	сланцевые формации	III	263
продукты глубокой переработки			снежный покров	III	266, 268
отходов древесины	III	224	состав	III	166
пропилиты	III	147	СПБГУ	II	271
протолиты	II	53	спектроскопия комбинационного		
прочность	III	247	рассеяния	III	182
пустотное пространство	III	80	сперрилит	III	128
пыльца	II	271	специализированные хранилища	II	259
радоновая аномалия	II	44	среднефранско-турнейское время	III	35
развитие сырьевой базы	II	286	Средний Тиман	II	92, 109, 167
разделение полей	II	12		III	94, 136, 182
разломные зоны	II	44	средний триас	II	180
районирование	II	24	Средний Урал	III	258
распад Au-Ag-Cu-твердого			стабилизирующие добавки	III	206
раствора	III	128	стратегическое сырье	III	94
распределение	III	103	стратиграфия	II	264
растения-дериваты	II	139	стратифицированные комплексы	II	64
редкометалльно-редкоземельная			строматопороидеи	II	120
минерализация	II	87	структурные примеси	III	219
редкометалльно-редкоземельное			структурообразование	II	73
оруденение	II	92	субдукция	II	89
редкометалльные эйситы	III	139		III	81
Республика Коми	II	249, 269	сульфофилы	III	268
	III	110, 119, 122	сухоройные карьеры	III	266
ресурсный потенциал	III	33	сынинская свита	II	180

тектогенез	II	81	уран	III	103
тектоника	II	44, 81	условия осадконакопления	III	78
тектоническая модель	II	41	Ухтинский и Удорский районы	III	101
тектонические обстановки	II	53, 56	фаунистические ассоциации	III	88
теллуриды	II	116	фации	III	29
температуры кристаллизации	II	113	фильтрационно-емкостные модели	III	41
термическая эволюция	III	33	флиш	II	51
термобарометрия	II	53	флюидолиты	II	198
термохронология	II	106	фораминиферы	II	127
техногенные воздействия			фран	II	120
при добыче УВ	III	263	франский ярус	II	167
техногенные месторождения	III	258	харбейский амфиболит-гнейсовый комплекс	II	78
техногенные отвалы	III	111	хвосты ЗИФ	III	235
технология геологической разведки	II	286	хемосистематика	II	139
Тиман	II	111	хребет Енганепэ	II	21
Тимано-Печорская провинция	II	19	цветные металлы	III	258
	III	35, 80	центрифугирование	III	268
Тимано-Североуральский регион	II	120, 180	циркон	II	26, 64, 113
Тихий океан	II	19	цифровое моделирование рельефа	III	195
ТПИ	III	142	четвертичные отложения	II	24
традиционные и нетрадиционные коллекторы	III	62	шельф Баренцева моря	II	12
трахириолиты	II	87	щелочные пикриты	II	109
тундра	III	103, 266	эколиты	II	89
турнейский ярус	III	29	эксгумация	II	75
тяжелые металлы	III	250	экспедиция	II	276
Тянь-Шань	II	51	экструзивно-субвулканическое образование	II	21
углеводороды	III	37, 78	элементный и фазовый состав	III	111
угленосная формация	III	64	эпицентр	III	260
угленосные пермские отложения	II	264	ЭПР	III	219
углерод	III	183	эрозионный срез	III	144
углеродные фазы	III	183	эффективная намагниченность	II	12
угольные шламы	III	232	Южно-Баренцевская впадина	II	58
угольный бассейн	III	64	Южно-Осташковичское месторождение	III	90
ударно-абразивные орудия	II	236	Южный Тиман	II	26, 99
ударные структуры	III	85	Южный Урал	II	70
Узбекистан	III	125	юниорный бизнес	III	142
ультраосновные породы	II	109			
Урал	II	81			
Уральский ороген	II	73			

Содержание

Итоги геологоразведочных работ за 2019–2023 гг. на территории Республики Коми, в свете выполнения задач Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года <i>А. Е. Растрогин, М. Б. Тарбаев</i>	7
Развитие ресурсной базы Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции за счет геологоразведочных работ <i>А. Д. Саетгараев, И. А. Юнин, Р. И. Латыпов</i>	13
Результаты работ АО «Боксит Тимана» за 2023 год и перспективы развития предприятия <i>Ю. В. Иванов</i>	16
Роль и значение Республики Коми в развитии МСБ титана России <i>А. А. Новиков</i>	20
Сырьевая углеводородная база Республики Коми: состояние, проблемы и пути их решения на современном этапе <i>Р. В. Агинец, К. Р. Мальцев, Н. П. Демченко, В. Б. Ростовщиков</i>	23
Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых Республики Коми <i>Е. А. Киселевич</i>	26
Состояние и перспективы развития регионального геологического изучения Республики Коми <i>М. А. Шишкин, Т. Н. Зубова, И. В. Вербицкий, Л. Р. Семенова, А. Ю. Вовшина</i>	30
Минерально-сырьевые ресурсы в социально-экономическом развитии Республики Коми <i>И. Н. Бурцев, С. К. Кузнецов, Д. С. Кузнецов</i>	33
Состояние и перспективы угледобывающей отрасли Республики Коми <i>А. П. Шипунов</i>	36
Цифровая тектоническая карта северо-востока Европейской части России масштаба 1:2 500 000 <i>М. А. Шишкин, Г. А. Бабин, Л. Р. Семенова, А. Ю. Вовшина</i>	39
Особенности формирования алмазоносных парагенезисов литосферной мантии восточной окраины Русской платформы <i>Д. А. Зедгенизов, Н. В. Губанов, А. М. Логвинова</i>	42
Стратегическое, критическое сырье в Российской Федерации и проблема редких и рассеянных элементов сульфидных руд <i>И. В. Викентьев</i>	45
Экономически важные твердые полезные ископаемые Арктической зоны Республики Карелия <i>В. В. Щипцов</i>	48
Геологоразведочные работы на Якшинском месторождении минеральных (калийно-магниевых) солей <i>О. А. Степанов, К. М. Вевировский, В. В. Волков</i>	59
Перспективы освоения Манитаньрдского золоторудного района (Полярный Урал) <i>Л. И. Ефанова, Т. П. Майорова, И. Н. Бурцев, С. К. Кузнецов</i>	70
Принятые сокращения	76
Авторский указатель	79
Ключевые слова	83

Научное издание

**Геология и минеральные ресурсы
Европейского Северо-Востока России**

Материалы XVIII Геологического съезда Республики Коми

ТОМ I

Компьютерная верстка

Р. А. Шуктомов, А. Ю. Перетягин

Корректурa

О. В. Габова, Г. Н. Каблис

Оформление обложки

Р. А. Шуктомов, А. Ю. Перетягин

Подписано в печать 03.04.24. Печать РИЗО.

Тираж 300

Усл. печ. л. 11,5

Заказ 1226

Издательско-информационный отдел
Института геологии имени академика Н. П. Юшкина
Федерального исследовательского центра
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»
167982, Сыктывкар, Первомайская, 54
Эл. почта: geoprint@geo.komisc.ru

