

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ

№ 1 / 2020

Основан в марте 1933 года

Журнал выходит шесть раз в год

УЧРЕДИТЕЛИ



Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации



Российское геологическое общество



Центральный научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главные редакторы: С.А.Аксенов
А.И.Иванов

Н.В.Милетенко (зам. главного редактора),
Т.М.Папеско (зам. главного редактора),
А.И.Черных (зам. главного редактора)

Е.М.Аксенов, А.И.Варламов, С.С.Вартанян,
А.И.Жамойда, А.А.Кременецкий, М.И.Логвинов,
Г.А.Машковцев, Н.В.Межеловский, И.Ф.Мигачев,
А.Ю.Розанов, Г.В.Седельникова, И.Г.Спиридонов,
В.И.Старостин, Е.Г.Фаррахов

Содержание

85-летие ЦНИГРИ.....	3	ЛИТОЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ	
ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА, НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ			
<i>Аксенов С.А.</i> Основные результаты геологоразведочных работ на твёрдые полезные ископаемые в 2019 г. и задачи на 2020 г.	8	<i>Николаев Ю. Н., Калько И. А., Бакиев И. А., Аплеталин А. В., Власов Е. А., Хабибуллина Ю. Н., Джеджея Г. Т., Прокофьев В. Ю., Тихомиров П. Л.</i> Золото-серебряная минерализация Олойской зоны и её промышленные перспективы.....	66
<i>Черных А.И., Иванов А.И., Алексеев Я.В.</i> Развитие минерально-сырьевой базы золота суб- ектов Российской Федерации в 2005–2018 гг.	21	<i>Литвиненко А.К., Романова Е.И.</i> Роль пустот в образовании кристаллов на место- рождении благородной шпинели Кухи-Лал, Юго- Западный Памир.....	80
МЕСТОРОЖДЕНИЯ РУДНЫХ И НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ		75-й ГОДОВЩИНЕ ПОБЕДЫ ПОСВЯЩАЕТСЯ	
<i>Корчагина Д.А., Агибалов О.А.</i> Опыт прогнозирования перспективных на золотое оруденение площадей на основе проведения ком- плексного анализа рудной и россыпной золотонос- ности (Забайкальский край).....	29	О значении минеральных ресурсов в экономике страны в период Великой Отечественной войны....	88
<i>Глухов А.Н., Тюкова Е.Э.</i> Геолого-генетические особенности Ороевского рудо- проявления медистых сланцев (Приколымский тер- рейн, Северо-Восток России).....	52	Ветераны ЦНИГРИ – участники Великой Отечест- венной войны: М.Г.Андреева, Л.С.Бегун.....	92
		ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ	
		Памяти Виктора Ивановича Власюка.....	93
		К 80-летию со дня рождения Георгия Владими- ровича Ручкина.....	94

Редакция: *Т.М.Панеско, А.П.Фунтикова*
Компьютерная верстка *А.Д.Юргина*

Решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования науки
Российской федерации журнал включён в «Перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора
и кандидата наук»

Свидетельство о регистрации в средствах массовой информации

№ 01217 от 03 июня 1992 г.

Подписано в печать 28.02.2020

Адрес редакции: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1

Телефон: (495) 315-28-47. Факс: (495) 315-43-47. E-mail: ogeo@tsnigri.ru

Сайт: http://tsnigri.ru/o_geology

Сайт электронной библиотеки: <http://elibrary.ru>

Типография ФГБУ ЦНИГРИ

85-летие ЦНИГРИ

В марте 2020 года Центральному научно-исследовательскому геологоразведочному институту цветных и благородных металлов исполняется 85 лет. На протяжении восьми с половиной десятилетий ЦНИГРИ создаёт интеллектуальный фундамент отечественной геологоразведочной отрасли в тесном взаимодействии с производственными организациями и в плодотворном сотрудничестве с отраслевыми организациями, академическими институтами и университетами. Наши специалисты отвечают за научно-обоснованное планирование и эффективное проведение геологоразведочных работ, решение этих задач – важнейшее условие воспроизводства минерально-сырьевой базы России.

В ведении ФГБУ «ЦНИГРИ» девять видов полезных ископаемых, которые занимают ведущее место в структуре российской минерально-сырьевой базы (МСБ) и в объёмах геологоразведочных работ (ГРР): алмазы, золото, серебро, металлы платиновой группы, медь, свинец, цинк, никель и кобальт. Эти твёрдые полезные ископаемые (ТПИ) входят в ряд стратегических и имеют приоритетное значение: в нашей стране на них приходится около 65% общего числа всех выданных недропользователям лицензий, причём финансирование последних составляет приблизительно 3/4 суммарных затрат федерального бюджета на ГРР по ТПИ и около 85% средств, закладываемых недропользователями. Приведённые цифры показывают, насколько значимы работы, проводимые институтом. В преддверии его юбилея мы с признательностью вспоминаем имена основателей ЦНИГРИ (НИГРИЗолото) и отмечаем основные вехи его истории.

Первая страница летописи Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных и благородных металлов – приказ начальника главного управления золотоплатиновой промышленности Народного комиссариата тяжёлой промышленности СССР А.П.Серебровского от 28 марта 1935 г. № 79 об организации НИГРИЗолото на правах отдела Государственного всесоюзного золотоплатинового геологоразведочного треста «Золоторазведка». Институт формировался в сложный период становления советской промышленности и освоения северных и дальневосточных регионов. Правительство понимало первостепенную роль научных исследований при планировании и проведении геологоразведочных работ на бескрайних просторах страны. Обязательство создания нового учреждения замести-

тель наркома тяжёлой промышленности СССР Александр Павлович Серебровский подробно описал в своей книге «На золотом фронте», опубликованной в 1936 г.: «... рудные месторождения почти нигде не разрабатывались за исключением некоторых мест Западной Сибири, Забайкалья и Урала. Золотая промышленность применяла мускульный труд по преимуществу, добыча была совершенно неустойчива и зависела от случайных открытий новых богатых россыпей <...> Мы должны были создать геологическую часть, провести геологические работы, начать исследовательские работы, о которых раньше и не думали. Это нужно было сделать немедленно, потому что без наличия проверенной и вполне определённой сырьевой базы никакой план нового строительства рудников и фабрик ни к чему не привел бы; рост золотой промышленности определялся прежде всего кадрами, затем организацией труда, освоением разведки, наличием подготовленных запасов золота...».

Возглавил новый институт НИГРИЗолото профессор Томского горного института Николай Николаевич Горностаев. Первому директору и его преемникам Юрию Каспаровичу Краукле, Ошеру Абрамовичу Дубровскому, Георгию Капитоновичу Славину, Якову Наумовичу Спивакову, Евгению Андреевичу Савари удалось сформировать в течение первых пятнадцати лет очень профессиональный коллектив. И хотя в силу известных причин имена представителей «валютного цеха» страны долгие годы оставались неизвестными даже специалистам, не говоря уже о широкой общественности, ныне научные работы Сергея Дмитриевича Шера, Нины Васильевны Петровской, Марии Борисовны и Николая Ивановича Бородаевских, Софьи Георгиевны Мирчинк, Георгия Павловича Воляровича, Лидии Александровны Николаевой и других представителей первого и второго поколений НИГРИЗолото–ЦНИГРИ вошли в классический фонд геологической литературы, посвящённой исследованию месторождений благородных металлов.

В первые годы существования ЦНИГРИ основными его задачами были систематическое и всестороннее изучение отечественных месторождений золота, детальные исследования по их геологии, геофизике, выработка направлений поисковых и разведочных работ. Большое внимание уделялось горнопроходческим работам и методике разведки. В период Великой Отечественной войны на институт было возложено обслуживание всех отраслей цветной металлургии с преобладанием «золотого» направления.

Многие сотрудники (Г.П. Волярович, Н.И. Бородаевский, П.Л. Каллистов, А.Ф. Сачков, А.П. Божинский и другие) трудились в отдалённых регионах, где решались задачи обеспечения различными видами минерального сырья фронта и военных предприятий.

В 1947 г. специальным постановлением Совета Министров СССР в институте было создано новое направление – научные исследования в области технологии обогащения золотосодержащих руд, песков и металлургии золота. Организацию работ поручили горному инженеру-металлургу Е. А. Савари. С 1953 г. помимо золотоплатиновой и алмазной тематики ЦНИГРИ занимается исследованиями в медной, свинцово-цинковой и редкометалльной подотраслях цветной металлургии, а также геолого-экономической оценкой месторождений.

В 1957 г. НИГРИЗолото переименован в Центральный горно-разведочный институт цветных, редких и благородных металлов – ЦНИГРИ, и спустя год первым среди отечественных научно-исследовательских институтов начал заниматься всем комплексом вопросов в области прогноза, поисков, оценки и разведки месторождений благородных и цветных металлов и алмазов, техники и технологии геологоразведочных и буровых работ, анализа и обогащения руд, развития минерально-сырьевой базы и цветной металлургии страны. В 1963 г. ЦНИГРИ разрабатывал основные направления технической политики отрасли в геологоразведочных работах на благородные металлы, медь, свинец, цинк, никель, кобальт и алмазы (включая технологию обогащения руд), а также в рудничной геологии, технике и технологии горно-разведочных работ, охране труда.

Широкий спектр исследований, традиция всестороннего анализа материалов и высокий профессиональный уровень научных сотрудников определили ведущее положение ЦНИГРИ в отрасли. Здесь сложилось сообщество экспертов, с чьим мнением считались руководители, определявшие политику проведения геологоразведочных и горно-буровых работ. В 1972 г. постановлением ГКНТ СССР ЦНИГРИ присвоен статус головной организации Министерства геологии по золоту, платине, меди, свинцу, цинку, никелю, кобальту и алмазам, а также по технике и технологии горно-разведочных работ и ряду других направлений.

В 1960–1980 годы в период расцвета в нашей стране централизованных исследований по развитию отечественной минерально-сырьевой базы коллектив ЦНИГРИ был существенно преумножен благодаря расширению задач института, созданию региональных филиалов. В эти годы институтом руководили член-корреспондент АН СССР Иван Сергеевич Рожков (1964–1971), затем доктора геолого-минералогических наук Петр Филиппович Иванкин (1972–1980) и Валерий Александрович Нарсеев (1980–1988). К кон-

цу 1980-х годов ЦНИГРИ превратился в разветвлённый научно-производственный центр для решения крупных отраслевых и региональных задач. Интересной страницей его истории стали исследования по геологии, методам прогноза, поисков и созданию технических средств добычи минерально-сырьевых ресурсов Мирового океана.

Во второй половине XX в. в ЦНИГРИ постепенно сформировались особая научная школа, развивавшая в теории и на практике принципы рудноформационного анализа в специальной металлогении и минерагии алмазов, благородных и цветных металлов. Благодаря ярким представителям этой школы сформировались методические подходы к прогнозу поискам и оценке месторождений.

На протяжении истории института лидерами в области изучения коренных месторождений благородных металлов последовательно становились Н.Н. Горностаев, Н.И. Бородаевский и М.Б. Бородаевская, С.Д. Шер, Г.П. Волярович, А.И. Казаринов, Д.А. Тимофеевский, Н.А. Фогельман, П.Ф. Иванкин, В.А. Нарсеев, М.М. Константинов, Ю.И. Новожилов, Ю.М. Щепотьев, С.С. Вартамян, В.П. Новиков, А.И. Иванов.

Оригинальные подходы к исследованию россыпей золота внедрены в практику поисковых и геологоразведочных работ сотрудниками института С.Г. Мирчинк, Е.Я. Синюгиной, Ю.П. Казакевич, И.С. Рожковым, И.Б. Флёровым, Н.М. Риндзюнской и др.

Целая плеяда специалистов ЦНИГРИ – Б.И. Прокочук, В.С. Трофимов, Г.В. Писемский, М.П. Метёлкина, Е.В. Францесон, А.А. Фельдман, В.И. Ваганов, Ф.В. Каминский, С.С. Горохов – плодотворно исследовала месторождения алмазов, и эти работы ныне продолжают Ю.К. Голубев, Н.А. Прусакова и их коллеги.

Сложились особые школы ЦНИГРИ в области изучения месторождений цветных металлов: медно-никелевых (М.Н. Годлевский, А.Д. Баталиев, В.В. Юдина, В.К. Степанов, Д.М. Туровцев, А.П. Лихачёв, В.И. Кочнев-Первухов, О.М. Конкина и др.), медно-колчеданных (М.Б. Бородаевская, Л.И. Яковлев, А.И. Кривцов, А.И. Шмидт, А.Н. Барышев, Н.К. Курбанов, А.Г. Волчков, и др.), свинцово-цинковых (Д.И. Горжевский, Г.В. Ручкин, Е.И. Филатов, В.В. Кузнецов и др.), медно-порфировых (А.И. Кривцов, И.Ф. Мигачёв, С.Т. Агеева, В.С. Звездов и др.).

В сфере генетической и прикладной минералогии лидерами стали Н.В. Петровская, В.А. Новиков, Л.А. Николаева, П.С. Бернштейн, Г.С. Румянцев, Р.А. Амосов, С.В. Яблокова, С.Г. Кряжев и др.

Крупнейшими отечественными специалистами в области методики разведки, подсчёта запасов и геолого-экономической оценки месторождений по праву считаются сотрудники ЦНИГРИ А.П. Божинский, П.Л. Каллистов, М.П. Просняков, И.З. Самонов, В.Н. Иванов, В.В. Стефанович, Ю.М. Щепотьев,

Б. И. Беневольский, И. А. Карпенко, В. И. Куторгин, Д. А. Куликов.

Весомый вклад в развитие горнодобывающей отрасли в XX–начале XXI вв. внесли специалисты ЦНИГРИ в области обогащения минерального сырья (Е. А. Савари, В. И. Зеленов, А. И. Берлинский, Н. Г. Клименко, А. И. Никулин, Г. В. Седельникова, А. И. Романчук, В. П. Ивановская и др.), аналитических исследований пород и руд (Ф. А. Ферьянчик, Н. В. Маркова, Э. Е. Раковский, Э. П. Здорова, А. В. Мандругин и др.), геофизических методов и аппаратуры и интерпретации геофизических данных (В. И. Седова, А. А. Фельдман, Б. В. Рогачёв, П. С. Ревякин, А. А. Солодов, А. Д. Петровский, В. И. Векслер, Е. М. Ершов, А. Ф. Постельников, В. И. Пятницкий и др.), техники и технологии горно-разведочных и буровых работ, охраны труда (П. Д. Луневский, В. А. Сипягин, Н. А. Александров, И. Н. Засухин, В. П. Кренделев, Б. П. Макаров, Ю. Т. Смирнов, В. М. Минаков, В. А. Хорев).

Тесная связь глубоких научных исследований и нужд геологоразведочной и горнорудной практики, отличающая ЦНИГРИ с момента его образования до наших дней, предопределила характер и направленность работ. Специалистов института всегда отличала тщательность в изучении месторождений, детальная работа с фактическим материалом, включающая охват максимально возможного количества данных (скважины, обнажения, карьеры, шахты, штольни) и стремление к исчерпывающей диагностике пород, фаций, формаций, последующих дислокационных и метаморфических преобразований пород. Обобщение накопленных материалов закономерно привело к созданию технологий прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов и алмазов. С 1983 г. сотрудники ЦНИГРИ стали развивать новое направление – создание геолого-поисковых моделей рудно-металлогенетических категорий под руководством заместителя директора по научной работе (в 1981–1984 и 1991–2010 гг.) Анатолия Ивановича Кривцова.

В 1990-е годы – в период заметного сокращения государственного финансирования геологоразведочных и научно-исследовательских работ – институт под руководством директора Игоря Федоровича Мигачёва (1989–2012 гг.) плодотворно занимался анализом и обобщением фактического материала по геологическому строению месторождений, вещественному составу руд и пород. Именно тогда в ЦНИГРИ сложилась оригинальная научная школа разработки геолого-генетических, параметрических и других моделей месторождений, были сформированы компьютерные банки данных для совершенствования технологий прогноза, поисков и разведки месторождений.

С 2000 г. Б. И. Беневольский, С. С. Вартамян, В. И. Кочнев-Первухов, А. И. Кривцов, И. Ф. Мигачёв при участии других сотрудников ЦНИГРИ начали создание

актуализированной системы управления развитием минерально-сырьевой базы, которая включает долгосрочные прогнозы минерально-сырьевого обеспечения экономики и другие аспекты. В 2004 г. ЦНИГРИ стал координатором разработки «Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минеральной сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерально-го сырья (2005–2010 гг. и до 2020 года)».

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 декабря 2017 г. и согласно приказу Федерального агентства по недропользованию от 13 декабря 2017 г. принято решение о преобразовании Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» в Федеральное государственное бюджетное учреждение – ФГБУ «ЦНИГРИ». 20 апреля 2018 г. реорганизация была завершена. Институт теперь работает по Государственному заданию своего учредителя Федерального агентства по недропользованию. Кроме того, ФГБУ «ЦНИГРИ» осуществляет внебюджетную деятельность, и продолжает работу в важнейших рудных районах страны.

В настоящий момент численность института 260 человек, в том числе 10 докторов и 50 кандидатов наук. Внутренняя структура института соответствует современным задачам. Сегодня в ФГБУ «ЦНИГРИ» четыре научно-исследовательских блока: отделение геологоразведочных работ, научно-методическое отделение, отделение минерально-сырьевой базы, научно-информационное отделение.

Богатый опыт специалистов института позволяет ФГБУ «ЦНИГРИ» сохранять прочные позиции в следующих областях деятельности:

- прогноз, поиски и оценка месторождений благородных, цветных металлов и алмазов (в том числе экзогенных), оценка прогнозных ресурсов;
- создание (разработка) научно-методических основ, технологий, методов и методик прогноза, поисков, оценки и разведки месторождений цветных, благородных металлов и алмазов;
- научно-методическое обеспечение и сопровождение геологоразведочных работ на твёрдые полезные ископаемые;
- прикладная металлогения, построение прогнозных поисковых моделей и совершенствование прогнозных поисковых комплексов;
- изотопные и минералого-геохимические исследования руд и пород;
- анализ перспектив развития минерально-сырьевой базы золота, цветных металлов и алмазов РФ и её регионов, мировая конъюнктура минерального сырья, разработка долгосрочных Государственных программ.

Задачи нашего института традиционно связаны с производственной геологией. В XXI в. ФГБУ «ЦНИГРИ»

планирует дальнейшее расширение взаимодействия с недропользователями, с крупными российскими компаниями в области прогноза и поисков золотого, медно-порфирового, медно-никелевого, кобальтового, платиноидного оруденения и алмазов. Сегодня основа реализации любого проекта – квалифицированно выстроенная многофакторная модель объекта прогноза и поисков. И специалисты ЦНИГРИ обладают необходимым опытом и знаниями строения, состава и генезиса месторождений для создания таких прогнозно-поисковых моделей. Особенно перспективно сотрудничество при работах на коренное и россыпное золото в Сибири, на Урале и Дальнем Востоке, в ходе которых необходимо дать прогноз о наличии оруденения, локализовать перспективные участки, обеспечить научно-методическое сопровождение поисковых работ, исследовать вещественный состав минералов и руд, оценить прогнозные ресурсы, разработать ТЭО кондиций, подготовить проекты ГРП и провести подсчёт запасов. Это – великолепная школа для молодых сотрудников института, перенимающих бесценный опыт у старших коллег, проверяющих на практике прогнозные построения, методы и методики ЦНИГРИ на конкретных геологических объектах.

Актуальность исследований института определяется активным участием ФГБУ «ЦНИГРИ» в решении сложнейших задач отрасли, связанных со снижением количества месторождений, выходящих на дневную поверхность, усложнением поисковых обстановок, увеличением затрат на ГРП в слабо изученных районах.

Одно из приоритетных направлений работы института состоит в совершенствовании оригинальных методических подходов института, позволяющих вести успешный поиск скрытого оруденения в слабоизученных районах Арктической зоны и Дальнего Востока России. ФГБУ «ЦНИГРИ» располагает инновационной методикой поисков перекрытых золоторудных месторождений в сложных горно-таёжных условиях в районах развития мерзлоты и ионно-сорбционным методом поисков полиметаллических месторождений, а также методическими разработками по поиску скрытых алмазных месторождений в районах со сложным геологическим строением.

Развивая традиционные для института направления исследований, руководство ЦНИГРИ ставит перед коллективом новые задачи, решение которых требует расширения области компетенции сотрудников. Так, особое значение приобретает внедрение в практику геологоразведочных работ информационных технологий, включая создание электронных банков данных, ГИС-технологий при составлении карт, построении прогнозов, интерпретации данных дистанционного зондирования Земли и т. д. Проводимые институтом научно-прикладные исследования связаны

с анализом данных в целях совершенствования геологического изучения недр и геолого-экономической оценки.

Геолого-экономическая оценка месторождений, подсчёт запасов, экспертная оценка и апробация прогнозных ресурсов АБЦМ – важная часть деятельности ФГБУ «ЦНИГРИ». Специалисты института разрабатывают методы количественной оценки объектов недропользования на ранних стадиях геологоразведочного процесса. В XXI в. сотрудники института изучают и развивают современные методики геолого-экономического моделирования и оценки прогнозных ресурсов и запасов месторождений, принимая во внимание не только российский, но и международный опыт; разрабатывают информационно-аналитическую систему мониторинга технико-экономических показателей освоения месторождений.

Важнейшее условие решения всех вышеназванных задач – развитие кадрового потенциала института. С 1967 г. на Диссертационных советах института защищено 280 диссертаций, из них 45 докторских и 239 кандидатских. В 2018–2019 гг. руководство ФГБУ «ЦНИГРИ» предприняло ряд шагов, позволяющих достичь заметного прогресса в этом направлении.

Активизирована работа Учёного и Диссертационного советов ЦНИГРИ и аспирантуры. Так, в 2019 г. в аспирантуру ФГБУ «ЦНИГРИ» поступило шесть молодых сотрудников. В 2017–2019 гг. на единственном в системе научно-исследовательских институтов Роснедр Диссертационном совете по защите кандидатских и докторских диссертаций по специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения» состоялась защита трёх докторских и одной кандидатской диссертаций. В 2020–2021 гг. планируется проведение защит пяти кандидатских и двух докторских диссертаций.

Сформирован Совет молодых учёных ЦНИГРИ, способствующий привлечению в институт талантливой молодежи. В феврале 2020 г. Совет молодых учёных и специалистов института провёл Первую молодёжную научно-образовательную конференцию ЦНИГРИ «Минерально-сырьевая база алмазов, благородных и цветных металлов – от прогноза к добыче». В рамках конференции были организованы лекции ведущих специалистов академических и отраслевых институтов по тематике конференции с последующим вручением слушателям лектория соответствующих сертификатов.

В ЦНИГРИ начала функционировать учебная кафедра «Прогноза, поисков и разведки рудных месторождений» МГРИ. Её профессорско-преподавательский состав целиком состоит из сотрудников института. Главная задача – практическая подготовка студентов МГРИ по специальности «Прикладная геология, поиски и разведка месторождений твёрдых полезных ископаемых».

ФГБУ «ЦНИГРИ» развивает международное сотрудничество. В разные годы велись совместные работы с зарубежными геологическими службами и фирмами в более чем 50 странах мира, в том числе в Алжире, Болгарии, Венгрии, Венесуэле, Греции, Иране, Испании, Кипре, КНР, Марокко, Монголии, Перу, Словакии, США, Чехии, Чили. В настоящее время представители института принимают участие в рабочих встречах межправительственных комиссий (ЮАР, Венесуэла, Куба, Гайана и др.). Институт взаимодействует с Геологической службой КНР и Академией наук Китая, участвует в совместных геологоразведочных проектах с иностранными компаниями (Мавритания). Сотрудники ЦНИГРИ состоят в российских (ЕСОЭН, Ассоциация геологических организаций, ЭТС ГКЗ и др.) и зарубежных (IAGOD, SGA, SEG, EAG) профессиональных сообществах.

Результаты исследований ЦНИГРИ получили высокое общественное признание. За последние 20 лет лауреатами премий Правительства России стали 15 сотрудников института (из них пять – дважды), 55 сотрудникам присвоено звание «Почетный разведчик недр», семь сотрудников награждены правительственными наградами РФ. В настоящее время в ФГБУ «ЦНИГРИ» работает три действительных члена и члена-корреспондента Российской академии естественных наук, восемь лауреатов премий Правительства РФ и Мингео СССР, один лауреат премии им. А. Н. Косыгина, один заслуженный деятель науки и техники, четыре заслуженных геолога России, 24 Почетных разведчика недр и 45 Отличников разведки недр.

Премий Правительства Российской Федерации удостоены работы «Экзогенная золотоносность и платиноносность Российской Федерации – комплект карт» (2000 г.), «Научное обоснование, создание и реализация системы прогноза и воспроизводства минерально-сырьевой базы благородных и цветных металлов Российской Федерации» (2007 г.), «Создание в условиях Крайнего Севера высокотехнологичного производства по добыче и переработке золотосодержащих руд при промышленном освоении месторождения «Олимпиадинское» (2007 г.). Работа «Национальная минерально-сырьевая безопасность» отмечена премией им. А. Н. Косыгина (2011 г.)

С 2000 г. ЦНИГРИ принял участие в 46 международных и 27 российских выставках, на которых его экспозиции отмечены 40 дипломами и 18 медалями. Результаты научных и прикладных исследований докладывались на сотнях международных форумов, научно-практических конференций, совещаний, кру-

глых столов, научных чтений. В 2000–2019 гг. институт участвовал в 37 Международных конгрессах, форумах, конференциях, совещаниях, 66 Всероссийских научно-практических конференциях, симпозиумах, круглых столах, семинарах, научных чтениях. Начиная с 2000 г. сотрудники ЦНИГРИ написали и издали 96 монографий и учебников, вышло 1455 публикаций в периодических изданиях (статьи, доклады и тезисы докладов).

Ежегодно ЦНИГРИ проводит научно-практическую конференцию «Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов». В юбилейный для ЦНИГРИ год Оргкомитет конференции ввёл новую секцию – «Геолого-экономическая оценка месторождений».

Как учредитель научных журналов «Руды и металлы» и «Отечественная геология» и издатель сборника «Труды ЦНИГРИ» (с 1936 по 1993 гг.), наш институт на протяжении нескольких десятилетий всемерно содействует наращиванию интеллектуального потенциала отечественной геологоразведочной отрасли. Обширны информационные ресурсы ФГБУ «ЦНИГРИ». Научно-техническая библиотека, геологические фонды и музей «Руды благородных, цветных металлов и алмазов» обеспечивают специалистов ЦНИГРИ и других профильных организаций разнообразными видами геологических данных. В фондах содержится более 12 000 отчетов по результатам НИР и ГРР, около 100 000 карт и аэрофотоснимков, более 7 000 единиц архивных геологических материалов. Библиотечный фонд составляет около 100 000 единиц хранения.

Музей ЦНИГРИ «Руды благородных, цветных металлов и алмазов» содержит уникальную коллекцию образцов более чем 500 месторождений золота, цветных металлов и алмазов со всей территории Российской Федерации и важнейших рудных районов стран ближнего и дальнего зарубежья.

Накопленные информационные ресурсы, интеллектуальный потенциал и комплексный характер исследований служат гарантией слаженной и эффективной деятельности ЦНИГРИ.

История института тесно связана с историей страны, с развитием отечественной горнодобывающей отрасли. И самым ценным капиталом ЦНИГРИ всегда были люди – яркие лидеры, высокие профессионалы. Оглядываясь назад, мы понимаем, что в истории института не было ничего случайного. Иногда говорят, что открытие месторождений – в определённой степени везение. Но в основе открытий всегда – фундаментальные научные знания и огромный труд.

Основные результаты геологоразведочных работ на твёрдые полезные ископаемые в 2019 г. и задачи на 2020 г.

С.А.АКСЕНОВ (Федеральное агентство по недропользованию; 125993, г. Москва, ул. Б. Грузинская, 4/6, ГСП-3)

Проведён анализ результатов геологоразведочных работ на твёрдые полезные ископаемые, выполненных в 2019 г. на территории Российской Федерации как за счёт средств федерального бюджета, так и за счёт недропользователей. Определены задачи на 2020 г.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, лицензирование, недра, прирост запасов, твёрдые полезные ископаемые.

Аксенов Сергей Алексеевич



saksenov@rosnedra.gov.ru

Main nonfuel mineral exploration results in 2019 and planned activities for 2020

S.A. AKSENOV (Federal Agency for Subsurface Use)

Analysis is performed for results of nonfuel mineral exploration in the Russian Federation in 2019 funded by both federal sources and miners. Activities for 2020 are planned.

Key words: mineral base, licensing, subsurface, reserves growth, nonfuel minerals.

В 2019 г. геологоразведочные работы (ГРП) на твёрдые полезные ископаемые за счёт средств федерального бюджета осуществлялись с учётом неисполненных обязательств по объектам ГРП предыдущих лет. Общее финансирование составило 6,3 млрд. руб.

В соответствии с принятой корректировкой государственной программы работы были направлены в основном на высоколиквидные и стратегические полезные ископаемые – алмазы, благородные и цветные металлы, доля которых в общем объёме финансирования составила почти 71% (рис. 1).

Структура затрат недропользователей в целом соответствует затратам бюджета. Отличием является значительно больший объём работ на уголь и алмазы.

Как и ранее, работы были сосредоточены преимущественно в Дальневосточном и Сибирском федеральном округах. В Арктической зоне Российской Федерации объём затрат на ГРП составил почти 15% от общего объёма финансирования как за счёт средств федерального бюджета, так и за счёт средств недропользователей.

В 2019 г. геологоразведочные работы за счёт средств федерального бюджета проводились на 26 завершающихся и 37 переходящих объектах (рис. 2).

Среди завершающихся объектов три завершены досрочно, по 18 объектам существует высокая вероятность переноса значительной доли финансирования и соответствующих видов и объёмов работ на 2020 г. И лишь по 5 объектам планируется завершить контакты своевременно.

По переходящим 37 объектам своевременное выполнение работ намечается лишь по 15, а по 22 с большой вероятностью ожидается существенное невыполнение годовых объёмов работ и перенос их на 2020 г.

Новые объекты текущего года были поставлены лишь по работам в рамках контрактов с МОМД в Мировом океане и в настоящее время они находятся в стадии составления проектно-сметной документации.

С реализацией плановых объектов ТПИ суши (в количестве условно 20) и части текущих и плановых «морских» есть определённые сложности.

В настоящее время, к сожалению, можно констатировать достаточно печальный итог – из 26 завершающихся объектов положительный результат получен лишь на трёх (рис. 3).

Четвёртый год подряд по результатам рассмотренных геологоразведочных работ значительную долю

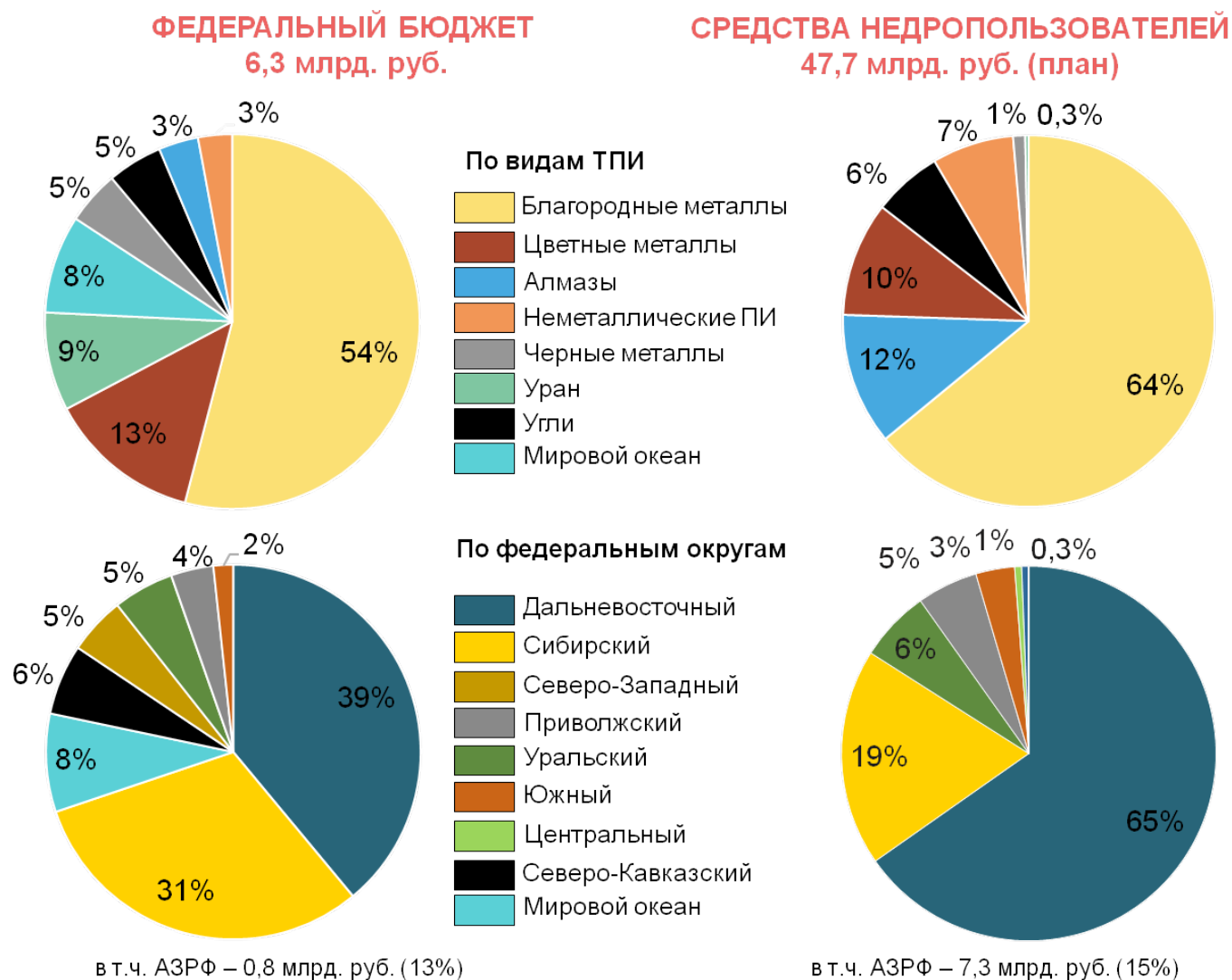


Рис. 1. Структура затрат на проведение геологоразведочных работ в 2019 г.

составляют объекты с неясными результатами – таких в этом году в общей сложности 40. По ним возможен перенос обязательств на следующий год на сумму более 1 млрд. руб. График, представленный на рис. 3, демонстрирует эту тенденцию.

Как и ранее основными причинами отставания являются:

- методические нарушения последовательности выполнения геологоразведочных работ;
- существенное отставание сроков выполнения лабораторно-аналитических исследований и горно-буровых работ.

В результате имеем:

- несвоевременное выполнение плановых показателей ГП ВИПР в части приростов прогнозных ресурсов;

- неясность в принятии решений по целесообразности продолжения геологоразведочных работ на объектах.

В части планирования нарастают тенденции неопределённости, трудности по постановке и реализации новых объектов в 2020 г.

Вместе с тем, есть и положительные результаты. На рис. 4 представлены завершающиеся и переходящие объекты, по которым плановые показатели уже выполнены или ожидается их выполнение в 2020 г. Наиболее значимые из них получены по следующим объектам.

В Республике Северная Осетия–Алания по результатам завершённых в 2019 г. поисковых работ в пределах Какадур-Ламардонской рудной зоны Афсандур-Ламардонского рудного поля выявлены рудные тела

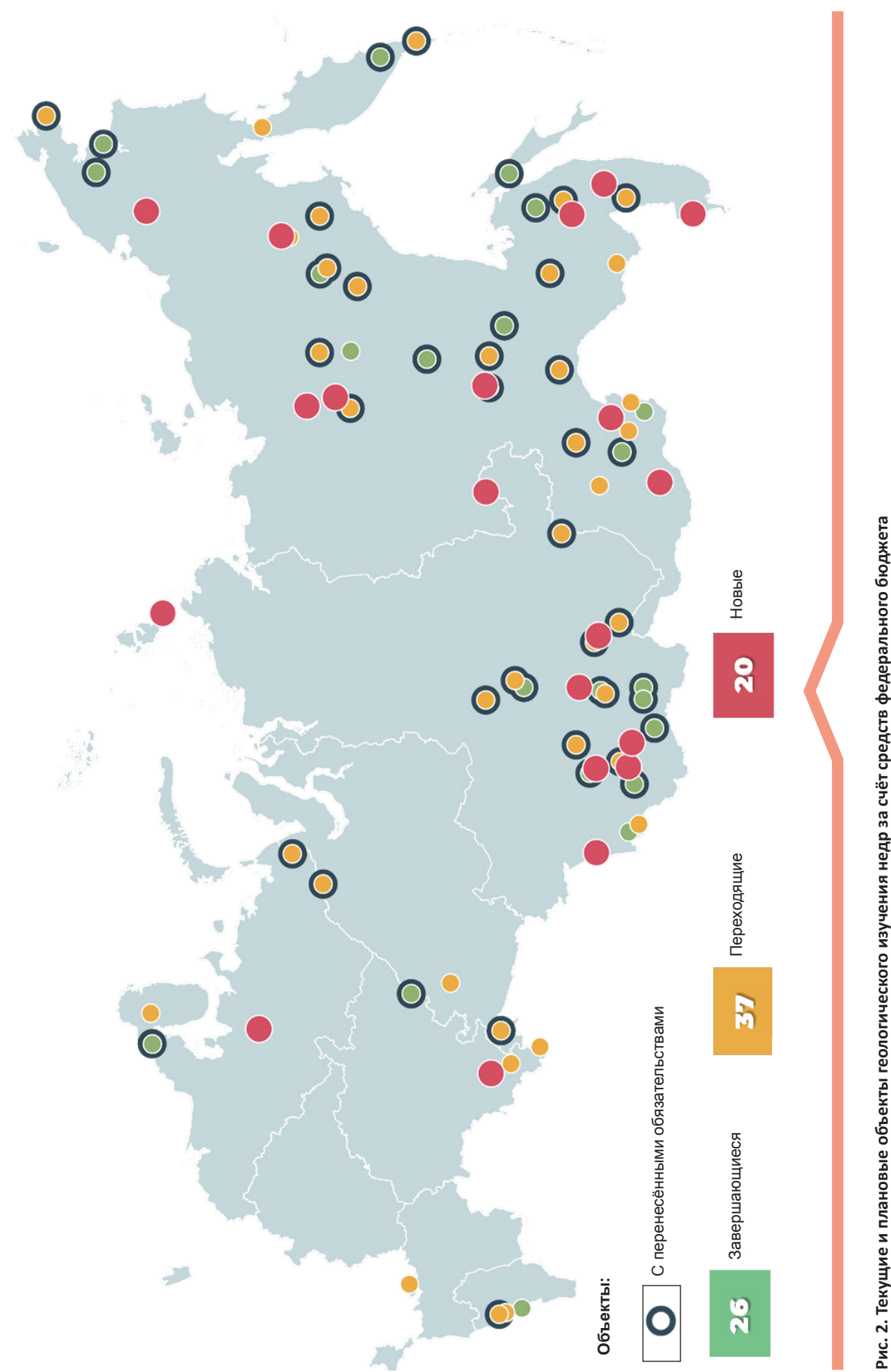




Рис. 3. Федеральный бюджет. Результаты 2019 г. и планы на 2020 г.

с промышленными золото-сульфидно-кварцевыми рудами (рис. 5).

Апробированные прогнозные ресурсы золота позволяют ожидать выявление среднего по масштабам месторождения рудного золота с перспективой наращивания его ресурсов.

В ходе текущих ГРП на золото в пределах Шамейской площади в Свердловской области выявлены 7 минерализованных зон с золото-сульфидно-кварцевыми рудами и связанными с ними золотоносными корами химического выветривания (ЗКХВ). Горно-буровыми работами в пределах зон установлены фрагменты потенциальных рудных тел первичных и окисленных руд со средними содержаниями золота до 6,7 г/т (рис. 6).

По предварительным данным, средняя мощность выявленных рудных тел первичных золото-сульфидно-кварцевых руд составляет 8 м при среднем содержании золота – 2,5 г/т.

Для вскрытой скважинами колонкового бурения ЗКХВ, мощность которой варьирует на уровне 10–30 м, среднее содержание золота в окисленных рудах составляет 1,0 г/т.

Полученные к настоящему времени данные по объекту позволяют рассчитывать по окончании работ на выявление среднего по масштабам месторождения рудного золота.

По итогам работ 2019 г. возможны приросты прогнозных ресурсов лишь по 5 видам полезных ископаемых (рис. 7, правая часть). Выполнение их показателей накопительным итогом составит от 60 до 70%.

А если вернуться к плановым показателям, то их полное выполнение может быть достигнуто лишь по серебру и цинку, частичное – по свинцу, меди и золоту, а по алмазам, марганцевым рудам и углям – не будет достигнуто вовсе.

Подобные результаты связаны с обозначенными негативными тенденциями при выполнении контрактных геологоразведочных работ. Перенос обязательств по объектам госконтракта не позволяет осуществлять не только планирование ГРП, но и выполнять показатели ГП ВИПР в установленные сроки и в полном объеме.

Одним из важнейших, но всё-таки обособленных направлений, выполняемых за счёт средств федерального бюджета, является исполнение обязательств

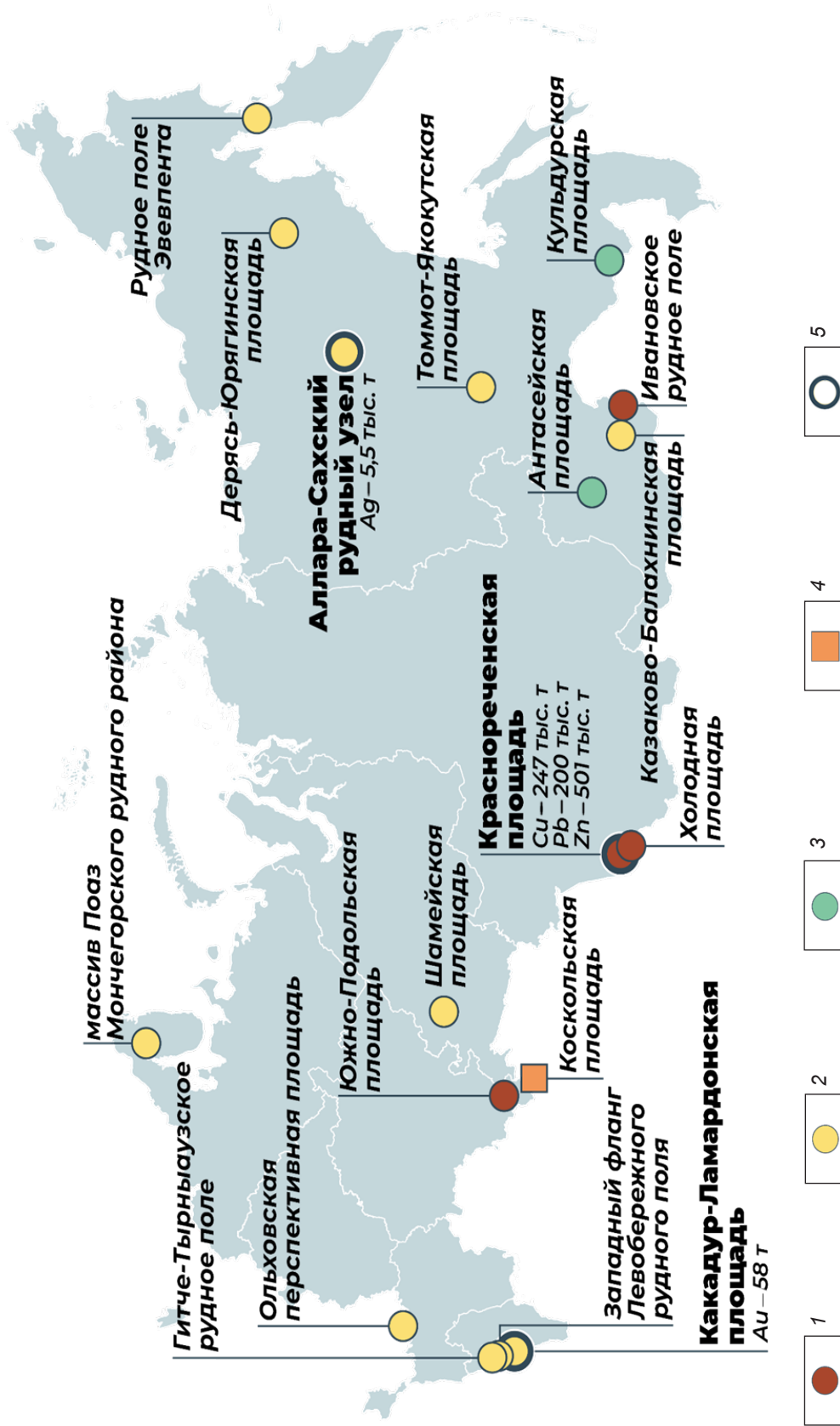
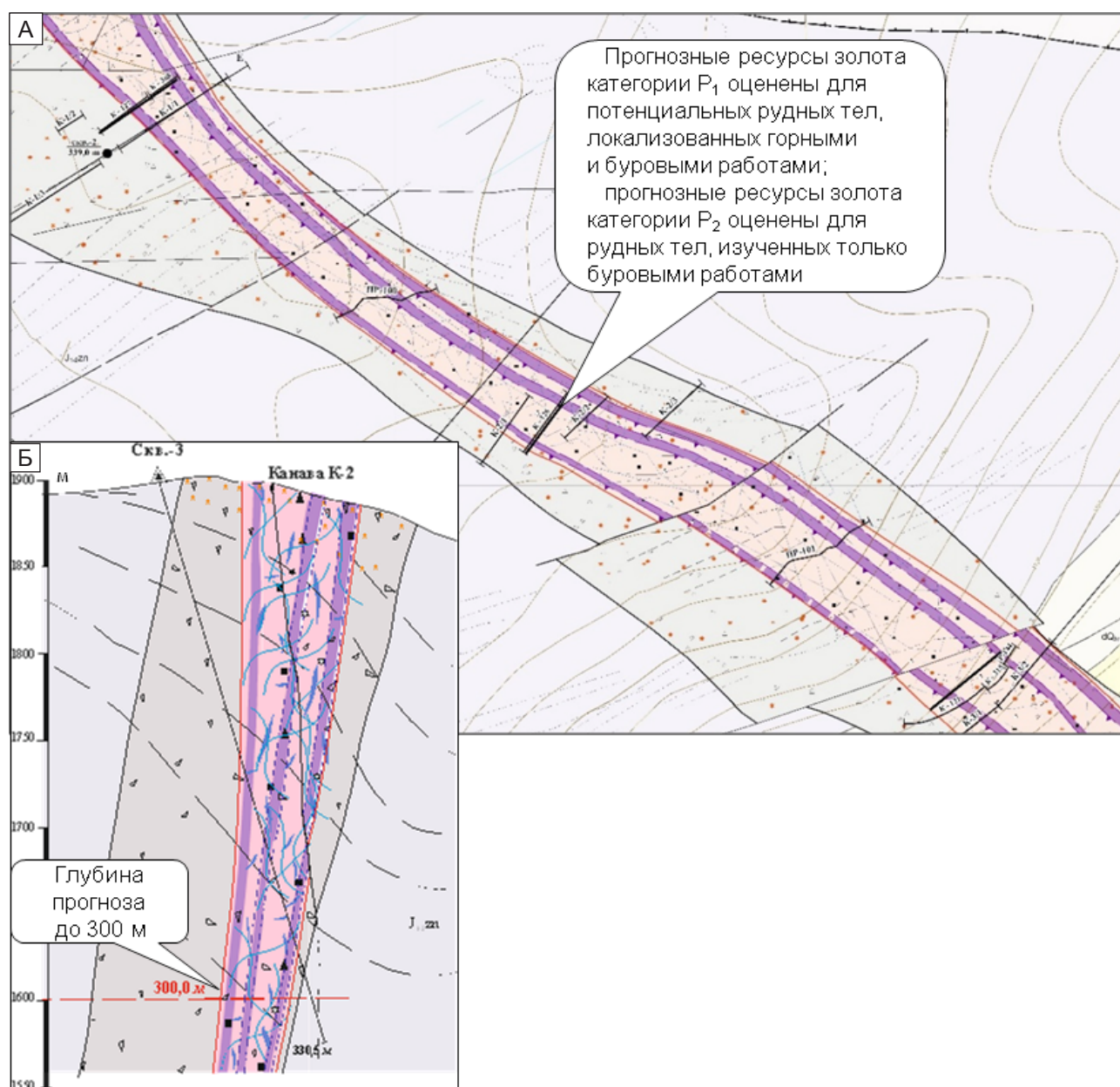


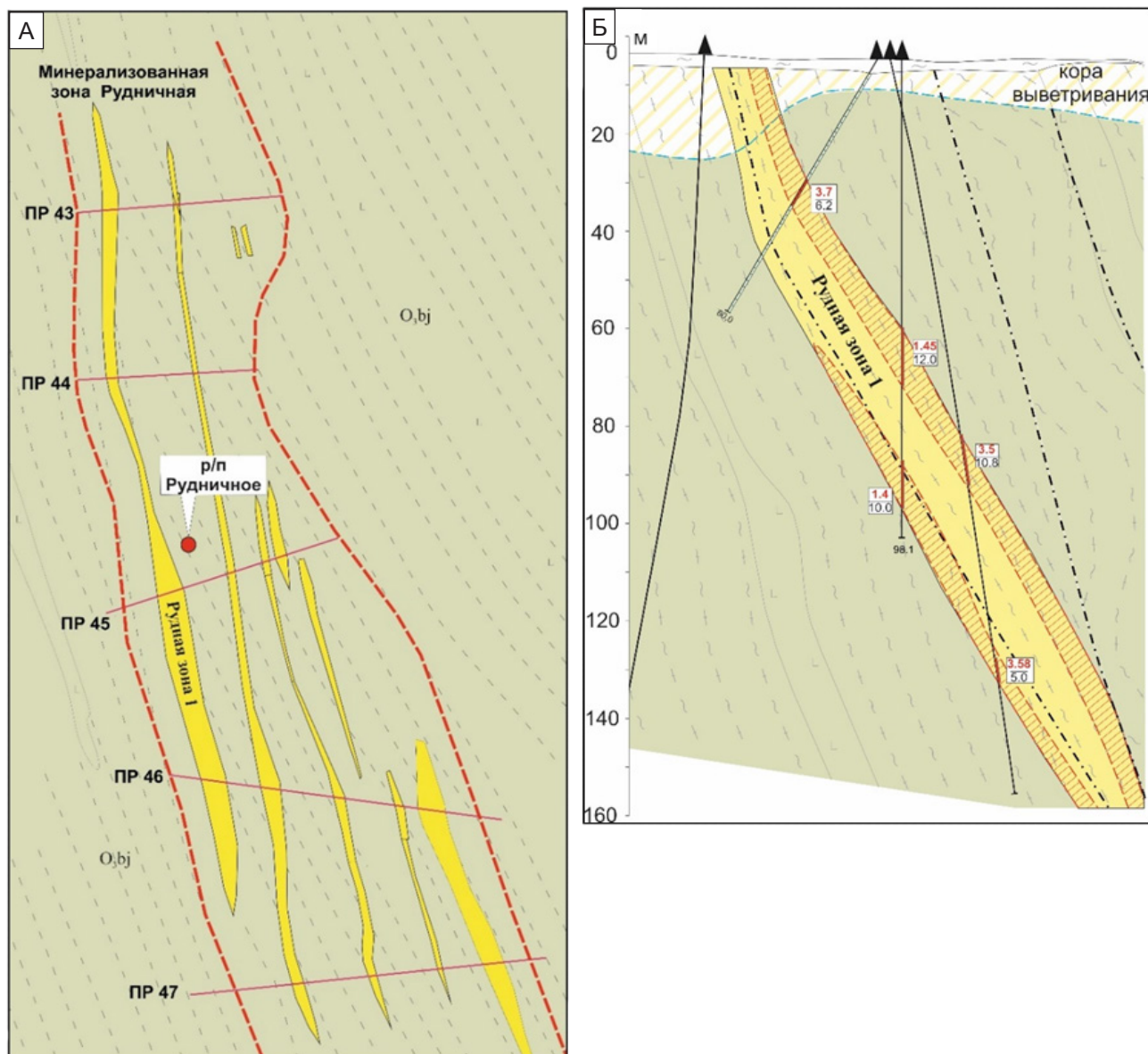
Рис. 4. Наиболее значимые результаты геологоразведочных работ за счёт средств федерального бюджета по переходящим и завершающимся объектам по итогам 2019 г.:

металлы: 1 – цветные и 2 – благородные; 3 – уран; 4 – неметаллические полезные ископаемые; 5 – завершающиеся объекты



Категории прогнозных ресурсов	Средние содержания золота, г/т	Прогнозные ресурсы золота, т
P_1	2,09	23,083
P_2	1,65	25,9

Рис. 5. План (А) и разрез (Б) фрагмента Какадур-Ламардонской рудной зоны



Ожидаемые прогнозные ресурсы золота по госконтракту

Категории прогнозных ресурсов	Средняя мощность рудных тел и минерализованных зон, м	Длина по простиранию, м	Средние содержания, г/т	Прогнозные ресурсы, т
P_1	2,0–26,0	до 500	0,7–6,67	10,0
P_2	200–400	до 1500		50,0

Рис. 6. План (А) и фрагмент разреза PR 44 (Б) зоны Рудничная Шамейской площади

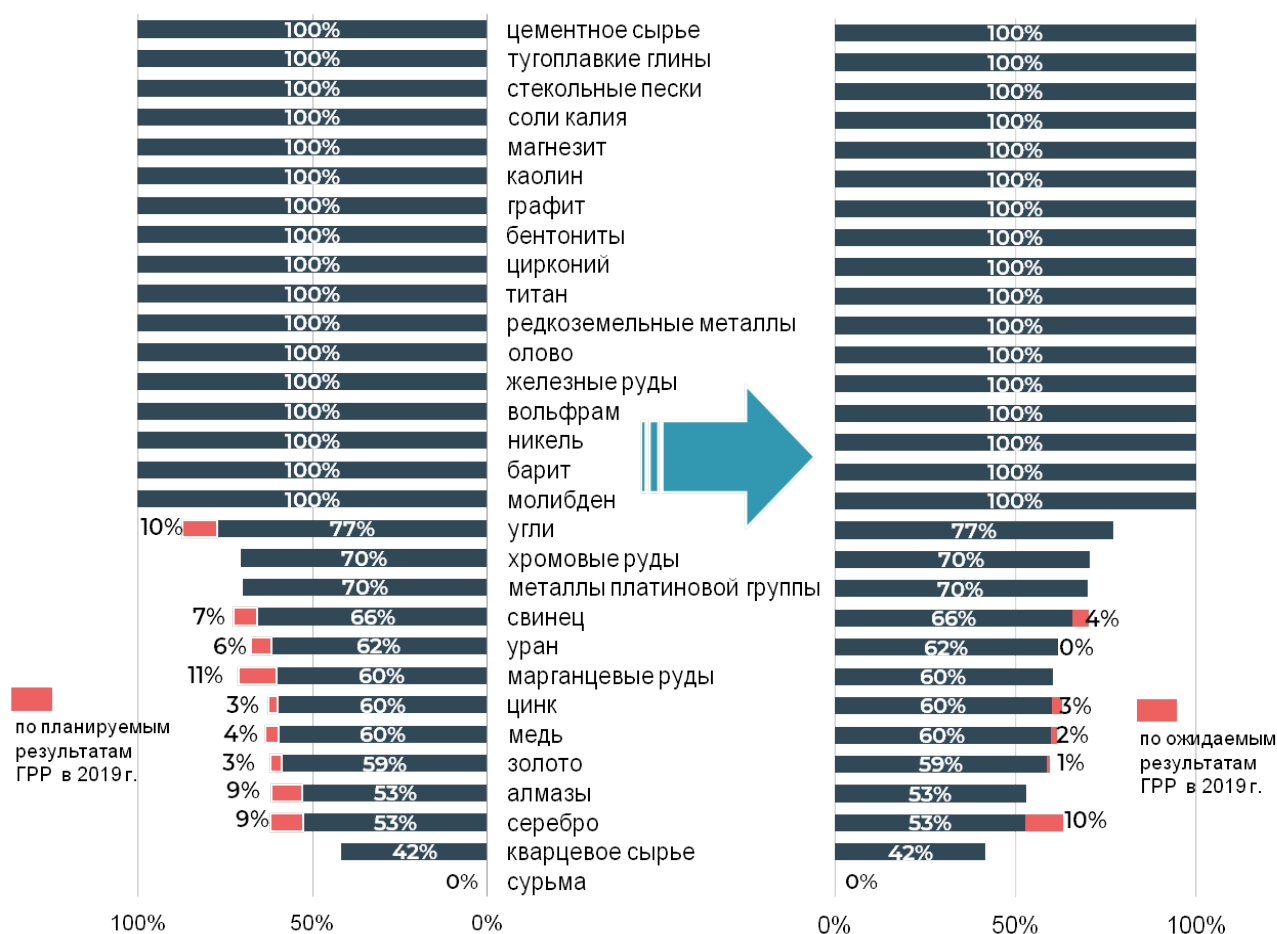


Рис. 7. Выполнение подпрограммы 1 «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» в части прироста прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (накопительным итогом)

по контрактам с МОМД по изучению полезных ископаемых дна Мирового океана. В 2019 г. работы проводились по 4 объектам:

- полисульфиды в Срединно-Атлантическом хребте;
- КМК Магеллановых гор в Тихом океане;
- ЖМК рудной провинции Кларион-Клиппертон в Тихом океане.

Кроме того, Российская Федерация принимает участие в выполнении аналогичного разведочного контракта международной совместной организации «Интерокеанметалл», членом которой она является.

В результате многолетних работ к настоящему времени выявлен и оценён общий ресурсный потенциал океанских руд (рис. 8).

В целях выполнения обязательств в рамках контрактов с МОМД в 2019 г. подготовлена и направлена на согласование в Минпромторг России дорожная карта, главная цель которой – обеспечение мероприятий по созданию комплексов по разведке и добыче полезных ископаемых Мирового океана (рис. 9).

Не менее важными, а по ряду показателей более значимыми являются геологоразведочные работы недропользователей в 2019 г., результаты которых отчасти также нацелены на выполнение отдельных показателей государственной программы в части приростов запасов твёрдых полезных ископаемых (рис. 10).

Немаловажную роль в этом процессе начинают играть и юниорные компании. По плану в 2020 г. по сравнению с 2019 г. инвестиции компаний увеличатся на 18% и составят более 47 млрд. рублей. Возрастет и доля вложений юниорных компаний до 8,7 млрд. рублей, что составит 18% общих затрат.

О возросшей активности недропользователей свидетельствует увеличение числа лицензий на право пользования недрами – за последние 10 лет на 60%.

Основные тенденции геологоразведочных работ за счёт средств недропользователей (виды полезных ископаемых и регионы работ) приводились ранее. На рис. 11 представлены направления работ непосред-

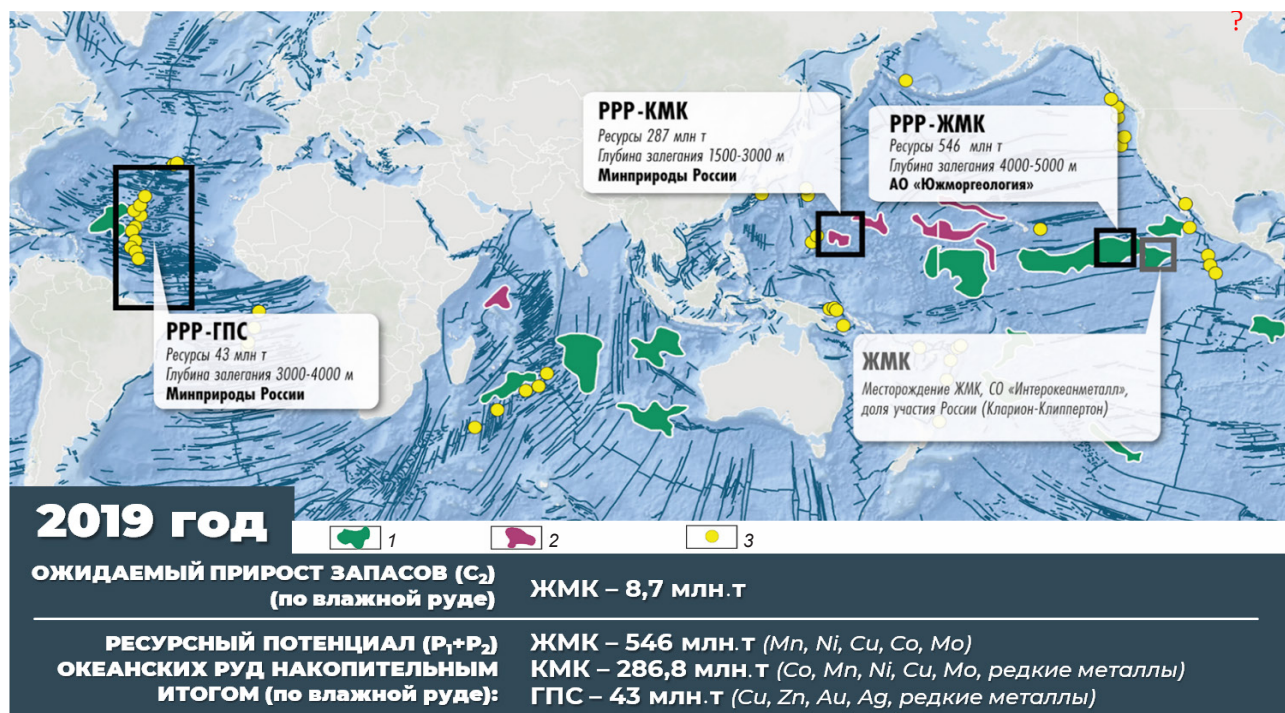


Рис. 8. Геологическое изучение и оценка ресурсов ТПИ Мирового океана, обеспечение экономических и геополитических интересов Российской Федерации в освоении минеральных ресурсов международного района морского дна:

распространение ТПИ в Мировом океане: 1 – ЖМК (поля железомарганцевых конкреций), 2 – КМК поля кобальтомарганцевых корок, 3 – ГПС (гидротермальные полиметаллические сульфиды)

ственно горнодобывающих компаний. Практически все затраты направлены на воспроизводство высоколиквидных видов сырья на Дальнем Востоке и в меньшей степени – в Сибири. Компании добываются и значимых результатов.

В 2019 г. получены существенные приросты запасов по углю (177 млн. т), молибдену (31 тыс. т), никелю (121 тыс. т), золоту (156 т) и цементному сырью (124 млн. т).

С началом действия «заявительного» принципа лицензирования недр объёмы инвестиций на ранние стадии геологоразведочных работ стали неуклонно расти.

Основная сфера интересов юниорных компаний – поиски месторождений золота, преимущественно россыпного, а также неметаллических полезных ископаемых, углей, алмазов и цветных металлов (рис. 12).

В основном юниоры работают на Дальнем Востоке и в Сибири, что в целом соответствует инвестиционному спросу и минерагеническому потенциалу регионов.

«Заявительный» принцип действует всего 6 лет, но первые результаты его реализации позволяют полагать, что он может стать эффективным инстру-

ментом воспроизводства минерально-сырьевой базы и развития юниорного бизнеса в России. Так, на сегодняшний день силами юниорных компаний открыто уже 82 месторождения, из них 19 – в 2019 г. Основные результаты (приросты запасов): угли – 16 млн. т; золото – 13 т; поваренная соль – 150 тыс. т; калийно-магниевые соли – 94 млн. т; формовочные пески – 229 млн. т; стекольные пески – 60 млн. т.

Приказом Минприроды России в 2019 г. действие заявительного механизма расширено и следует надеяться, что это позволит существенно увеличить показатели, направленные на воспроизводство минерально-сырьевой базы страны.

Основные результаты геологоразведочных работ за счёт средств всех недропользователей по итогам 2019 г. представлены на рис. 13. Впервые на Государственный баланс в 2019 г. поставлены запасы 82 месторождений, из них:

золоторудных – 47, в том числе 32 россыпных;
 неметаллических ПИ – 29;
 угольных – 2;
 полиметаллических – 2;
 железорудных – 1;
 алмазов – 1.

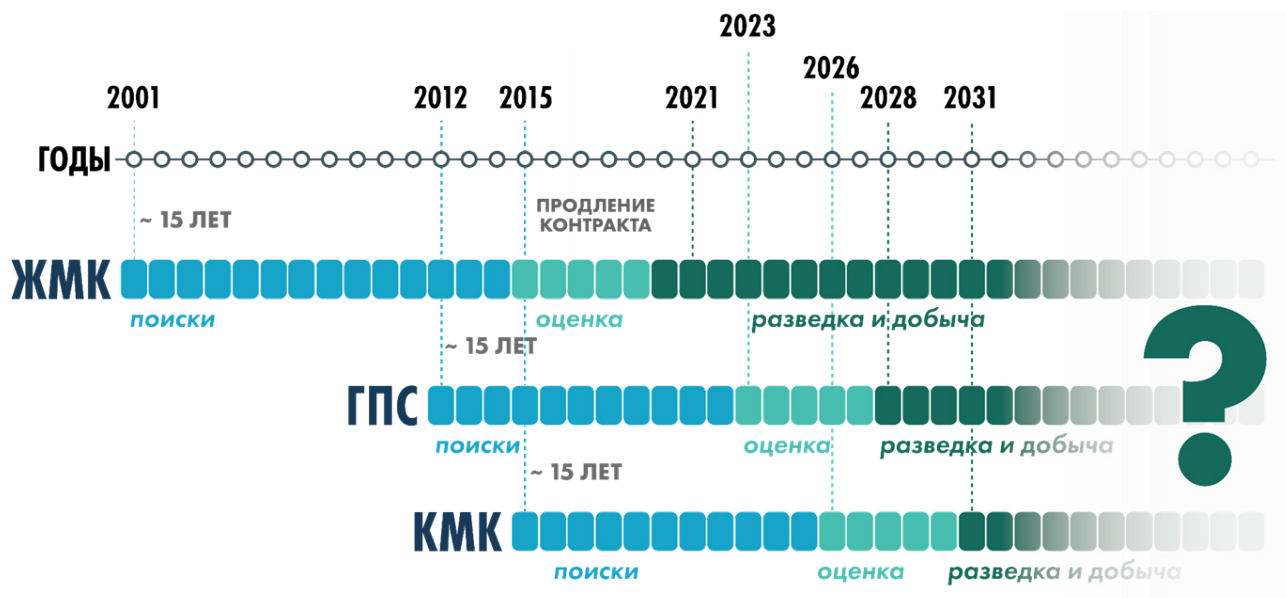


Рис. 9. График выполнения контрактов на разведочные работы дна Мирового океана

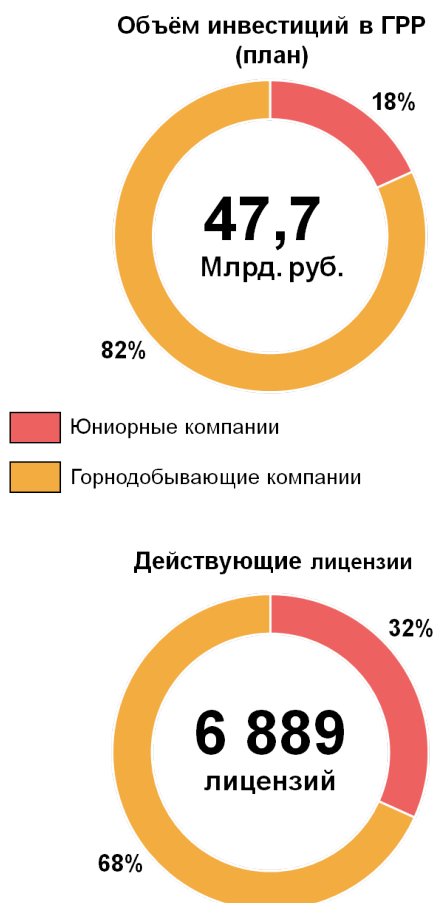


Рис. 10. Геологоразведочные работы за счёт средств недропользователей по итогам 2019 г.

Таким образом, по итогам 2019 г. достигнуты и поддерживаются на уровне простого воспроизводства и выше показатели по большинству видов минерального сырья (рис. 14).

Однако есть и существенное невыполнение по таким стратегически важным полезным ископаемым, как алмазы, серебро, свинец, цинк, уран и марганцевые руды.

Сопоставляя основные показатели воспроизводства минерально-сырьевой базы ТПИ и прироста запасов Госпрограммы необходимо обратить особое внимание на существенный дисбаланс в реальных результатах работ недропользователей и плановых показателях программы.

В связи с чем остро встает вопрос о необходимости выработки нового подхода при планировании дальнейших ГРП и концентрации усилий на проблемных выше озвученных видах сырья.

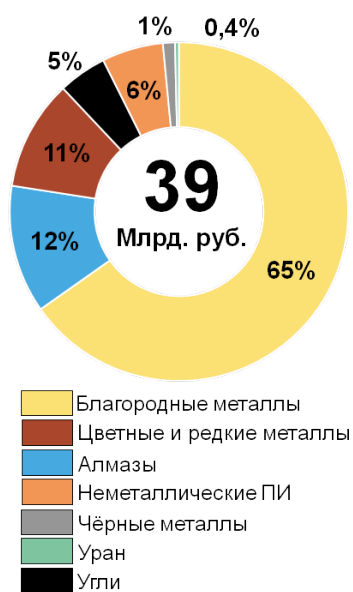
Как известно, основной задачей государственной программы в части воспроизводства минерально-сырьевой базы, утверждённой в 2014 г., и с тех пор претерпевшей не одну корректировку, является обеспечение прироста прогнозных ресурсов и запасов полезных ископаемых.

Однако становится очевидным, что государственная программа уже не отвечает нынешним реалиям и поставленным задачам государства на плановый период. Ежегодные корректировки не эффективны.

В связи с этим считаем, что остро назрел вопрос необходимости выработки новых подходов к актуализации Госпрограммы, как это предусмотрено Планом реализации Стратегии развития МСБ до 2035 г., либо составлению Проекта новой Госпрограммы (рис. 15).

Финансирование

по группам полезных ископаемых



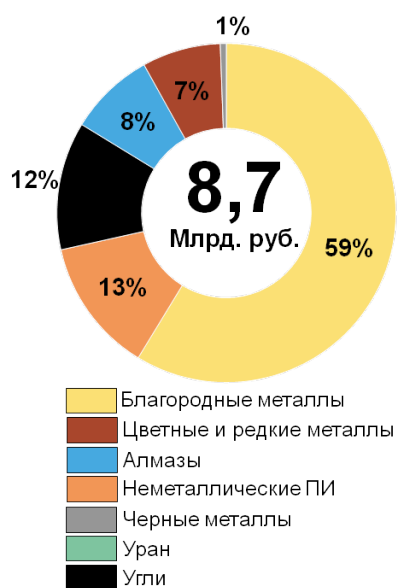
по федеральным округам



Рис. 11. Основные направления ГРР горнодобывающих предприятий в 2019 г.

Финансирование

по группам полезных ископаемых



по федеральным округам

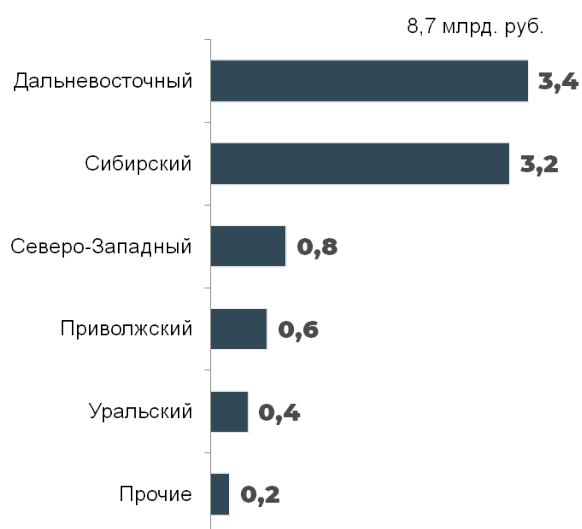


Рис. 12. Юниорные компании

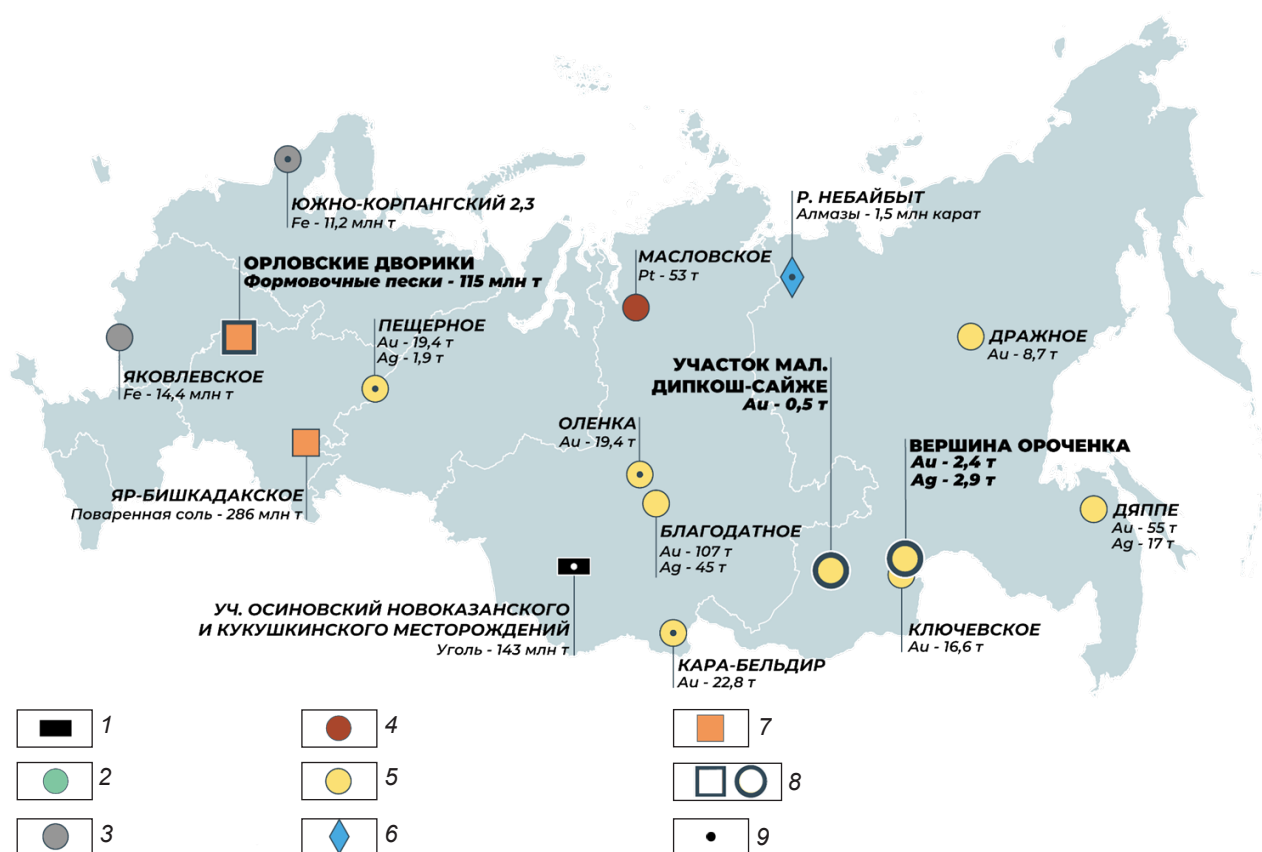


Рис. 13. Наиболее значимые результаты ГРП за счёт средств недропользователей в 2019 г.:

1 – уголь; 2 – уран; металлы: 3 – черные, 4 – цветные, 5 – благородные; 6 – алмазы; 7 – неметаллические полезные ископаемые; 8 – в том числе по заявительному принципу; 9 – впервые открытые

При любом подходе цели, задачи и показатели Госпрограммы должны отвечать приоритетным задачам государства в среднесрочной перспективе при полной синхронизации с действующими и планируемыми документами стратегического планирования.

Приоритетные задачи государства в среднесрочной перспективе:

1. Обеспечение устойчивого и сбалансированного пространственного развития РФ – сокращение межрегиональных различий, ускорение темпов экономического роста и технологического развития, развитие перспективных ЦЭР, обеспечение национальной безопасности страны.

2. Создание условий для устойчивого обеспечения минеральным сырьем в целях стабильного социально-экономического развития и поддержания экономической и энергетической безопасности России.

Подводя итоги, следует отметить, следующее:

• По большинству видов сырья показатели госпрограммы уже достигнуты, однако в последние годы

отмечается систематическое невыполнение показателей прироста прогнозных ресурсов и запасов по таким важным стратегическим видам сырья как алмазы, цинк, серебро, уран и марганец.

• Негативная тенденция несвоевременного выполнения обязательств по государственным контрактам, а также текущая система планирования ГРП не позволяют достигать требуемых результатов. С целью повышения качества геологоразведочных работ, необходимо пересмотреть их систему проведения и планирования.

• Действующая редакция Госпрограммы в части своих целей, задач и показателей уже не в полной мере отражает современные потребности государства в развитии и воспроизводстве минерально-сырьевой базы. В программе отсутствует связь с новыми утверждёнными документами стратегического планирования, включая отраслевые и региональные. В связи с чем требуется существенный пересмотр и корректировка действующей Госпрограммы.

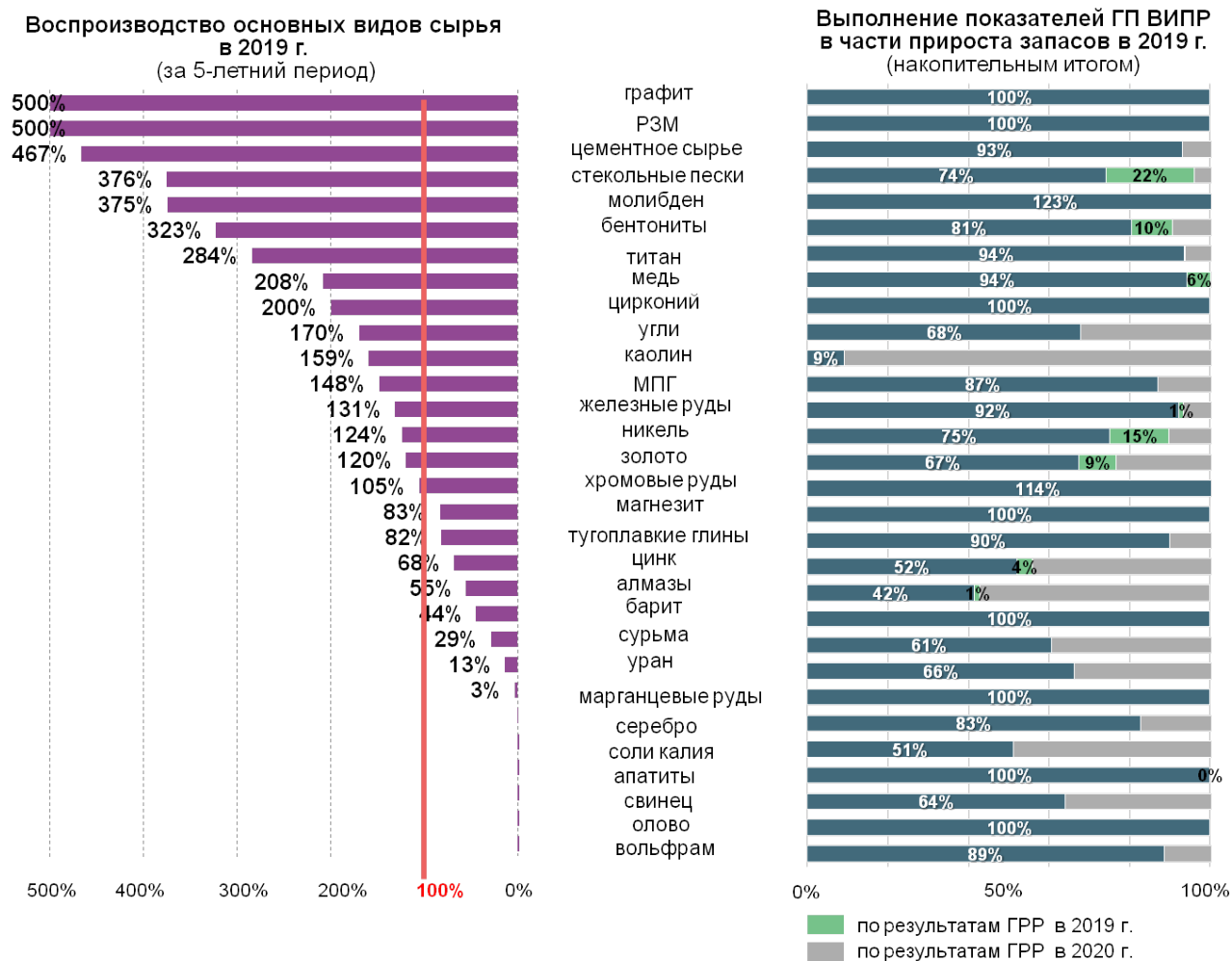


Рис. 14. Итоги работ недропользователей



Рис. 15. Синхронизация ГП ВИПР с документами стратегического планирования

Развитие минерально-сырьевой базы золота субъектов Российской Федерации в 2005–2018 гг.

А.И.ЧЕРНЫХ, А.И.ИВАНОВ, Я.В.АЛЕКСЕЕВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Показана структура воспроизводства минерально-сырьевой базы (МСБ) золота в Российской Федерации и её субъектах в период 2005–2018 гг. Проведён анализ запасов рудного золота и их погашения по двум группам золоторудных месторождений – «старым» (поставленным на государственный учёт до 01.01.2005 г.) и «новым» (поставленным на государственный учёт после 01.01.2005 г.).

Ключевые слова: МСБ золота, запасы, воспроизводство, погашение, субъекты РФ.

Черных Александр Иванович
кандидат геолого-минералогических наук

chernykh@tsnigri.ru

Иванов Анатолий Иннокентьевич
доктор геолого-минералогических наук



a.ivanov@tsnigri.ru

Алексеев Ярослав Владимирович
кандидат геолого-минералогических наук

alekseev@tsnigri.ru

Russian gold mineral base development in 2005–2018

A.I.CHERNYKH, A.I.IVANOV, Ya.V.ALEKSEEV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

Reproduction structure of gold mineral base in the Russian Federation and its subjects in 2005–2018 is shown. Ore gold reserves and their liquidation analysis was performed for two groups of gold deposits: «old» (placed on the state register before January 1, 2005) and «new» (placed on the state register after January 1, 2005).

Key words: gold mineral base, reserves, reproduction, liquidation, Russian subjects.

Золото является стратегическим и наиболее ликвидным видом твёрдых полезных ископаемых (ТПИ) и в последние 15 лет занимает ведущее место в структуре геологоразведочных работ (ГРР) на ТПИ в Российской Федерации. Доля затрат на ГРР на золото за средства федерального бюджета в последние 10 лет составляет около 63%, а за счёт средств недропользователей – около 71%. На россыпное и коренное золото в нашей стране, по данным на 01.01.2020 г., выдано около 67% от общего числа всех лицензий, и в последние годы в связи с введением заявительного принципа лицензирования эта доля продолжает увеличиваться.

Для планирования ГРР с целью развития минерально-сырьевой базы (МСБ) золота важное значение имеет анализ её состояния не только в Рос-

сии в целом, но и в отдельных субъектах. В настоящей статье проведён анализ изменения МСБ золота по отдельным регионам нашей страны за период 2005–2018 гг.

Минерально-сырьевую базу золота в Российской Федерации в основном формируют 3 группы месторождений: собственно золоторудные, комплексные золотосодержащие и россыпные. Кроме того, незначительную долю в балансовых запасах занимают состоящие на государственном учёте техногенные месторождения золота, образовавшиеся в процессе освоения перечисленных выше трёх групп объектов.

На 01.01.2019 г. общие балансовые запасы золота ($ABC_1 + C_2$) в РФ составили 14 646 т, в том числе по типам месторождений: в собственно золоторудных –

1. Показатели использования и воспроизводства запасов рудных месторождений золота в Российской Федерации

Показатели	Всего рудных (собственно золоторудных и комплексных)	Собственно золоторудные	Комплексные золотосодержащие
Добыча, т:			
годовая на начало периода (01.01.2005)	114	89	25
годовая на конец периода (01.01.2019)	299	254	44
Накопленное погашение (добыча, включая потери), т	2934	2439	495
Среднее погашение за год	210	174	35
Балансовые запасы, т			
Состояние на начало периода (01.01.2005)	6715	4314	2401
Состояние на конец периода (01.01.2019)	13499	9762	3737
Отношение состояний запасов	2,0	2,3	1,6
Обеспеченность запасами добычи, лет:			
на начало периода (в скобках с учетом потерь)	59 (57)	48 (47)	98 (94)
на конец периода (в скобках с учетом потерь)	45 (44)	38 (37)	85 (81)
Прирост запасов, т	9718	7887	1831
Воспроизводство запасов – коэффициент компенсации накопленного погашения приростом запасов	3,3	3,2	3,7

9762 т (418 объектов), в комплексных золотосодержащих – 3737 т (179 объектов), в россыпных – 1147 т (5397 объектов). В 22 техногенных объектах учтено 36 т золота.

Ввиду определяющей роли рудных (собственно золоторудных и комплексных) месторождений в МСБ золота (92% балансовых запасов), постоянно снижающейся доле россыпных и незначительной – техногенных, в настоящем анализе внимание уделено именно рудным месторождениям.

Минерально-сырьевая база рудных месторождений золота начала рассматриваемого периода (01.01.2005–01.01.2019 г.), несмотря на увеличивающуюся добычу, характеризовалась ростом балансовых запасов собственно золоторудных и комплексных месторождений. К 2019 г. в связи со значительным возрастанием объема добычи произошло снижение значений обеспеченности добычи запасами. В табл. 1 приведены укрупненные в целом по РФ показатели использования и воспроизводства запасов рудных месторождений золота.

Из 26 регионов РФ, в которых учтены запасы собственно золоторудных месторождений (табл. 2), выделены группы по уровню воспроизводства запасов. Наиболее значительное увеличение запасов произошло в Магаданской области, Красноярском крае и Иркутской области (первая группа). В каждом из этих субъектов прирост запасов за 14 лет превысил 1000 т и, главным образом, был обеспечен доразведкой и (или)

переутверждением по новым кондициям запасов на уникальных месторождениях – Наталкинское, Олимпиадинское и Сухой Лог. Вторую по величине прироста запасов группу образуют 5 субъектов: Республика Саха (Якутия), Амурская область, Чукотский АО, Хабаровский и Забайкальский края, где прирост запасов составил 753,3–354,1 т. В третью группу входят остальные 18 субъектов, балансовые запасы рудного золота в которых возросли незначительно – на 95,6–0,4 т, хотя в большинстве из них, кроме Республики Бурятия, Кемеровской и Челябинской областей, воспроизводство МСБ компенсировало её погашение.

Наращивание балансовых запасов в субъектах федерации первой и второй групп сопровождалось общим ухудшением качественной составляющей – средних содержаний в них золота. Средние содержания золота за рассматриваемый период в целом в субъекте возросли только в четырёх регионах третьей группы: Алтайском крае, Республике Хакасия, Кемеровской и Челябинской областях. В Ямало-Ненецком АО, Республиках Коми и Кабардино-Балкария в 2005 г. балансовые запасы собственно золоторудных месторождений отсутствовали, новые месторождения поставлены на баланс за рассматриваемый период, в связи с чем изменение средних содержаний не рассматривается.

Из 26 субъектов РФ, в которых учтены комплексные золотосодержащие месторождения, выделены 2 группы

2. Количественные характеристики собственно золоторудных месторождений по субъектам РФ (ранжирование по приросту балансовых запасов)

Субъект Федерации	Балансовые запасы, т		Средние содержания, г/т		Движение балансовых запасов за 2005–2018 гг.	
	01.01.05	01.01.19	01.01.05	01.01.19	Погашение, т	Прирост, т
Магаданская область	333,8	1911,7	4,9	1,6	146,3	1724,2
Красноярский край	583,9	1572,2	4,3	3,7	721,6	1709,8
Иркутская область	1134,7	2454,0	2,8	2,2	155,1	1474,4
Республика Саха (Якутия)	733,0	1290,6	3,6	2,6	195,8	753,3
Амурская область	90,5	356,3	3,6	2,1	249,6	515,3
Чукотский АО	183,5	279,0	17,9	12,5	303,1	398,7
Хабаровский край	212,9	347,7	8,4	3,5	237,2	372,0
Забайкальский край	419,1	725,6	4,6	3,0	47,6	354,1
Свердловская область	183,3	190,5	2,77	2,42	88,5	95,6
Камчатский край	151,0	188,4	15,9	8,6	48,0	85,4
Челябинская область	79,1	60,1	3,7	3,8	101,5	82,5
Оренбургская область	15,3	77,7	5,5	2,5	12,4	74,8
Республика Бурятия	80,3	75,6	12,0	7,1	73,2	68,4
Республика Карелия	0,122	41,5	7,6	0,6	0	41,4
Республика Хакасия	22,3	36,2	4,1	4,9	19,4	33,3
Республика Башкортостан	33,8	49,0	5,5	2,4	5,8	21,0
Республика Тыва	0,1	8,1	8,9	4,1	8,5	16,5
Алтайский край	0,9	3,4	1,5	1,7	9,4	11,9
Ямало-Ненецкий АО	0	11,2	0	1,6	0	11,2
Сахалинская область	3,0	4,9	23,1	2,9	8,8	10,7
Ханты-Мансийский АО	1,4	11,5	10,9	5,5	0,03	10,1
Республика Коми	0	9,4	0	8,9	0	9,4
Республика Алтай	18,4	19,0	9,3	6,8	5,0	5,5
Кабардино-Балкарская Республика	0	4,9	0	3,0	0	4,9
Кемеровская область	31,4	31,1	2,9	3,6	2,7	2,5
Приморский край	2,4	2,8	5,7	5,7	0,04	0,4

по уровню воспроизводства запасов (табл. 3). Наибольший прирост (первая группа) произошёл в шести регионах: Забайкальском крае, Чукотском АО, Хабаровском крае, Республике Саха (Якутия), Красноярском крае и Челябинской области, где он составил 467,6–131,3 т. Во второй группе из 16 регионов прирост запасов варьирует от 83,2 до 0,1 т.

По сравнению с собственно золоторудными в комплексных золотосодержащих месторождениях не отмечено зависимости ухудшения значений средних содержаний золота при росте запасов.

Анализ ситуации с приростом запасов в «старых» и «новых» рудных объектах (общий прирост составил 9718 т) показал, что в значительной степени (2774 т или 29%) он был обеспечен доразведкой и(или) переутверждением запасов уникальных месторождений – Сухой Лог, Олимпиадинское, Наталкинское. А общий вклад доразведки на «старых» рудных месторождениях, 124 собственно золоторудных и 49 комплексных, составил 5443 т. На «новых» 230 рудных месторождениях (собственно золоторудных – 181, комплексных – 49) на государственный баланс поставлено 4275 т.

3. Количественные характеристики комплексных золотосодержащих месторождений по субъектам РФ (ранжирование по приросту балансовых запасов)

Субъект Федерации	Балансовые запасы, т		Средние содержания, г/т		Движение балансовых запасов за 2005–2018 гг.	
	01.01.05	01.01.19	01.01.05	01.01.19	Погашение, т	Прирост (убыль), т
Забайкальский край	61,5	493,7	0,05	0,72	35,4	467,6
Чукотский АО	0	350,2	0	0,28	0	350,2
Хабаровский край	0,1	278,6	0,05	0,22	0,5	279,0
Республика Саха (Якутия)	26,4	211,8	3,64	0,85	12,3	197,6
Красноярский край	549,5	641,7	0,22	0,19	77,9	170,1
Челябинская область	191,2	225,3	1,53	0,19	97,2	131,3
Республика Тыва	15,4	94	1,03	0,17	4,3	83,2
Амурская область	0	60,1	0	0,27	0	60,1
Республика Башкортостан	593,0	543,2	1,37	1,47	94,7	44,9
Мурманская область	9,5	33,9	0,01	0,04	1,5	26,0
Свердловская область	71,9	56,1	0,19	0,27	25,6	9,8
Воронежская область	0	9,2	0	0,14	0	9,2
Магаданская область	42,9	21,3	1,05	1,50	28,1	6,4
Иркутская область	0	6,3	0	2,99	0	6,3
Ямало-Ненецкий АО	0	5,7	0	1,11	0	5,7
Камчатский край	0,3	5,5	0,24	2,39	0,2	5,3
Кемеровская область	58,2	61,2	0,76	0,76	1,9	4,8
Оренбургская область	541,1	450,3	1,09	1,11	94,0	3,2
Приморский край	7,8	6,3	1,63	2,09	4,3	2,8
Республика Карелия	0	2,5	0	0,14	0	2,5
Алтайский край	50,3	43,6	0,76	0,70	8,4	1,6
Республика Северная Осетия–Алания	2,6	2,7	0,25	0,25	0,003	0,1
Республика Дагестан	9,1	9,1	0,16	0,16	0	0
Карачаево-Черкесская Республика	87,1	78,7	1,48	1,45	8,4	–0,01
Республика Бурятия	41,7	40,4	0,110	0,106	0	–1,2
Кабардино-Балкарская Республика	40,9	5,4	0,113	0,111	0	–35,5

При этом на ряде «новых» объектов на государственный баланс запасы ставились неоднократно. Таким примером является комплексное медно-порфировое месторождение Песчанка (Чукотский АО), где после переутверждения по новым кондициям, балансовые запасы золота выросли с 234 т в 2012 г. до 350 т в 2018 г.

В таблицах 4 и 5 для каждого субъекта федерации приведены доли в балансовых запасах «старых» и «новых», соответственно, собственно золоторудных и комплексных золотосодержащих месторождений.

По собственно золоторудным месторождениям в 10 субъектах федерации (см. табл. 4) доля запасов в «новых» объектах превысила 50%, при этом в 3 субъектах (Республиках Кабардино-Балкария, Коми и Ямало-Ненецком АО) балансовые запасы были учтены впервые. В 12 следующих субъектах (в порядке уменьшения доли новых месторождений) их вклад варьирует от 46 до 13%, а в последующих 4 их доля составила 9–6%. Поставленные на учёт балансовые запасы «новых» месторождений в целом характеризуются более низкими средними содержаниями золота

4. Доля «старых» и «новых» собственно золоторудных месторождений в балансовых запасах, в погашении и приросте в субъектах РФ по состоянию на 01.01.2019 г. (ранжировано по величине доли новых объектов в балансовых запасах)

Субъект Федерации	Доля в балансовых запасах РФ, %	Доля месторождений в балансовых запасах, %		Средние содержания, г/т		Движение балансовых запасов за 2005–2018 гг.			
		Старые	Новые	Старые	Новые	Погашение, т		Прирост (убыль), т	
						Старые	Новые	Старые	Новые
Кабардино-Балкарская Республика	0,1	0	100	0	2,99	0	0	0	4,9
Республика Коми	0,1	0	100	0	8,86	0	0	0	9,4
Республика Тыва	0,1	0	100	0	4,15	0,1	8,4	–0,001	16,5
Ямало-Ненецкий АО	0,1	0	100	0	2,74	0	0	0	11
Республика Карелия	0,4	0,3	99,7	7,63	0,57	0	0	0	41,4
Сахалинская область	0,1	10	90	5,25	2,77	0,1	8,7	–2,4	13,1
Ханты-Мансийский АО	0,1	11	89	11,12	5,13	0,03	0	–0,1	10,2
Оренбургская область	0,8	20	80	5,53	2,21	0,3	12,1	0,3	74,5
Амурская область	3,6	33	67	5,03	1,66	78,8	170,7	104,9	410,5
Алтайский край	0,03	36	64	1,96	1,53	4,3	5,1	4,6	7,3
Камчатский край	1,9	54	46	9,70	7,52	46,0	2,0	–2,9	88,3
Чукотский АО	2,9	61	39	11,77	13,73	123,9	179,2	109,6	289,1
Челябинская область	0,6	61	39	5,04	2,77	91,5	10,0	49,1	33,4
Хабаровский край	3,6	62	38	5,22	2,23	212,6	24,64	215,9	156,0
Республика Бурятия	0,8	65	35	11,42	4,13	72,4	0,8	41,4	27,0
Республика Хакасия	0,4	66	34	6,14	3,46	15,5	3,9	17,1	16,2
Красноярский край	16,1	69	31	4,50	2,64	564,1	157,5	1064	645,8
Республика Саха (Якутия)	13,2	70	30	3,21	1,79	178,6	17,2	354,6	398,7
Республика Башкортостан	0,5	73	27	3,71	1,21	4,2	1,6	6,4	14,6
Забайкальский край	7,4	74	26	3,67	1,95	16,4	31,2	136,1	218,0
Приморский край	0,03	85	15	5,72	5,74	0	0,04	0	0,4
Свердловская область	2,0	87	13	2,45	2,24	84,5	3,9	67,2	28,4
Республика Алтай	0,2	91	9	9,38	1,88	5,0	0	3,7	1,8
Кемеровская область	0,3	92	8	3,49	6,66	2,7	0	0,1	2,4
Магаданская область	19,6	93	7	1,70	0,71	142,7	3,6	1592,3	131,9
Иркутская область	25,1	94	6	2,17	2,55	148,2	6,9	1309,5	164,9

по сравнению со «старыми», кроме Чукотского АО, Приморского края, Кемеровской и Иркутской областей.

В большинстве золотодобывающих регионов добыча производится как из «старых», так и из «новых» месторождений, причем в 7 из них (Алтайский край, Республика Тыва, Сахалинская область, Оренбургская область, Забайкальский край, Амурская область, Чу-

котский АО) погашение запасов в новых месторождениях превысило таковое в «старых».

Вклад «новых» месторождений в воспроизводство запасов составил 2816 из 7887 т, при этом прирост на них во всех субъектах превысил их погашение. На «старых» месторождениях восполнение запасов произошло в 11 регионах, в остальных зафиксирована их убыль.

Следует отметить, что регионы, в которых доля новых месторождений в балансовых запасах превысила 50%, формируют только 5,4% всех балансовых запасов собственно золоторудных месторождений в Российской Федерации. На регионы с вкладом новых объектов 46–13% приходится 49,4% балансовых

запасов, а с вкладом 9–6% – 45,2%. В ключевых регионах – Иркутской и Магаданской областях, Красноярском крае и Республике Саха (Якутия), в которых учтено 74% всех балансовых запасов РФ, доля новых варьирует от 31 до 6%. Такая низкая доля «новых» месторождений в первых трёх регионах обусловлена

5. Доля «старых» и «новых» комплексных золотосодержащих месторождений в балансовых запасах, в погашении и приросте в субъектах РФ по состоянию на 01.01.2019 г. (ранжировано по величине доли новых объектов в балансовых запасах)

Субъект Федерации	Доля в балансовых запасах РФ, %	Доля месторождений в балансовых запасах, %		Средние содержания, г/т		Движение балансовых запасов за 2005–2018 гг.			
		Старые	Новые	Старые	Новые	Погашение, т		Прирост (убыль), т	
						Старые	Новые	Старые	Новые
Амурская область	1,6	0	100	0	0,27	0	0	0	60,1
Воронежская область	0,2	0	100	0	0,14	0	0	0	9,22
Иркутская область	0,2	0	100	0	2,99	0	0	0	6,28
Республика Карелия	0,1	0	100	0	0,14	0	0	0	2,51
Чукотский АО	9,4	0	100	0	0,28	0	0	0	350,2
Ямало-Ненецкий АО	0,2	0	100	0	1,11	0	0	0	5,74
Хабаровский край	7,5	0,01	99,99	0,05	0,22	0,03	0,51	0	279,1
Камчатский край	0,1	3	97	0,12	6,39	0,18	0	0,06	5,28
Республика Тыва	2,5	12	88	0,98	0,16	4,31	0	0,16	83,0
Забайкальский край	13,2	13	87	1,81	0,66	19,03	16,3	20,0	447,7
Мурманская область	0,9	22	78	0,02	0,07	1,49	0	–0,62	26,6
Челябинская область	6,0	72	28	0,25	0,11	97,2	0	69,3	62,1
Магаданская область	0,6	77	23	1,23	5,77	23,8	4,28	–2,76	9,2
Красноярский край	17,2	84	16	0,23	0,11	77,9	0	69,7	100,3
Свердловская область	1,5	86	14	0,24	1,21	25,0	0,62	1,50	8,3
Приморский край	0,2	95	5	2,00	29,8	4,20	0,11	2,35	0,41
Алтайский край	1,2	98	2	0,69	2,70	8,4	0	0,91	0,68
Республика Башкортостан	14,5	99,99	0,01	1,48	0,33	92,8	1,91	43,0	1,97
Оренбургская область	12,0	99,99	0,01	1,11	0,12	93,7	0,29	2,88	0,33
Республика Саха (Якутия)	5,7	100	0	0,85	0	12,3	0	197,6	0
Кабардино-Балкарская Республика	0,1	100	0	0,11	0	0	0	–35,5	0
Карачаево-Черкесская Республика	2,1	100	0	1,45	0	8,45	0	–0,01	0
Кемеровская область	1,6	100	0	0,76	0	1,88	0	4,80	0
Республика Бурятия	1,1	100	0	0,11	0	0	0	–1,24	0
Республика Дагестан	0,2	100	0	0,16	0	0	0	0	0
Республика Северная Осетия–Алания	0,1	100	0	0,25	0	0,003	0	0,07	0

6. Сроки отработки балансовых запасов, имеющихся на 01.01.2019 г., при уровне добычи 2018 г.

Субъект Федерации	Собственно золоторудные						Комплексные золотосодержащие					
	Общее	РФН	РЗР	Общее	РФН	РЗР	Общее	РФН	РЗР	Общее	РФН	РЗР
	Старые			Новые			Старые			Новые		
Алтайский край	2	2	2	27	27	27	73	29	26	X	X	A
Амурская область	175	171	22	17	17	9	A	A	A	X	A	A
Воронежская область	A	A	A	A	A	A	A	A	A	X	X	A
Забайкальский край	251	204	173	107	76	19	21	15	15	52	36	10
Иркутская область	181	181	173	36	34	22	A	A	A	X	A	A
Кабардино-Балкарская Республика	A	A	A	X	A	A	X	X	A	A	A	A
Камчатский край	20	14	14	112	112	56	10	10	5	X	X	A
Карачаево-Черкесская Республика	A	A	A	A	A	A	134	131	84	A	A	A
Кемеровская область	X	X	X	X	X	A	X	X	X	A	A	A
Красноярский край	14	14	13	34	34	16	92	92	73	X	X	A
Магаданская область	70	56	54	98	98	4	9	9	9	X	X	X
Мурманская область	A	A	A	A	A	A	88	88	53	X	X	A
Оренбургская область	X	X	X	60	17	2	75	65	66	2	2	X
Приморский край	X	A	A	11	11	A	39	39	15	X	A	A
Республика Алтай	177	177	189	X	X	X	A	A	A	A	A	A
Республика Башкортостан	24	21	1	X	X	X	98	98	10	0	0	0
Республика Бурятия	13	12	10	163	90	104	X	A	A	A	A	A
Республика Дагестан	A	A	A	A	A	A	X	A	A	A	A	A
Республика Карелия	X	X	A	X	X	A	A	A	A	X	X	A
Республика Коми	A	A	A	X	X	A	A	A	A	A	A	A
Республика Саха (Якутия)	49	47	46	107	57	46	119	116	15	A	A	A
Республика Северная Осетия–Алания	A	A	A	A	A	A	X	A	A	A	A	A
Республика Тыва	A	A	A	14	14	14	13	13	1	X	X	X
Республика Хакасия	17	17	17	X	X	X	A	A	A	A	A	A
Сахалинская область	X	X	A	2	2	2	A	A	A	A	A	A
Свердловская область	40	30	30	132	132	18	48	30	20	X	X	A
Хабаровский край	12	11	10	18	18	8	5	5	5	X	X	X
Ханты-Мансийский АО	X	X	A	X	X	A	A	A	A	A	A	A
Челябинская область	4	4	4	27	27	18	16	15	14	X	X	A
Чукотский АО	11	11	12	9	9	3	A	A	A	X	X	A
Ямало-Ненецкий АО	A	A	A	X	X	A	A	A	A	X	X	A

Примечание. Запасы: Общее – все балансовые, РФН – находящиеся в распределённом фонде недр, РЗР – имеющие статус «разрабатываемых»; X – наличие балансовых запасов при отсутствии их погашения; A – отсутствие балансовых запасов.

наличием уникальных объектов (Сухой Лог, Наталкинское, Олимпиадинское). При исключении их влияния доля «старых» месторождений в запасах в Красноярском крае составит только 14%, в Магаданской и Иркутской областях – соответственно, 33 и 14%.

По комплексным золотосодержащим месторождениям в 11 субъектах, на которые приходится 35,9% запасов этого типа месторождений в РФ (см. табл. 5, верхняя часть списка), прирост запасов на «новых» месторождениях обеспечил достижение их доли в структуре балансовых запасов выше 50%. В четырёх следующих по списку субъектах, в которых в сумме находится 25,3% запасов РФ, доля запасов «новых» месторождений составляет 28–14%. В остальных субъектах доля запасов «новых» месторождений либо незначительна, либо они не выявлены за рассматриваемый период времени. В 7 из 19 регионов, в которых были выявлены «новые» объекты, средние содержания золота оказались более высокими по сравнению со «старыми». В 6 регионах комплексные месторождения были выявлены впервые. Освоение «новых» комплексных золотосодержащих месторождений осуществлялось только в 7 субъектах, в остальных либо продолжались разведочные работы (сульфидное медно-никелевое месторождение Кун-Манье в Амурской области, малосульфидное платино-металльное месторождение Викша в Республике Карелия и др.), либо проводится подготовка к их освоению (сульфидное медно-никелевое Масловское в Красноярском крае и др.).

По комплексным золотосодержащим месторождениям по субъектам и в целом по Российской Федерации воспроизводство балансовых запасов на «новых» объектах опережает их погашение. Вклад «новых» месторождений в прирост запасов составил 1459 из 1831 т.

В табл. 6 для каждого из субъектов РФ приведены расчётные сроки погашения имеющихся на 01.01.2019 г. балансовых запасов рудных месторождений, исходя из достигнутого уровня добычи в 2018 г. В качестве «критического» значения обеспеченности принято 20 и менее лет. Это обусловлено сложившейся практикой отечественного недропользования в части необходимого времени для проведения поисковых, оценочных и разведочных работ с постановкой запасов на учёт, последующей подготовкой к освоению и началом разработки месторождения.

Данные представленной таблицы, в связи с участием в расчётах информации по добыче за 2018 г. по ряду регионов, где планируется в ближайшие годы ввод в эксплуатацию как «старых», так и «новых» месторождений, являются условными и будут в дальнейшем корректироваться. Так, например, очень высокая обеспеченность Иркутской области запасами собственно золоторудных месторождений обусловлена наличием уникального не разрабатываемого «старого» месторождения Сухой Лог, ввод в эксплуатацию которого ожидается через несколько лет и, соответственно,

после чего это значение резко уменьшится. Аналогичная ситуация в Амурской области – «старое» месторождение Бамское не введено в эксплуатацию. По ряду субъектов при наличии разного объёма балансовых запасов «старых» и(или) «новых» рудных месторождений в 2018 г. и низкой добычи значения обеспеченности значительны (Забайкальский и Камчатский края, Республики Карачаево-Черкесия, Алтай и Бурятия, Свердловская область), и по мере возрастания погашения запасов они будут сокращаться. При отсутствии добычи обеспеченность, соответственно, не рассчитывалась.

В целом обеспеченность добычи балансовыми запасами собственно золоторудных месторождений весьма значительна и устойчива в ключевых регионах – Иркутской, Магаданской областях и Республике Саха (Якутия), Забайкальском крае, Свердловской области. Значение обеспеченности Красноярского края в связи с большим объёмом добычи на Олимпиадинском месторождении (в 2018 г. 26% общей добычи на собственно золоторудных месторождениях в РФ) является критическим. Частично ситуация может поправиться с доразведкой и постановкой на баланс запасов «новых» крупных месторождений (Попутнинское, Панимба и др.), но очевидна необходимость усиления геологоразведочных работ для выявления новых золоторудных объектов. Критическая ситуация с обеспеченностью запасами собственно золоторудных месторождений сложилась в Чукотском АО и Хабаровском крае.

Высокая обеспеченность запасами добычи из комплексных месторождений установлена в основных добывающих субъектах – Забайкальском, Приморском и Красноярском краях, Мурманской, Свердловской и Оренбургской областях, Республике Саха (Якутия).

Резюме. Приведённые данные показывают нарастающую роль «новых» месторождений в воспроизводстве МСБ рудного золота. При этом относительно «старых» месторождений прирост запасов золота на «новых» комплексных месторождениях происходит более интенсивно по сравнению с собственно золоторудными. Однако при прогнозе производства золота из комплексных месторождений следует учитывать ряд моментов: во-первых, их освоение зависит от востребованности на рынке основных компонентов (меди, никеля, цинка и др.); во-вторых, извлечение золота по технологическим причинам существенно меньше по сравнению с собственно золоторудными объектами, поэтому производство золота на них значительно меньше балансовых запасов.

Минерально-сырьевая база рудного золота Российской Федерации остается весьма чувствительной к возможной переоценке запасов на уникальных и крупных месторождениях. Для её устойчивого развития необходима интенсификация геологоразведочных работ по выявлению новых объектов как в наименее изученных регионах Дальнего Востока и Сибири, так и в старых горнорудных районах (Урал, Забайкалье и др.).

Опыт прогнозирования перспективных на золотое оруденение площадей на основе проведения комплексного анализа рудной и россыпной золотоносности (Забайкальский край)

Д.А.КОРЧАГИНА, О.А.АГИБАЛОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Выполнен анализ рудной и россыпной золотоносности рудно-россыпных узлов Забайкальского края, включающий сопоставление количественных показателей рудной и россыпной золотоносности и их пространственные взаимоотношения. Выделены участки (в ранге рудно-россыпных полей и узлов), в пределах которых отмечается отчётливая диспропорция количественных показателей рудной и россыпной золотоносности; рассмотрены возможные причины дисбаланса обобщённых показателей рудной и россыпной золотоносности для отдельных рудно-россыпных узлов; выделены площади развития россыпей без установленных источников питания. По результатам проведённого анализа локализованы площади для постановки прогнозно-минерагенических работ (ПМР) в ранге рудных полей, перспективные на выявление месторождений золота различных рудно-формационных типов (РФТ).

Ключевые слова: россыпи золота, золоторудные месторождения, рудно-россыпные районы, рудно-россыпные узлы, рудно-формационные типы месторождений золота, накопленная добыча, условные запасы, прогнозно-минерагенические работы, рудно-магматическая система.

Корчагина Дарья Александровна

Агибалов Олег Анатольевич



korchagina@tsnigri.ru

agibalov@tsnigri.ru

Experience in forecasting areas promising for gold mineralization based on a comprehensive analysis of ore and placer gold potential (Trans-Baikal territory)

D.A.KORCHAGINA, O.A.AGIBALOV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

The analysis of ore and alluvial gold potential of ore-alluvial clusters of the Trans-Baikal territory, including a comparison of quantitative indicators of ore and alluvial gold potential and their spatial relationships, is performed. Areas (ranked as ore-placer fields and clusters), which demonstrate a clear disparity in the quantitative indicators of ore and placer gold potential are identified; possible reasons for the imbalance of generalized indicators of ore and placer gold potential for individual ore-placer clusters are considered; areas of placer development without any established supply sources are identified. Based on the analysis results, the areas for forecasting-mineralogical work (FMW) ranked as ore fields promising for identifying gold deposits of various ore-formational types (OFT) are localized.

Key words: gold placers, gold deposits, ore-placer areas, ore-placer clusters, ore-formational types of gold deposits, accumulated production, conditional reserves, forecasting-mineralogical works, ore-magmatic system.

Комплексный анализ рудной и россыпной золотоносности широко используется в практике прогнозных и поисковых работ. При этом чаще всего он ограничивается констатацией наличия россыпей как прямого поискового признака, иногда его дополняют качественной характеристикой масштаба россыпей (крупные–мелкие), описанием типоморфных особенностей золота и минерального состава тяжёлой фракции. В настоящей работе предпринята попытка комплексного анализа россыпной и рудной золотоносности на основе сопоставления их количественных показателей, включающих запасы, накопленную добычу и прогнозные ресурсы, на примере рудно-россыпных узлов Забайкальского края. Цель данной работы – выявление площадей с ярко выраженным дисбалансом обобщённых показателей рудной и россыпной золотоносности для обоснования направлений дальнейших работ (геологическое доизучение, постановка прогнозно-минерагенических исследований) на коренное золото.

При всём многообразии геолого-геоморфологических обстановок существуют разные степени пространственной взаимосвязи коренных источников и россыпей – как непосредственные (к крупному месторождению примыкают высокопродуктивные россыпи), так и опосредованные (в бассейне крупной россыпи имеются только небольшие по масштабу проявления рудной минерализации).

В геологической литературе наблюдается широкий спектр мнений, посвящённый степени связи россыпей с коренными источниками. Крайние точки зрения можно сформулировать следующим образом:

каждому россыпному месторождению соответствует месторождение коренное, и чем крупнее россыпь, тем крупнее коренное месторождение [2];

россыпное месторождение может образоваться за счёт зон рассеянной золотой минерализации.

Возможность образования богатых россыпей за счёт зон рассеянной золотой минерализации показана на примере Клондайского россыпного узла [13], где было добыто более 300 т золота, большая часть которого поступила из уникальных промежуточных коллекторов, так называемых «белых галечников», на 99% состоящих из жильного кварца. Следует отметить, что в качестве золотоносных промежуточных коллекторов в пределах Забайкалья можно рассматривать конгломераты многочисленных мезокайнозойских депрессий, а также плиоцен-раннечетвертичные отложения кангильской свиты, так называемой «белёсой» толщи. Однако их вклад в россыпеобразование, вероятно, не очень велик. Конгломераты депрессий имеют полимиктовый состав, золотоносность в их пределах убогая или отсутствует (единственное известное древнее россыпное месторождение золота «Каменские Конгломераты»), а ранне-среднеплейстоценовые россыпи, образованные за счёт перемиыва «белё-

сой» толщи, как правило, образуют подвесные пласты невысокой продуктивности.

В решении проблемы связи «коренной источник–россыпь» многое зависит от таких факторов как: величина эрозионного среза и количество денудационных циклов долины, крупность золота в рудах и степень его высвобождения в процессе склонового транспорта, взаимного расположения и ориентации минерализованных зон и долины реки и др. Следует также учитывать различную степень изученности территории и возможность погребения рудных источников в бортах золотоносных долин слабозолотоносным делювием, что может создавать впечатление «безрудности» золотороссыпной площади.

Не претендуя на решение этой проблемы в каждом конкретном случае, авторы данной статьи считают, что будет полезным и актуальным на региональном уровне (в пределах Забайкальского края) выполнить количественный анализ обобщённых показателей рудной и россыпной золотоносности и на его основе выделить участки в пределах россыпных районов и узлов со слабопроявленной рудной золотоносностью с целью их дальнейшего геологического изучения.

Для количественного анализа обобщённых показателей рудной и россыпной золотоносности Забайкальского края была подсчитана площадная продуктивность рудных и россыпных узлов в их традиционных границах, принятых местными геологоразведочными организациями (С.П.Карелин, 2011). Площадная продуктивность определялась по формуле: $S_{пр} = (D + Z + UZ) / S$, где:

$S_{пр}$ – площадная продуктивность рудных и россыпных узлов (кг/км²);

S – площадь рудных и россыпных узлов (км²);

D – накопленная добыча (кг);

Z – запасы категорий А, В, С₁, С₂+забалансовые запасы (кг);

UZ – прогнозные ресурсы (кг), пересчитанные в условные запасы по формуле А.И.Кривцова [4]: $UZ = 0,125 (P_3 + 2P_2 + 4P_1)$.

Следует отметить, что в определённой степени наиболее достоверными можно считать данные по прогнозным ресурсам и запасам. Объёмы накопленной добычи были получены из разных источников, включая интернет-ресурсы и в ряде случаев носят отрывочный характер. В связи с чем авторы ни в коей мере не претендуют на полную достоверность приведённых количественных данных и рассматривают полученные показатели как оценочные характеристики, позволяющие сопоставить суммарные величины золотоносности рудных и россыпных узлов.

Результаты выполненных расчётов по рудным узлам приведены в табл. 1 и на рис. 1. Всего учтены данные по 74 золоторудным узлам (ЗРУ) в пределах 23 золоторудных районов (ЗРР). При оценке золоторудной площадной продуктивности учитывались показатели как золоторудных, так и комплексных золотосодержащих объектов.

1. Основные показатели площадной продуктивности золоторудных узлов Забайкальского края

№ на карте	Золоторудные районы (ЗРР) и узлы (РУ)	Прогнозные ресурсы (ПР), т			Условные запасы (УЗ), кг	Добыча (Д), кг	Запасы, кг		Забалансовые запасы, кг	Всего (ПР+УЗ+Д+З), кг	Площадь, км ²	Площадная продуктивность, кг/км ²
		Р ₁	Р ₂	Р ₃			А+В+С ₁	С ₂				
	Могочинский ЗРР									588 360	17 300	28
1	Бухта-Кедровский РУ		25	45	11 875	Н.д.	–	–	–	11 875	1050	11
2	Десинско-Кулинский РУ	35	30		25 000	Н.д.	–	3043	–	28 043	770	36
3	Итагинский РУ	55	100	32	56 500	–	19 135	43 418	–	119 053	390	307
4	Верхнеамазарский РУ	97,4	9,6	20	53 600	1333	7360	42 491	20 554	136 527	820	167
5	Большемогочинский РУ			75	9375	Н.д.	–	–	6458	9375	280	33
6	Давенда-Ключевский РУ	8	203	100	67 250	Н.д.	60 674	37 654	–	172 036	580	299
	Жирекенский ЗРР									54 326	13 500	4
7	Арчикийский РУ	13,5	5	140	25 500	Н.д.	10 689	7505	3181	25 500	430	76
8	Ундургинский РУ			100	12 500	Н.д.	–	–	–	12 500	590	21
	Дарасунский ЗРР									398 798	7000	57
9	Дарасунский РУ	99,2	147,5	30	90 225	120 000	59 066	34 694	10 797	314 782	1240	253
10	Киинский РУ	10	77,5	50	30 625	1493	13 401	406	38 091	84 016	1780	47
	Среднеко-Карийский ЗРР									87 946	5500	16
11	Карийский РУ	13,7	39	–	16 600	Н.д.	2324	9909	550	29 383	730	40
12	Шилкинско-Заводский РУ	–	–	150	18 750	Н.д.	–	–	–	18 750	410	46
13	Чачинский РУ	–	12	129	19 125	Н.д.	–	–	–	19 125	510	38
14	Среденский РУ	–	3,3	–	825	Н.д.	–	8800	11 063	20 688	710	29
	Балейский ЗРР									876 507	11 400	77
15	Кокертайский РУ	–	–	110	13 750	Н.д.	–	–	–	13 750	430	32
16	Нерчинский РУ	–	40	115	24 375	Н.д.	–	1049	–	25 424	390	66
17	Пешковско-Апрелковский РУ	33,5	9	–	19 000	19 804	14 072	3769	7039	63 684	390	163
18	Казаковский РУ	–	300	30	78 750	195	1338	624	533	81 440	640	127
19	Балейский РУ	11,5	–	–	5750	400 000	69 464	100 327	73 400	648 941	370	1731
20	Мунгинский РУ	1	11	50	9500	Н.д.	6924	11 085	759	28 268	610	46
21	Усть-Ундинский РУ	–	15	70	12 500	Н.д.	–	–	–	12 500	390	32
22	Сарбактуйский РУ	–	–	20	2500	Н.д.	–	–	–	2500	40	68
	Верхнеолекминский ЗРР									35 125	10 480	3
23	Моклаканский РУ	–	64	78	25 750	Н.д.	–	–	–	25 750	2130	12
24	Венегерский РУ	–	–	75	9375	Н.д.	–	–	–	9375	560	17

Продолжение табл. 1

№ на карте	Золоторудные районы (ЗРР) и узлы (РУ)	Прогнозные ресурсы (ПР), т			Условные запасы (УЗ), кг	Добыча (Д), кг	Запасы, кг		Забалансовые запасы, кг	Всего (ПР+УЗ+Д+З), кг	Площадь, км ²	Площадная продуктивность, кг/км ²
		Р ₁	Р ₂	Р ₃			А+В+С ₁	С ₂				
	Холоджикано-Калгайский ЗРР									11 750	3380	4
25	Доптуганский РУ	–	10	–	2500	Н.д.	–	–	–	2500	140	18
26	Багаджинский РУ	9	5	28	9250	Н.д.	–	–	–	9250	390	24
	Шилка-Газимурский ЗРР									19 250	4330	5
27	Кучугайский РУ	–	–	38	4750	Н.д.	–	–	–	4750	700	7
28	Догинский РУ	–	–	116	14 500	Н.д.	–	–	–	14 500	150	94
	Будомкано-Култуминский ЗРР									205 630	2440	84
29	Лутоканский РУ	123,6	116,6	90	102 200	Н.д.	16 459	24 370	–	143 029	330	430
30	Будомканский РУ	–	–	50	6250	Н.д.	–	–	–	6250	210	30
31	Култуминский РУ	89,1	16,2	–	48 600	Н.д.	–	–	–	48 600	440	110
	Газимуро-Заводский ЗРР									592 381	3110	191
32	Широкинский РУ	22,6	6	–	12 800	15200	14 373	65 083	13 001	120 457	190	629
33	Быстринский РУ	144	–	60	79 500	Н.д.	251 698	45 056	64 670	440 924	220	2026
34	Красноярско-Золотинский РУ	10,3	–	150	23 900	Н.д.	–	–	–	23 900	120	198
	Шахтаминский ЗРР									442 000	4210	105
35	Сосновский РУ	–	–	40	5000	Н.д.	–	–	–	5000	90	58
36	Бугдаинский РУ	838	–	–	419 000	Н.д.	–	–	–	4190	150	2759
37	Курунзулайский РУ	–	–	134	16 750	Н.д.	–	–	–	16 750	360	47
38	Акагуевский РУ	–	5	–	1250	Н.д.	–	–	–	1250	90	14
	Кукульбейский ЗРР									9675	2550	4
39	Хадабулакский РУ	1	7,7	58	9675	Н.д.	–	–	–	9675	300	33
	Шерловоторский ЗРР									3750	4270	1
40	Искирийский РУ	–	–	30	3750	Н.д.	–	–	–	3750	230	16
	Кличкинский ЗРР									13 750	4060	3
41	Алгачинский РУ	–	–	50	6250	Н.д.	–	–	–	6250	130	50
42	Бутунтаевский РУ	–	–	60	7500	Н.д.	–	–	–	7500	300	25
	Агинский ЗРР									11 250	8330	1
43	Челутайский РУ	–	–	40	5000	Н.д.	–	–	–	5000	560	9
44	Уронайский РУ	–	–	50	6250	Н.д.	–	–	–	6250	250	25

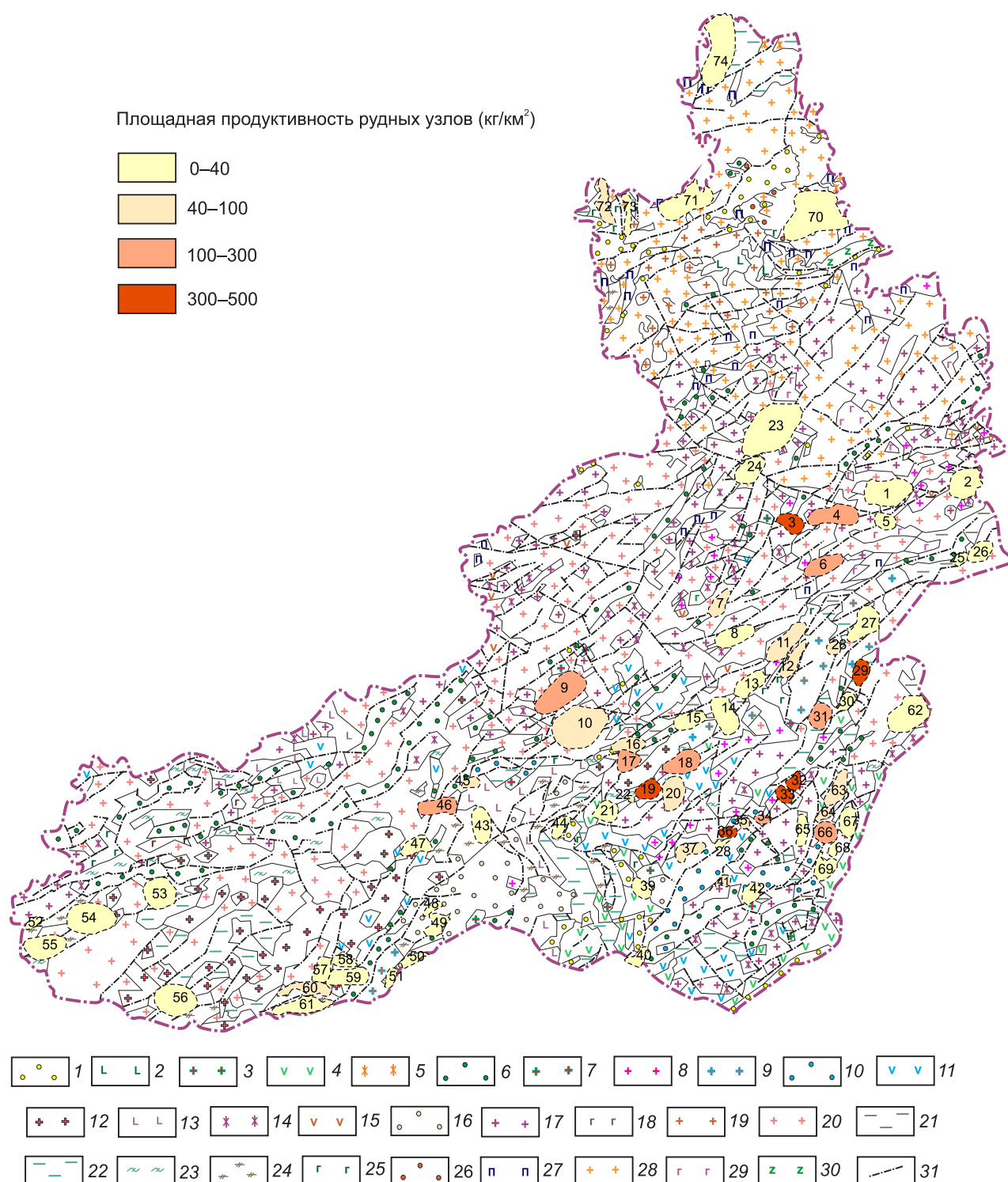
Продолжение табл. 1

№ на карте	Золоторудные районы (ЗРР) и узлы (РУ)	Прогнозные ресурсы (ПР), т				Условные запасы (УЗ), кг	Добыча (Д), кг	Запасы, кг		Забалансовые запасы, кг	Всего (ПР+УЗ+Д+З), кг	Площадь, км²	Площадная продуктивность, кг/км²
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄			A+B+C ₁	C ₂				
	Тура-Илинский ЗРР										65 749	3660	18
45	Васильевский РУ	–	–	50		6250	Н.д.	–	–	–	6250	150	41
46	Сыпчугурский РУ	–	91	266		56 000	Н.д.	–	–	–	56 000	540	103
47	Илинский РУ	–	–	–		–	Н.д.	864	2635	–	3499	410	8,6
	Халзан-Устьилинский ЗРР										12 500	3280	4
48	Ново-Казачинский РУ	–	–	10		1250	Н.д.	–	–	–	1250	140	9
49	Тохтор-Могойгуйский РУ	–	–	30		3750	Н.д.	–	–	–	3750	340	11
50	Кундулунский РУ	–	–	40		5000	Н.д.	–	–	–	5000	200	25
51	Тургенский РУ	–	–	20		2500	Н.д.	–	–	–	2500	170	15
	Кударинско-Гутайский ЗРР										3125	460	7
52	Гутайский РУ	–	–	25		3125	Н.д.	–	–	–	3125	130	24
	Чикойский ЗРР										28 250	7450	4
53	Сергинский РУ	–	–	30		3750	Н.д.	–	–	–	3750	790	5
54	Воскресенский РУ	13	35	–		15 250	Н.д.	–	–	–	15 250	1200	13
55	Катацинский РУ	–	37	–		9250	Н.д.	–	–	–	9250	790	12
	Бальджиканский ЗРР										10 000	9860	1
56	Бальджиканский РУ	–	–	80		10 000	Н.д.	–	–	–	10 000	1050	
	Хапчерангинский ЗРР										75 037	4880	15
57	Мордойский РУ	–	1,4	100		12 850	Н.д.	–	–	–	12 850	360	36
58	Ендинский РУ	–	–	30		3750	Н.д.	–	–	–	3750	210	18
59	Хапчерангинский РУ	–	–	100		12 500	Н.д.	–	–	–	12 500	610	21
60	Любавинский РУ	25,8	29,1	36		24 675	7000	4535	2769	708	39 687	490	81
61	Газулутыйский РУ	–	–	50		6250	Н.д.	–	–	–	6250	640	10
	Уровский ЗРР										6250	6680	1
62	Уровский РУ	–	–	50		6250	Н.д.	–	–	–	6250	1070	6
	Нерчинско-Заводский ЗРР										114 768	6120	19
63	Козулинский РУ	18,95	52,45	–		22 588	Н.д.	–	–	–	22 588	480	47
64	Солкоконский РУ	3	2	20		4500	Н.д.	584	1332	–	6416	140	45
65	Козловский РУ	–	–	20		2500	Н.д.	2030	6585	–	11 475	480	24
66	Смирновско-Михайловский РУ	11	31	–		13 250	11 608	14 218	18 544	6509	64 129	410	158

№ на карте	Золоторудные районы (ЗРР) и узлы (РУ)	Прогнозные ресурсы (ПР), т			Условные запасы (УЗ), кг	Добыча (Д), кг	Запасы, кг		Забалансовые запасы, кг	Всего (ПР+УЗ+Д+З), кг	Площадь, км ²	Площадная продуктивность, кг/км ²
		Р ₁	Р ₂	Р ₃			А+В+С ₁	С ₂				
67	Нерчинско-Заводский РУ	7	5	—	4750	Н.д.	—	—	—	4750	420	11
68	Явленский РУ	—	1	—	125	Н.д.	—	—	—	125	90	1
69	Покровский РУ	6	—	—	3000	Н.д.	—	2119	41	5160	390	13
	Кодаро-Удоканский ЗРР									37 500	12 900	3
70	Икабья-Читкандинский РУ	—	—	200	25 000	Н.д.	—	—	—	25 000	2100	12
71	Сюльбанский РУ	—	—	100	12 500	Н.д.	—	—	—	12 500	960	13
	Муйский ЗРР									27 250		
72	Нижнеталлаинский ЗРУ	—	—	100	12 500	Н.д.	—	—	—	12 500	420	30
73	Бахтарнак-Орловский ЗРУ	10	14	50	14 750	Н.д.	—	—	—	14 750	260	57
	Вне ЗРР											
74	Бестяхский РУ	—	—	50	6250	Н.д.	—	—	—	6250	1700	4

Рис. 1. Площадная продуктивность золоторудных узлов Забайкальского края:

1–30 – элементы геологического строения и их возраст: 1 – ледниковые, речные и озёрные отложения (кайнозой), 2 – трахибазальты лавовых плато (кайнозой), 3 – гранит-лейкогранитовый кукульбейский, харалгинский, дотулурский, тымагерский комплексы (поздняя юра–ранний мел), 4 – терригенно-вулканогенная (трахиандезит-трахидацит-риолитовая группа) и терригенная моласса (ундино-даинская, нерчинская и другие серии; поздняя юра–ранний мел), 5 – щелочно-сиенит-граносиенитовый алданский комплекс (поздняя юра–ранний мел), 6 – континентальная, частью угленосная моласса (поздняя юра–ранний мел), 7 – гранит-лейкогранитовый кукульбейский, харалгинский, дотулурский, тымагерский комплексы (поздняя юра–ранний мел), 8 – монцодиорит-гранодиорит-гранитовый нерчуганский, эймнахский, акатуйский комплексы (поздняя юра), 9 – гнейсогранитовый борщовочный комплекс (средняя–поздняя юра), 10 – континентальная моласса терригенно-вулканогенная и угленосная (харюлгатинская, тугнуйская свиты, ичетуйская серия; средняя юра), 11 – субвулканические (андезиты, дациты) и вулканогенно-осадочные отложения (ранняя–поздняя юра), 12 – гранит-лейкогранитовый гуджирский, аксакан-шумиловский комплексы (средняя юра), 13 – трахиандезитбазальтовая черноморская, цаган-хунтейская и другие свиты (триас), 14 – щелочногранит-лейкогранит-сиенитовый нерчуганский, эймнахский, куналейский комплексы (триас), 15 – субвулканические и вулканогенно-молассовые отложения (андезиты, базальты, риолиты; пермь–юра), 16 – аспидно-флишодная, сланцево-граувакковая формации, континентальная моласса (чиронская, рябиновская, хапчерангинская, акша-илинская и др. серии; средний карбон–ранний триас), 17 – монцодиорит-гранодиорит-гранитовый бичурский, амананский, ундинский и даурский комплексы (пермь), 18 – перидотит-пироксенит-габброидный монотойский, муронский комплексы (ранний протерозой), 19 – монзонит-сиенит-гранитовый ингамакитский комплекс (ранний палеозой), 20 – тоналит-плагиогранит-гранитовые олекминский, джидинский, малханский комплексы (венд–ранний палеозой), 21 – зеленосланцевые, с углеродистыми породами агинско-борщовочный, приаргунский, куналейский комплексы (ранний палеозой), 22 – терригенно-карбонатные, частью пестроцветные и углеродистые (рифей–раннепалеозойские) отложения (тепторгинская серия, патомский комплекс, верхнекаларская серия; ингодинская, киркунская и другие свиты), 23 – гнейсо-амфиболитовый урульгинский, малханский и др. комплексы (рифей), 24 – карбонатно-гнейсо-сланцевый усть-тулдунский комплекс (рифей), 25 – габбро-норитовый, габбро-долеритовый, перидотит-пироксенит-габброидные чинейский, довыренский, кедровский, таллаинский и др. комплексы (рифей–нижний палеозой), 26 – молассоидная карбонатная алевропесчаниковая меденосная, частью углеродистая толща (ранний протерозой), удоканский комплекс, 27 – перидотит-пироксенитовый раннепротерозойский (муринский) комплекс, 28 – мигматит-гранитовый становой и куандинский комплексы; гранодиорит-гранитовый кодарский, тукурингский и ничатский комплексы (архей–ранний протерозой), 29 – метаультрамафит-габбровый амазарский, олшкинский, тепрокангский комплексы (поздний архей), 30 – пироксенит-габбро-анортзитовый олёкмо-каларский комплекс (ранний архей); 31 – крупные разрывные нарушения; номера узлов см. в табл. 1



На схеме цветом показана площадная продуктивность ЗРУ, условно объединённых в 4 основные группы:

1) с низкой площадной продуктивностью (0–40 кг/км²), 44 узла (60%);

2) со средней площадной продуктивностью (40–100 кг/км²), 15 узлов (20%);

3) с высокой площадной продуктивностью (100–300 кг/км²), 9 узлов (12%);

4) с очень высокой площадной продуктивностью (>300 кг/км²), 6 узлов (8%).

Геолого-промышленный тип месторождений золота Забайкальского края включает в себя как собственно

золоторудные месторождения: Дарасунское (золото-сульфидно-кварцевый), Любавинское (золото-кварцевый), Балейское (золото-адуляр-кварцевый) и др., так и комплексные золотосодержащие: Быстринское (золото-медно-скарновый), Ново-Широкинское (полиметаллически-серебряный (золото-полиметаллический)) и др.

Наиболее продуктивные золоторудные узлы отчётливо тяготеют к зоне повышенной проницаемости в цен-

тральной и восточной частях Монголо-Охотской сутуры, в пределах которой по разломам, сформированным в коллизионный период развития территории, происходило формирование крупных, долгоживущих рудно-магматических систем [10].

Результаты количественной оценки площадной продуктивности россыпной золотоносности приведены в табл. 2 и на рис. 2. Границы золотороссыпных узлов

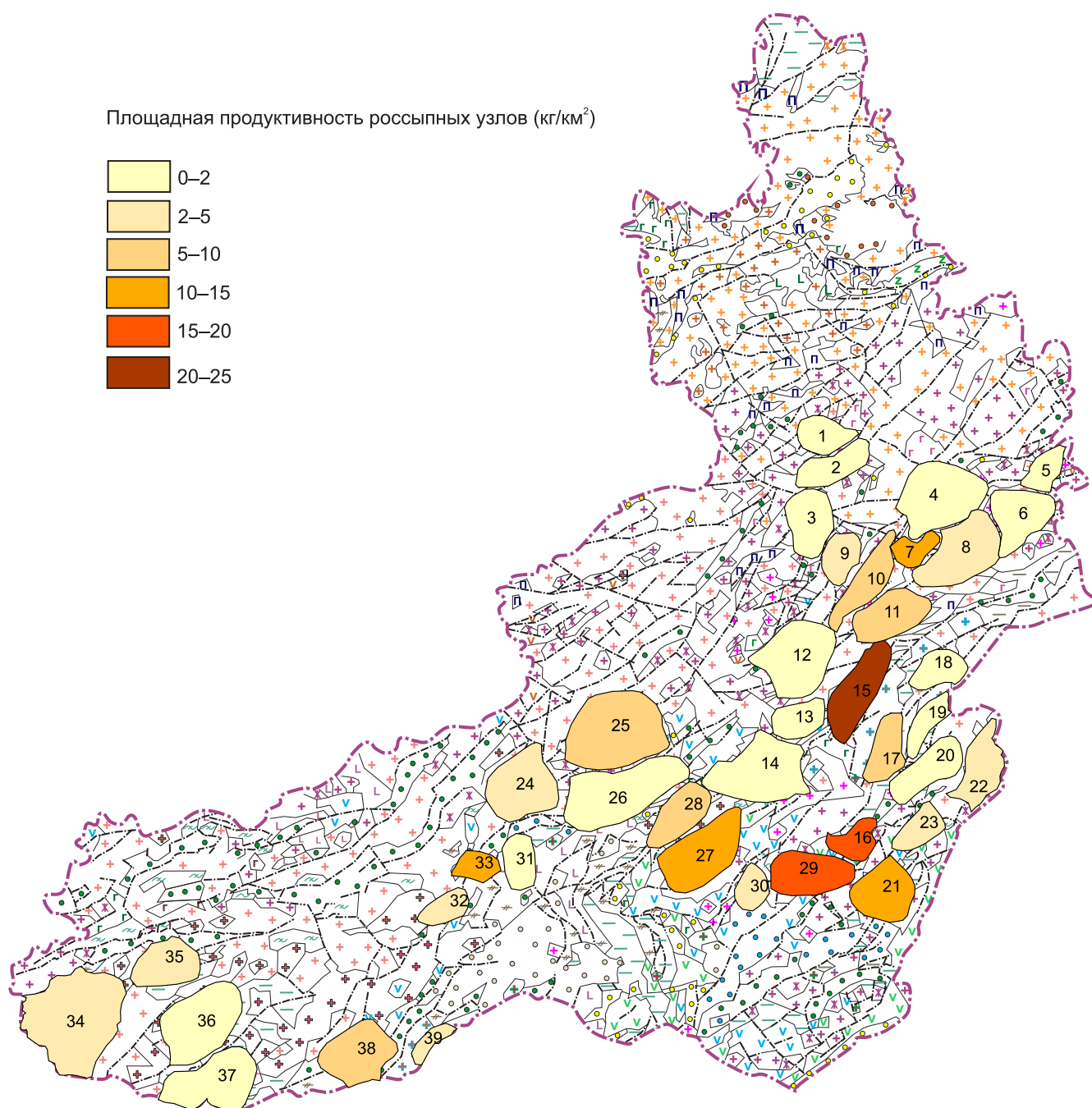


Рис. 2. Площадная продуктивность золотороссыпных узлов Забайкальского края:

см. услов. обозн. к рис. 1; номера узлов см. в табл. 2

2. Основные показатели площадной продуктивности золотороссысных узлов Забайкальского края

№ на карте	Золотороссысные районы (ЗРР) и узлы (ЗРУ)	Прогнозные ресурсы (ПР), кг			Условные запасы (УЗ), кг	Добыча (Д), кг	Запасы, кг	Всего (ПР+УЗ+Д+З), кг	Площадь, км ²	Площадная продуктивность, кг/км ²
		Р ₁	Р ₂	Р ₃						
	Чарский ЗРР			15 410	1926			1926	15 000	0,13
	Муйский ЗРР		4160	15 060	2923	250	51	3224	8000	0,40
	Каларский ЗРР	120	4340	34 160	5415	8547	781	14 743	13 700	1,08
	Уагитско-Кедровский ЗРР			1780	223		91	314	3100	0,10
	Калаканский ЗРР		900	8350	1269			1269	7500	0,17
	Верхне-Олёкминский ЗРР	1212	5958	10 430	3399	337	923	4659	7100	0,83
1	Средне-Моклинский ЗРУ	–	1014	–	254	Н.д.	–	254	1400	0,18
2	Верхне-Моклинский ЗРУ	2163	304	–	1158	206	103	1467	1600	0,92
3	Олёкминский ЗРУ	554	64	63	301	132	1386	1819	2200	0,83
	Могочинский ЗРР	4060	11 820	8780	6083	100 000		106 083	21 200	5,00
4	Бухта-Черемнинский ЗРУ	300	1255	317	503	181	1471	2155	3900	0,55
5	Нюжинский ЗРУ	–	520	–	130	Н.д.	–	130	1000	0,13
6	Чичаткинский ЗРУ	159	800	–	280	197	993	1470	2500	0,59
7	Верхне-Амазарский ЗРУ	2417	630	–	1366	1412	8237	11 015	900	12,24
8	Могоча-Амазарский ЗРУ	4847	3218	66	3236	1284	4809	9329	3500	2,67
9	Итакинский ЗРУ	25	120	–	43	4231	755	5029	1200	4,19
10	Урюмский ЗРУ	1307	153	–	692	11 387	5593	17 672	2100	8,42
11	Горбица-Желтугинский ЗРУ	2993	903	–	1723	14 388	3341	19 478	2400	8,12
	Холоджикано-Калтагайский ЗРР	540	1330	2180	875			875	5500	0,16
	Нерча-Нерчуганский ЗРР			1000	125			125	3000	0,04
	Жирекенский ЗРР	530	426	174	393			393	6700	0,06
12	Белоуромский ЗРУ	–	790	16	200	Н.д.	604	804	3800	0,21
	Средне-Карийский ЗРР	1100	1170		843	60 000		60 843	10 100	6,02
13	Чачинский ЗРУ	56	346	–	114	39	131	282	1400	0,20
14	Курлычинский ЗРУ	203	1663	–	517	29	1123	1669	4200	0,40
15	Карийский ЗРУ	9525	404	–	4865	7231	2126	14 222	2600	22,22
	Газимурский ЗРР	2420	10 570	1290	4014	31 000		35 014	12 000	2,92
16	Быстринско-Лугинский ЗРУ	1097	748	–	736	3460	3048	7244	1200	16,67
17	Средне-Газимурский ЗРУ	712	2795	–	1055	4803	4556	10414	1600	6,88
18	Нижне-Газимурский ЗРУ	115	1002	–	308	Н.д.	–	308	1400	0,22
19	Будомканский ЗРУ	585	–	–	293	124	608	1025	1100	0,93
20	Нижне-Урюмканский ЗРУ	1558	–	–	779	125	168	1072	2100	0,51

№ на карте	Золотороссыльные районы (ЗРР) и узлы (ЗРУ)	Прогнозные ресурсы (ПР), кг			Условные запасы (УЗ), кг	Добыча (Д), кг	Запасы, кг	Всего (ПР+УЗ+Д+З), кг	Площадь, км²	Площадная продуктивность, кг/км²
		Р ₁	Р ₂	Р ₃						
	Приаргунский ЗРР	12640	4950	780	7655	45 000		52 655	8800	5,98
21	Борзинский ЗРУ	3277	882	–	1859	14 048	16 806	32 713	2500	14,80
22	Нижне-Уровский ЗРУ	4914	1298	–	2782	752	1202	4736	2100	2,38
23	Средне-Уровский ЗРУ	119	270	–	127	Н.д.	–	932	1200	2,50
	Юмучено-Витимский ЗРР	90	500	5000	795		120	915	2300	0,40
	Зелено-Озерский ЗРР		370	460	150			150	2300	0,07
	Читинский ЗРР	360	210	3770	704	6000	2000	8704	5900	1,48
24	Кручининский ЗРУ	360	210	930	349	6000	2000	8349	3200	2,61
	Дарасунский ЗРР	2200	1290		1423	29 000		30 423	10 600	4,47
25	Дарасунский ЗРУ	83	886	3325	679	30312	8819	39810	5200	7,66
26	Кия-Ингодинский ЗРУ	2236	1330	–	1450	1844	4299	7594	4900	1,55
	Балейский ЗРР		5543	3597	1835	57 000		58 835	6500	9,05
27	Балейско-Казаковский ЗРУ	4513	1020	–	2511,5	25335	16 021	43868	3600	12,19
28	Апрелково-Шиликинский ЗРУ	482	703	–	416,8	1207	2150	3774	1900	8,95
	Шахтаминский ЗРР		1780	3000	820	42 500		43 320	4100	10,57
29	Шахтаминский ЗРУ	1989	766	–	1186	2584	3870	7640	2500	16,00
30	Аленгуйский ЗРУ	–	2032	–	508	383	1221	2112	900	3,98
	Тура-Илинский ЗРР					11 500		11 500	4800	2,40
31	Аргалей-Цаган-Челутайский ЗРУ	299	62	–	165	224	3644	4033	1200	1,56
32	Илинский ЗРУ	774	–	–	387	698	1118	2203	1000	2,20
33	Тура-Оленгуйский ЗРУ	333	–	–	166,5	2756	3235	6158	800	7,70
	Чикойский ЗРР	840	2430	300	1065	31 000		32 905	10 700	3,08
34	Каганца-Мензинский ЗРУ	1894	80	–	967	6120	3838	10925	6500	3,85
35	Асаган-Куналейский ЗРУ	40	106	–	46,5	1157	2071	3275	2100	2,86
	Бальджиканский ЗРР	2300	1300		1475	7000		10 775	10 900	0,99
36	Чикокон-Верхнечикойский ЗРУ	2362	1087	–	1453	587	996	3036	4000	0,76
37	Бальджиканский ЗРУ	621	1870	–	778	1777	3746	6301	3500	1,80
	Хатчерангинский ЗРР	3800	1730	110	2349	21 000		27 146	4500	6,03
38	Любавинский ЗРУ	1577	3980	1760	2004	3195	1045	6244	2700	7,41
39	Кундулунский ЗРУ	214	–	–	107	Н.д.	434	541	300	3,33
	Саханай-Дурулгуевский ЗРР			2280	285			285	3300	0,09

также отвечают принятой в регионе рисовке (С.П.Карелин, 2011). На схеме приведены 39 золотороссыпных узлов в пределах 24 золотороссыпных районов. Площадная продуктивность варьирует от десятых долей до 22,2 кг/км².

Все узлы на схеме разбиты на 6 групп, которые по продуктивности можно объединить в 3 основных класса:

1) золотороссыпные узлы с низкой площадной продуктивностью (0–2 и 2–5 кг/км²), 26 узлов (67%);

2) золотороссыпные узлы со средней площадной продуктивностью (5–10 кг/км²), 7 узлов (18%);

3) золотороссыпные узлы с высокой площадной продуктивностью (>10 кг/км²), 6 узлов (15%).

Основная часть наиболее продуктивных золотороссыпных узлов (также как и ЗРУ) пространственно тяготеет к Монголо-Охотской сuture (коллизионному шву на границе Монгольского и Сибирского палеоконтинентов) и оперяющим её структурам в юго-восточной части Забайкальского края [10].

Наиболее распространённый геолого-промышленный тип в крае – мелкозалегающие долинные россыпи.

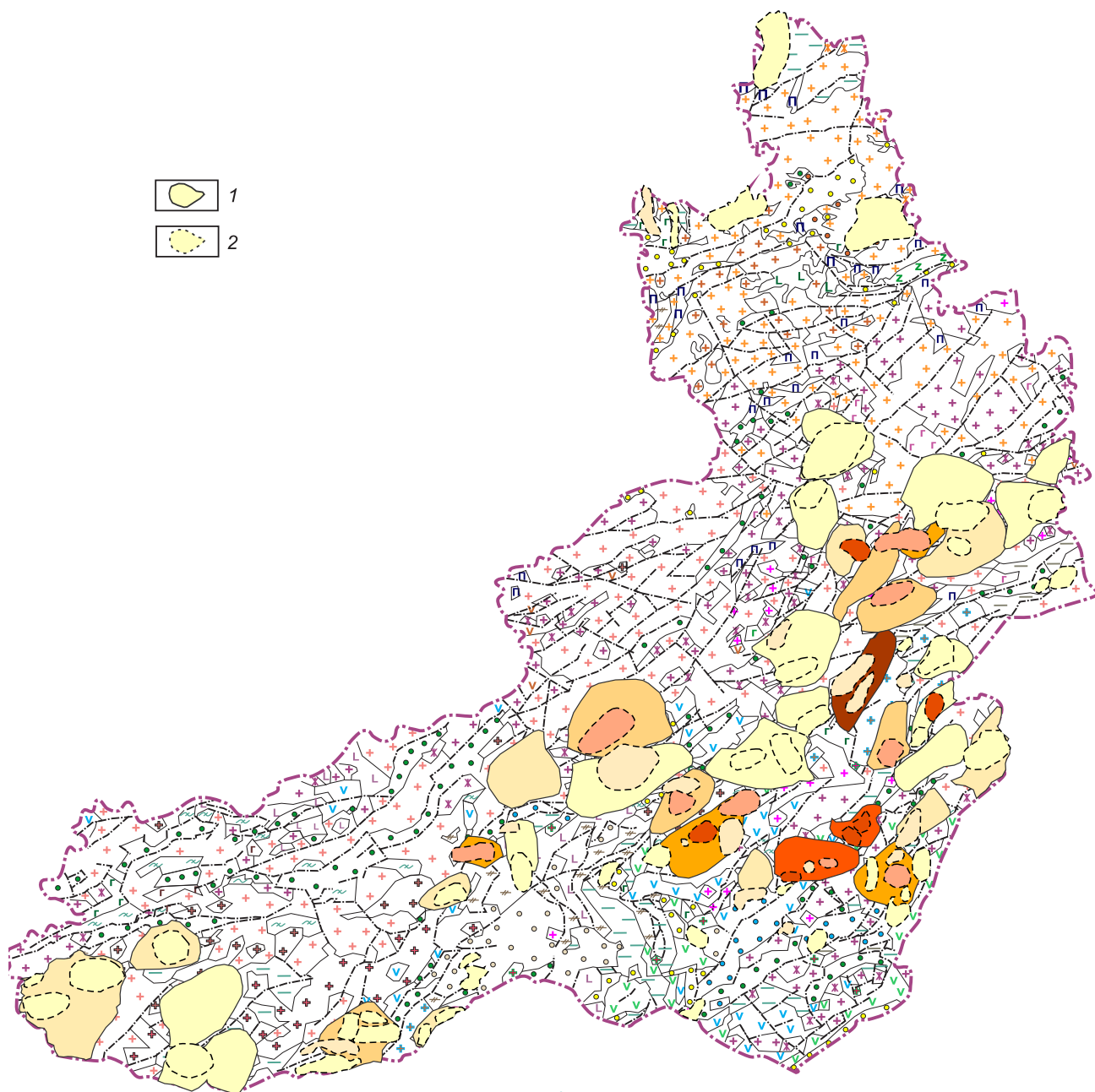


Рис. 3. Сопоставление площадной продуктивности рудно-россыпных узлов Забайкальского края:

узлы: 1 – россыпные и 2 – рудные; см. услов. обозн. к рис. 1

В большинстве золотonosных районов в них сосредоточено более 90% разведанного и добытого металла и большая часть прогнозных ресурсов.

Сопоставление количественных показателей рудной и россыпной золотонности на региональном уровне наглядно иллюстрируется на рис. 3.

Анализ пространственного взаимоотношения рудных и россыпных узлов, а также их количественных показателей позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Положение россыпных и рудных узлов характеризуется (за редким исключением) тесной пространственной близостью, причём площадь россыпных узлов закономерно больше рудных, что объясняется линейным характером россыпных объектов и компактным, точечным – рудных.

2. Отмечается достаточно тесная связь между показателями площадной продуктивности рудных и россыпных узлов – в пределах групп рудных узлов с высокой продуктивностью расположены россыпные узлы также с повышенными показателями площадной продуктивности, что вполне закономерно: чем больше суммарная продуктивность коренных источников, тем богаче россыпная золотонность.

3. Можно выделить ряд россыпных узлов, размеры и положение которых, исходя из имеющихся данных, слабо коррелируют с положением известных или прогнозируемых коренных источников. К ним можно отнести следующие золотороссыпные узлы: Кручининский (добыто около 6 т золота, коренные источники неизвестны), Чикоконско-Верхнечикойский (коренные источники неизвестны), Аленгуйский, Бухта-Черемнинский и Урюмский (известные рудные узлы расположены на периферии россыпных узлов и либо не являлись источниками питания россыпей, либо их роль в формировании россыпной золотонности невелика). Общим для такого рода россыпных узлов является их невысокая площадная продуктивность.

4. Отдельной группой стоят весьма значительные по площади россыпные районы, расположенные в северной части Забайкальского края (Чарский, Муйский, Каларский, Калаканский), также практически не имеющие установленных коренных источников, что, по-видимому, связано со слабой изученностью этого труднодоступного региона.

Первоочередной интерес представляют площади, где имеется такой существенный поисковый признак, как россыпная золотонность, при полном отсутствии (или слабой проявленности) признаков коренного оруденения. Исходя из этого принципа и на основе пространственного анализа соотношения рудной и россыпной золотонности было выделено 67 площадей (см. табл. 3 и рис. 4), в пределах которых коренные источники россыпей либо не известны, либо известны разобщённые и незначительные по своему масштабу проявления рудной золотонности (разрозненные

пункты минерализации). В то же время они характеризуются благоприятными геолого-структурными обстановками. Выделенные площади наряду с россыпной золотонностью характеризуются наличием косвенных поисковых признаков, указывающих на возможность выявления золотого оруденения, ранее не установленного либо в силу слабой изученности территории, либо в силу неблагоприятных ландшафтных обстановок, не позволивших традиционными поисковыми методами выявить перспективные участки. В табл. 3 все перспективные площади распределены по 3 группам:

1 группа – площади, расположенные в пределах рудно-россыпных узлов с установленными рудными объектами, характеризующиеся запасами, накопленной добычей, авторскими прогнозными ресурсами различных категорий.

2 группа – площади, расположенные в пределах рудно-россыпных узлов, характеризующиеся прогнозными ресурсами категории P_3 , то есть промышленно значимое оруденение только прогнозируется.

3 группа – площади, расположенные в пределах россыпных узлов, где не установлены промышленно-значимые рудные объекты, и к настоящему моменту отсутствуют апробированные прогнозные ресурсы.

Площади, относящиеся к 1 группе, расположены в пределах высокопродуктивных рудно-россыпных узлов с известными крупными рудными и россыпными объектами, как правило, хорошо изученными. Выделение перспективных участков в такой ситуации обосновано наличием россыпной золотонности на флангах известных рудных полей, расположенных ниже по течению и, следовательно, не участвующих в подпитке золотом россыпей (например, золотонные верховья р. Итака и её притока руч. Алексей, расположенные выше по течению от рудных участков Итакинского месторождения). Как правило, перспективные площади 1 группы находятся в контурах тектонических структур, объединяющих несколько близкорасположенных рудных полей, и россыпная золотонность в их пределах может служить в качестве индикатора слабо вскрытого или не выявленного предшествующими работами золотого оруденения.

Площади 2 и 3 групп характеризуются невысокими показателями продуктивности россыпной золотонности и, как правило, невысокой степенью изученности. На рис. 4 видно, что около половины выделенных площадей расположены за пределами районов проведения геолого-съёмочных и поисковых работ масштаба 1:50 000 (ГСП-50) и крупнее. Коренные источники в их пределах либо не установлены (3 группа), либо установлены проявления коренной золотонности, но промышленная значимость их не ясна (2 группа). В качестве примера таких слабоизученных на наличие рудной золотонности россыпных полей рассмотрены Аленгуйская (2 группа) и Нижнекручининская (3 группа) площади.

3. Площади с неустановленными или слабопроявленными коренными источниками россыпей в пределах рудно-россыпных узлов на территории Забайкальского края

№ на рис. 4	Название площади и рудного узла (РУ), в пределах которого она расположена	Показатели рудной золотоносности в пределах россыпных узлов			Изученность площади работами масштаба 1:50 000
		Установлены рудные объекты с запасами, накопленной добычей, авторские прогнозные ресурсы различных категорий	Установлены перспективные площади с прогнозными ресурсами категории Р ₃	Не выявлены рудные объекты и не локализованы перспективные площади с прогнозными ресурсами	
1	Сергинская (Сергинский РУ)		+		+
2	Холнотойская			+	+
3	Катандинская (Катандинский РУ)		+		+
4	Бальджиканская		+		–
5	Чикоконская		+		–
6	Воскресенская		+		+
7	Верхне-Чикойская			+	+
8	Южно-Бальджиканская			+	–
9	Ендинская		+		–
10	Кундулунская		+		–
11	Кибачинское (Сыпчугурский РУ)		+		–
12	Малангинская			+	–
13	Челутайская		+		–
14	Алгактайская			+	–
15	Балейская	+			+
16	Горемнакская		+		+
17	Казаковская		+		+
18	Аленгуйская		+		–
19	Ильдиканская	+			+
20	Среднеборзинская	+			–
21	Нижнекручинская			+	–
22	Верхнекручинская			+	–
23	Волокатуйская			+	–
24	Кориканская		+		–
25	Дуралейская		+		–
26	Шилкинская		+		–
27	Пешковская	+			–
28	Чачинская		+		–
29	Куларкинская	+			–
30	Чонгольская			+	–
31	Белоурюмская	+			–
32	Берейская		+		–
33	Култуминская	+			+
34	Джамбрийская			+	+
35	Кудуканская			+	+

№ на рис. 4	Название площади и рудного узла (РУ), в пределах которого она расположена	Показатели рудной золотоносности в пределах россыпных узлов			Изученность площади работами масштаба 1:50 000
		Установлены рудные объекты с запасами, накопленной добычей, авторские прогнозные ресурсы различных категорий	Установлены перспективные площади с прогнозными ресурсами категории Р ₃	Не выявлены рудные объекты и не локализованы перспективные площади с прогнозными ресурсами	
36	Лугоканская		+		—
37	Амуджиканская			+	—
38	Итакинская	+			—
39	Алхейская	+			—
40	Джекдачинская	+			—
41	Хорогочанская			+	—
42	Венегерская		+		+
43	Кузнецовская		+		+
44	Иначинская			+	+
45	Черемная			+	+
46	Верхнемоклинская		+		+
47	Сайбочинская		+		+
48	Найденская		+		+
49	Среднемоклинская		+		+
50	Маричская			+	+
51	Кочковатая			+	+
52	Верхнетундакская			+	+
53	Аночарская			+	+
54	Китемяхтинская			+	+
55	Бухтинская		+	+	—
56	Холоджиканская			+	—
57	Доптуганская			+	+
58	Амазарская			+	—
59	Таллаинская			+	—
60	Бахтарнакская			+	—
61	Сюльбанская			+	—
62	Калаканская			+	—
63	Богоюктинская			+	—
64	Нижнебогоюктинская			+	—
65	Бульдинейская			+	—
66	Тарынская			+	—
67	Эбкачанская			+	—

Примечание. «+» – площадь охвачена работами; «–» – работы не проводились или захватывали небольшую часть площади.

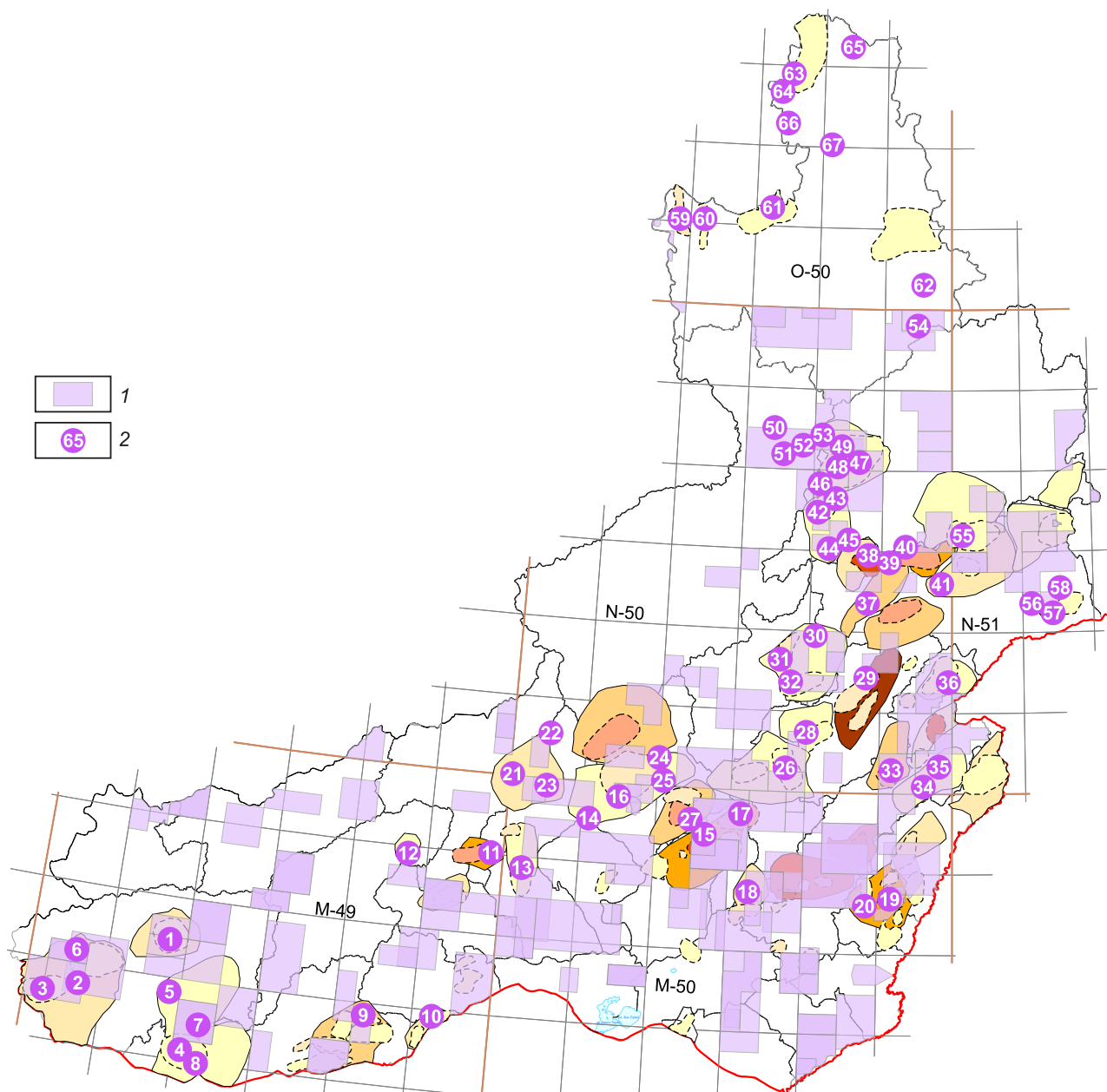


Рис. 4. Схема изученности Забайкальского края ГСР-50 и расположение площадей с неустановленными или слабопроявленными коренными источниками:

площади: 1 – с проведенными ГСР-50, 2 – в ранге россыпных полей; номера площадей см. в табл. 3; площадную продуктивность рудно-россыпных узлов см. на рисунках 1–3

Аленгуйская площадь (рис. 5) расположена в пределах одноименного Аленгуйского монцодиорит-гранодиорит-гранитового массива шахтаминского комплекса средне-позднеюрских интрузий. По геофизическим данным, вертикальная мощность Аленгуйского массива до 5,5 км, предполагается его пологое погружение в юго-западном направлении под гранитоиды ранне-

пермского ундинского комплекса. В пределах массива отмечается зональное строение: центральные части сложены гранитами, периферические – граносиенитами и кварцевыми монцодиоритами; породы порфировидные.

Россыпи и россыпепроявления Аленгуйского узла в плане имеют центробежный рисунок; центральное

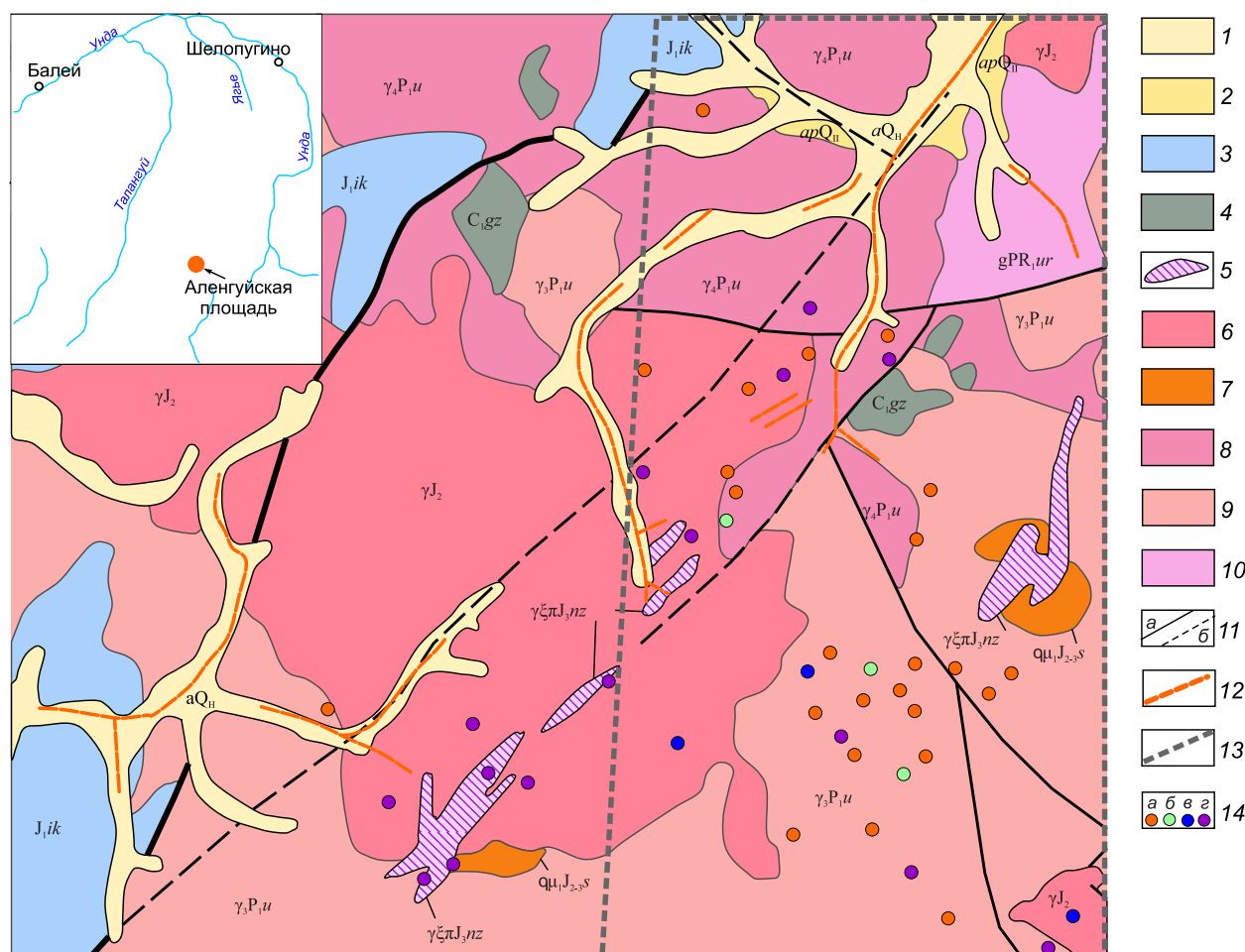


Рис. 5. Схематическая геологическая карта Аленгуйской площади:

1 – голоцен, aQ_{II} (песчано-галечно-валунные отложения, гравийники, галечники, супеси, суглинки до 15 м); 2 – средняя поросреднее звено, apQ_{II} (аллювиально-пролювиальные суглинки, глины с примесью песчаного материала и щебня, пески, гравийники (до 18 м); 3 – ранняя юра, онон-газимурская подзона – икагийская свита, J_{Iik} (алевролиты, аргиллиты, песчаники, базальные дресвянистые брекчии, конгломерато-брекчии и конгломераты); 4 – ранний карбон, газимурозаводская свита, C_{Igz} (алевролиты, песчаники, известняки); 5 – поздняя юра, $\gamma\zeta\Pi J_{3,nz}$: Нерчинскозаводский (гранит-порфир-лампрофировый; кварцевые монцодиорит-порфиры, гранит-порфиры, граносиенит-порфиры) и Шахтаминский (монцодиорит-гранодиорит-гранитовый) комплексы: 6 – граниты лейкократовые γJ_2 ; 7 – кварцевые монцодиориты, монцодиориты, диориты и кварцевые диориты $q\mu J_{2-3S}$; 8–9 – ранняя пермь, Ундинский комплекс гранит-гранодиоритовый: 8 – граниты, $\gamma_4 P_{Iu}$, 9 – граниты, гранодиориты? $\gamma_3 P_{Iu}$; 10 – ранний протерозой, урульгинский (?) комплекс метаморфический? gPR_{Iur} , гнейсовый подкомплекс, гнейсы; 11 – разломы: а – достоверные, б – предполагаемые; 12 – россыпи; 13 – контур ГСР-50; 14 – пункты минерализации: а – золото, б – медь, в – свинец, г – молибден; на врезке – схема расположения Аленгуйской площади

положение занимает Аленгуйский гранитоидный массив. Головки россыпей (реки Аленгуйская, Симуча, Дзалай) находятся в пределах тектонической зоны северо-восточного направления, которая трассируется серией крутопадающих даек и штоков гранит-порфир-лапрофирового состава позднеюрского нерчинско-заводского комплекса. С последними связано формирование зон

березитизации, аргиллизации и пропилитизации вмещающих пород (лейкократовые граниты шахтаминского комплекса), часть которых сопровождается молибденовым, полиметаллическим и золотым оруденением.

Предполагаемыми источниками питания россыпей являются минерализованные зоны дробления и прожилково-жильные зоны сложного минерального состава,

оруденелые дайки порфировых пород. Содержание золота чаще составляет 0,1–2 г/т, повышается в жилах до 0,2–8,6 г/т, в изменённых дайках – до 5–9,8 г/т. Проявления и пункты минерализации золота Дзалай-Кадайской группы представлены штокверкоподобными турмалин-кварцевыми прожилково-жильными зонами с молибденитом, магнетитом, гематитом, шеелитом и пиритом [ГТК-200, лист М-50-Х, 2002]. Прогнозные ресурсы рудного золота оценены и апробированы только в пределах Курунзулайского и Шахтаминского рудных узлов. Прогнозные ресурсы рудного золота Аленгуйской площади, расположенной за пределами вышеупомянутых рудных узлов, не оценивались, то есть рассматриваемая территория относится к площадям с установленными промышленно-значимыми россыпями, коренные источники которых к настоящему времени не выявлены.

В то же время геолого-геоморфологическая позиция Аленгуйской площади весьма близка к позиции Шахтаминского узла, где известно Шахтаминское Cu-Мо-порфировое месторождение и прогнозируются крупные золотосодержащие молибден-медно-порфировые штокверки, с которыми связывают известную золотоносность отложений почти во всех долинах, берущих начало в пределах Шахтаминского массива (Ю.В.Павленко, 2001; С.П.Карелин, 2004, 2011). Молибденовое оруденение Шахтаминского месторождения представлено серией кварц-магнетит-хлоритовых, кварц-турмалиновых жил и прожилково-вкрапленной минерализацией штокверкового типа (рассеянная вкрапленность молибденита и шеелита), которая проявилась в связи с внедрением даек и штоков порфирового комплекса, приуроченных к субширотной зоне разрывных нарушений и трещиноватости; содержание золота в рудной зоне – до 1 г/т [1].

Отсутствие промышленно-значимых коренных источников россыпной золотоносности Аленгуйской площади традиционно объяснялось значительным эрозийным срезом минерализованных зон и нижнерудным уровнем известных золоторудных проявлений. Однако это предположение не находит подтверждения в результатах изучения типоморфных особенностей россыпного золота [6]. В строении долин Аленгуйского узла выделяют несколько этапов россыпеобразования:

плиоцен-раннечетвертичный, россыпи этого этапа сохранились в глубоких тальвегах под современным руслом либо смещены под террасоувалы. Рассматриваемый этап завершился формированием так называемой «белёсой» толщи (кангильская свита);

ранне-среднеплейстоценовый, россыпи этого этапа сформировались за счёт перебива «белёсой» толщи;

завершающий этап верхнеплейстоценового вреза.

Совмещение разных этапов врезания водотоков в пределах речных долин привело к формированию многоярусных разновозрастных золотоносных пластов в одной россыпи. Очевидно, что самые ранние и глу-

боко погребённые россыпи содержат золото из самых верхних уровней рудно-магматических систем. Золото погребённых врезов (золото первой разновидности) характеризуется [6] высокой пробностью 861–930‰, коррозийными оболочками мощностью до 0,1–0,12 мм, сложной внутренней структурой.

Золото из верхних неглубоко залегающих пластов голоцен-верхнечетвертичного возраста (золото второй разновидности) характеризуется [6] устойчивой весьма высокой пробностью 951–964‰, при средней 961‰, постоянным присутствием значительных содержаний (в мас.%): Cu 1,71–1,9, Pd 0,55–0,66 и Hg 0,34–0,61 и отсутствием сколько-нибудь ощутимых признаков гипергенного преобразования. Различия в составе элементов-примесей в самородном золоте разновидностей 1 и 2 приведены на рис. 6. Источником золота второй разновидности были более глубокие горизонты рудно-магматических систем, соответственно, чем больше в россыпях такого золота, тем больше предполагаемый эрозийный срез. В пользу этого предположения говорит и тот факт, что золото второй разновидности наиболее близко по своим свойствам рудному золоту Бугдаинского месторождения ранней генерации, которое представляет собой наиболее высокопробное золото (до 962‰), обычно заключённое в пирите.

Изучение типоморфных особенностей золота Аленгуйского россыпного узла (руч. Кадай-Васильевский, Догиня, Немнагиня, Большой Дзалай, Аленгуй) показало, что основная его масса сходна с золотом первой разновидности. Самостоятельные выделения низкопробного золота отчётливо зонального строения характерны для золота пробности 670–770‰, сформированного в малоглубинных условиях. В рассматриваемых россыпях присутствует также золото второй разновидности – высокопробное (956–959‰), с высоким содержанием (в мас.%): меди 1,63–1,78 и палладия 0,42–0,66, но оно встречается не во всех россыпях и составляет не более 1% от общей массы золота.

В то же время присутствие в составе золота обеих разновидностей, повышенных содержаний Mo, Cu, Pd даёт основание предположить связь коренных источников россыпей с месторождениями золото-молибден-порфирового типа. Это подтвердится минералогическим анализом шлихов рассматриваемого района, которые характеризуются высоким выходом тяжёлой фракции, представленной в основном (в %): магнетитом 75–80, ильменитом до 28, шеелитом до 4, сульфидами до 22 и единичными зёрнами молибденита.

Таким образом, анализ типоморфных особенностей россыпей Аленгуйского узла позволяет предположить, что их источником были золото-полисульфидные руды, расположенные в верхней части медно-молибден-порфировой рудно-магматической системы.

К настоящему времени отсутствие установленного потенциально-промышленного оруденения, адекватного

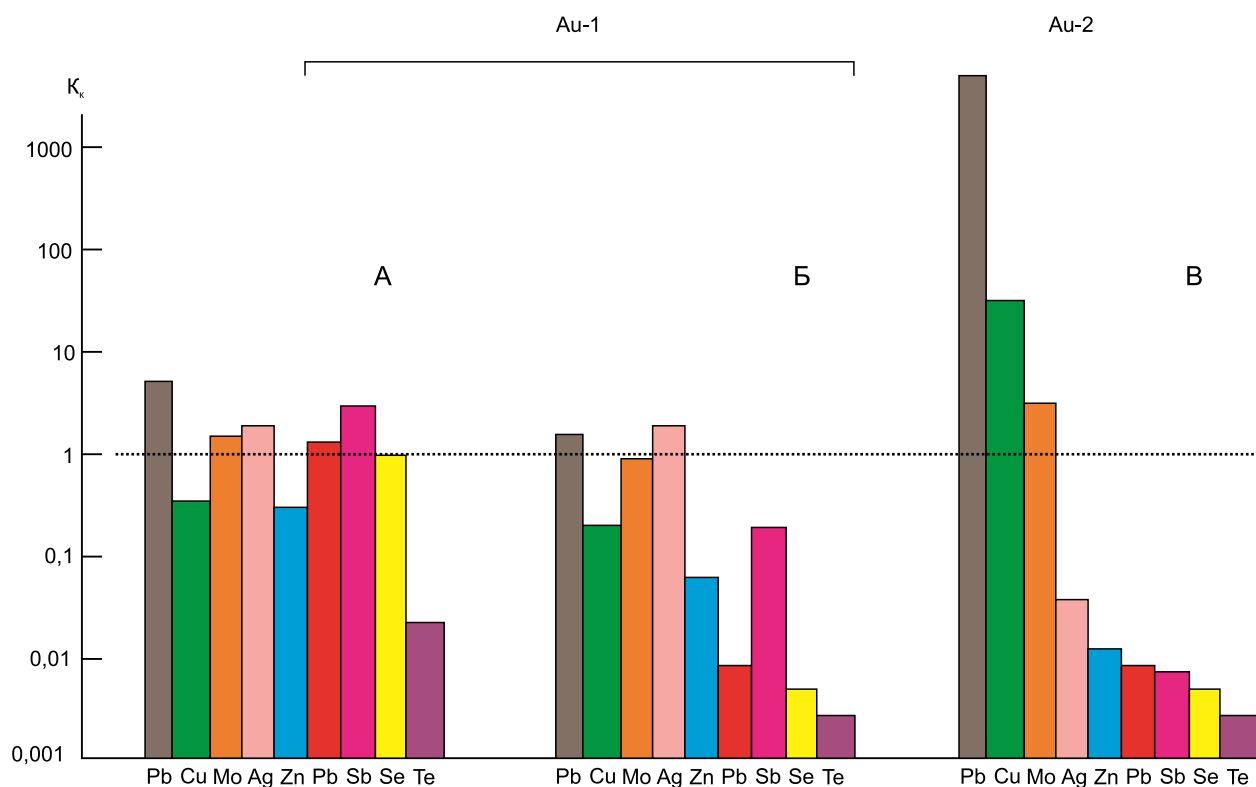


Рис. 6. Элементы-примеси в самородном золоте первой (Au-1) и второй (Au-2) разновидностей в россыпях Аленгуйского и Шахтаминского узлов. По данным [6]

россыпной золотоносности Аленгуйского узла, может быть вызвано не только предполагаемым значительным эрозионным срезом (что не подтверждается имеющимся фактическим материалом по типоморфизму россыпного золота), но и другими причинами:

коренные источники – мелкие по своим масштабам, рассредоточены на значительной площади и не образуют промышленно значимых месторождений;

коренные источники (целиком или большей своей частью) – перекрыты дальнеприносными безрудными делювиальными курумовыми развалами, обводнёнными делювиально-солифлюкционными отложениями придолинных педиментов.

Вопрос о наличии золоторудных объектов крупного и среднего масштаба, даже при существовании предполагаемой золото-медно-молибден-порфировой рудно-магматической системы, остаётся открытым. Вопреки широко распространённому мнению о принадлежности всех медно-порфировых месторождений к крупным [4], в классе 0,0–0,8 млн. т оказывается весьма значительное число объектов (около 60% из выборки 270 месторождений). Методики ранжирования прогнозируемых золоторудных объектов по степени их промышленной значимости на ранней стадии поисковых работ по типоморфным особенностям россыпного золота и его ми-

нералов-спутников в настоящее время нет. Учитывая слабую изученность площади (работами масштаба 1:50 000 была охвачена только восточная часть площади, и проводились они в 1960-е гг.), сделать обоснованное предположение о возможных параметрах прогнозируемого оруденения без геологического доизучения площади пока не представляется возможным.

При оценке перспективности рассматриваемой площади и возможном планировании поисковых работ необходимо учитывать особенности её ландшафтного строения, которые, как показывает опыт проведения геологоразведочных работ в горно-таёжных условиях [3], могут в значительной степени маскировать признаки рудной золотоносности. На космоснимке Аленгуйской площади (рис. 7) видно, что нижние части склонов и придолинные педименты, широкие днища падей-притоков золотоносных долин представляют собой поверхности заболоченных марей, перекрытых дальнеприносными делювиально-солифлюкционными и пролювиально-солифлюкционными отложениями (коричневый фототон). Значительная часть склонов закрыта чехлом осыпных и делювиально-курумовых отложений, местами частично залесённых (серый, зеленовато-серый фототон), который также может перекрывать информативный слой делювия. Для определения

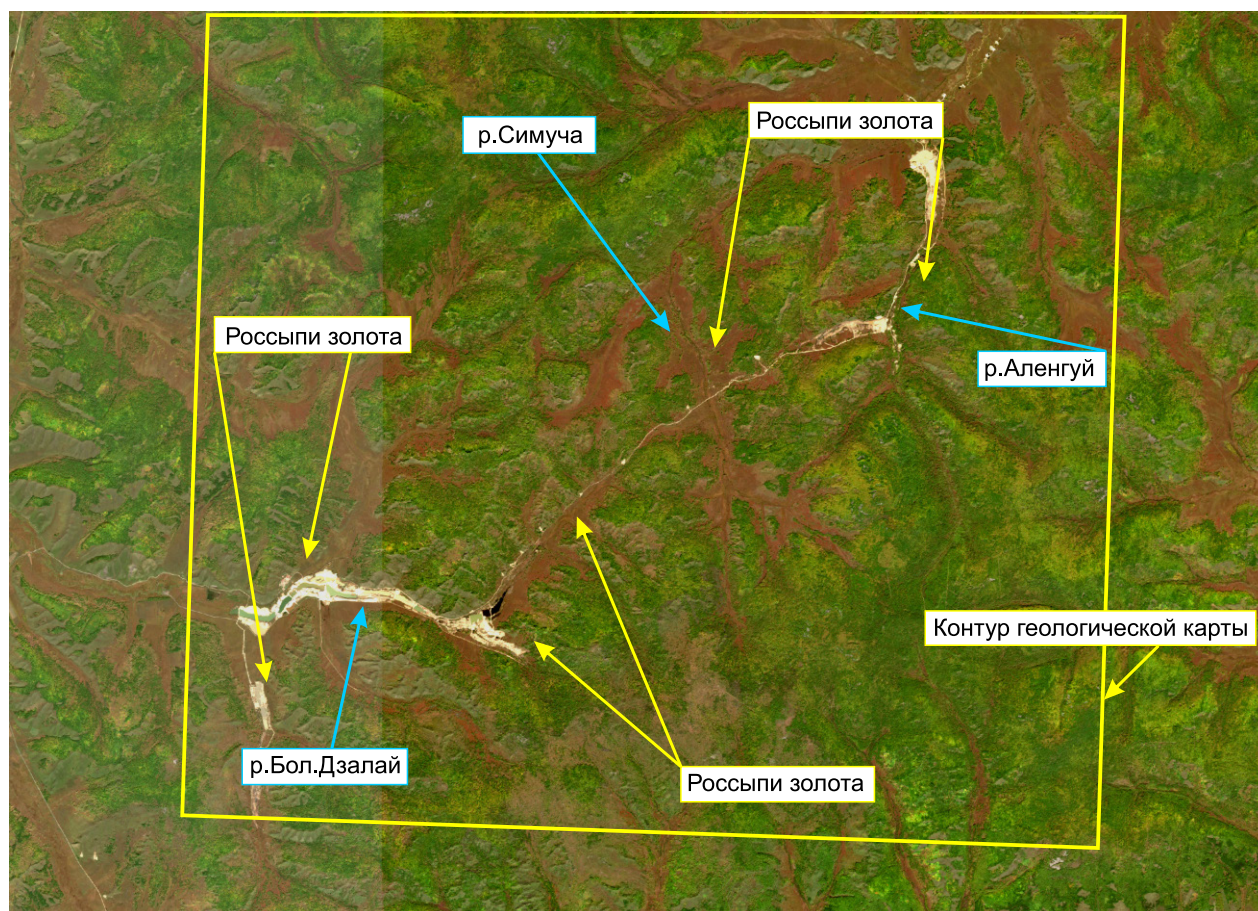


Рис. 7. Космоснимок Аленгуйской площади:

фототон: зелёный – залесённые территории, коричневый – заболоченные долины (мари), зеленовато-серый – курумы

положения информативного слоя делювия в вертикальном разрезе склоновых отложений и изучения условий его залегания необходимо проведение опытно-методических работ, которые включают проходку копушей и шурфов на склонах различной крутизны и экспозиции, в пределах прогнозируемой минерализованной зоны, с послойным шлихо-геохимическим опробованием рыхлых отложений.

Нижнекручининская площадь (см. рисунки 8 и 9) расположена в пределах Читинского золотороссыпного района, Кручининского золотороссыпного узла (С.П.Карелин, 2011) и практически совпадает с южной частью мезо-кайнозойской Кручининской впадины и её горного обрамления. Впадина характеризуется незначительной (первые десятки метров) четвертичной аккумуляцией; рельеф обрамления впадины низкорослый с высотой водоразделов 1100–1300 м. Основная часть Кручининской впадины занята нерасчленённой по-

верхностью придолинного педимента и полигенетической террасы шириной от 1 до 3 км. Предполагается существование поздней мел-палеогеновой речной долины, однако геологические данные, подтверждающие её наличие, пока отсутствуют.

В Кручининском узле добыто более 7 т золота, оставшиеся балансовые запасы на 01.01.2019 г. составляют менее 0,5 т. Длина Кручининской россыпи около 25 км, ширина струй от 20 до 150 м, общая ширина достигает 300–500 м; мощность золотоносных пластов 0,5–1,2 м, мощность торфов 3,5–5,2 м; содержание золота варьирует в весьма широком диапазоне: 0,46–17,78 г/м³ [5].

Промышленные участки Кручининского золотороссыпного месторождения представлены неглубокими пойменными россыпями, глубокозалегающими россыпями погребённого русла, сложными россыпями в пределах комплекса врезанных друг в друга надпойменных эрозивно-аккумулятивных террас, ложковыми россыпями.

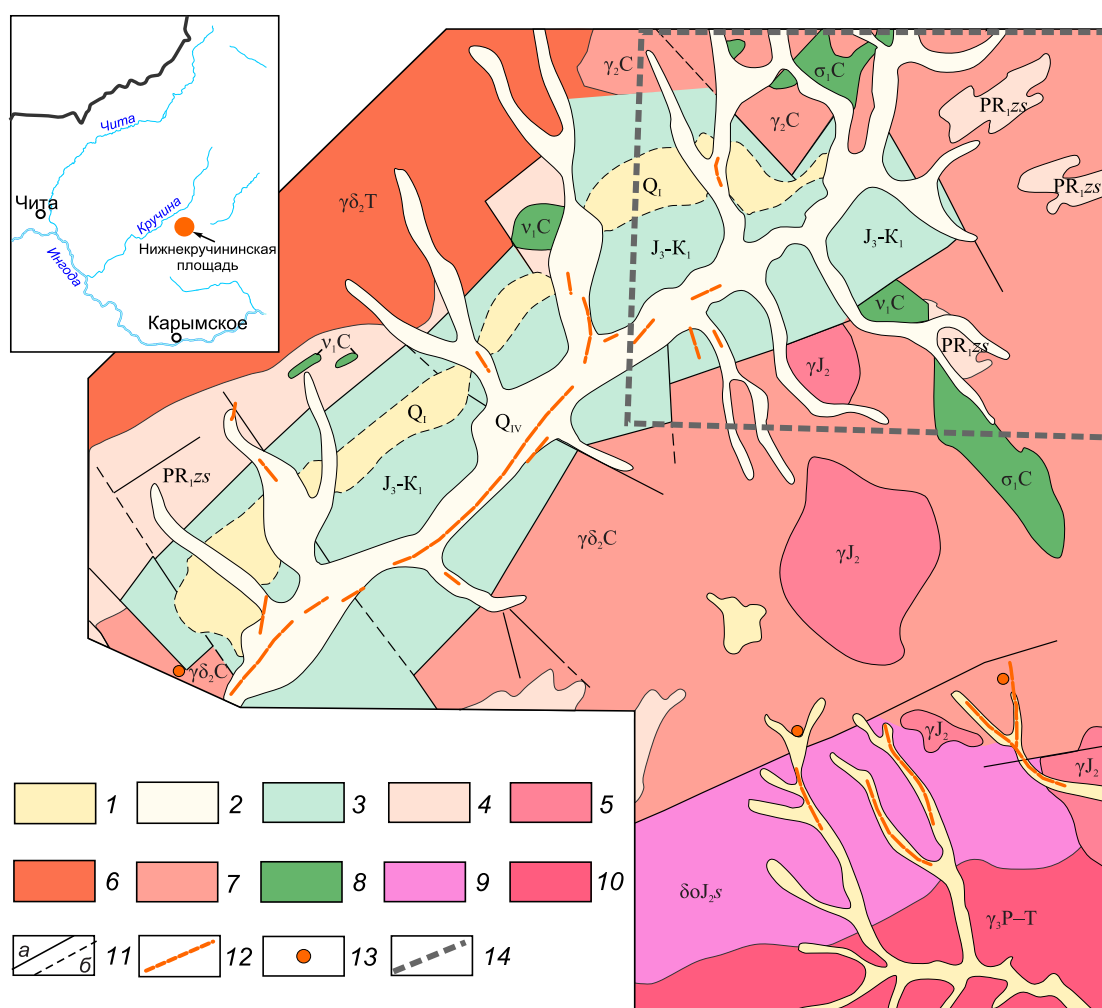


Рис. 8. Схематическая геологическая карта Нижнекручининской площади:

четвертичная система: 1 – современные отложения, Q_I (галечники, гравий, пески, суглинки), 2 – нижнечетвертичные отложения, Q_{IV} (пески, гравий, глины); 3 – верхний отдел юрской системы–нижний отдел меловой системы нерасчлененные, J_3-K_1 (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты); 4 – верхний протерозой, застепинская толща, PR_{1zs} (биотитовые, биотит-амфиболовые гнейсы, прослои кристаллических сланцев); 5 – среднеюрские интрузии, γJ_2 (биотитовые и лейкократовые граниты); 6 – триас, амананский интрузивный комплекс, $\gamma \delta_2 T$ (биотит-амфиболовые гранодиориты); 7–8 – каменноугольные интрузии: 7 – биотит-амфиболовые гранодиориты ($\gamma \delta_2 C$), граниты ($\gamma_2 C$), 8 – габбро ($\nu_1 C$), перидотиты и пироксениты ($\sigma_1 C$); 9 – шахтаминский интрузивный комплекс, $\delta o J_2 s$ (кварцевые диориты); 10 – пермо-триасовые интрузии, $\gamma_3 P-T$ (биотитовые равномернозернистые и порфировидные граниты и гранодиориты); 11 – разломы: а – достоверные, б – предполагаемые; 12 – россыпи; 13 – пункты минерализации золота; 14 – контур ГСР-5; на врезке – схема расположения Нижнекручининской площади

Золотоносные струи характеризуются наличием в их контурах обогащенных золотом участков, слегка вытянутых по осевому направлению. Распределение золота в «обогащенных участках» также неравномерное как по латерали, так и по вертикали.

В шлихах песков Кручининского россыпного месторождения выявлены титаномагнетит, мартит (1,3–22,95%), магнетит (1–45%), ильменит (до 2 кг/м³), цир-

кон (до 20 г/м³), монацит, вольфрамит (от единичных знаков до 8,8%), касситерит (единичные знаки–0,1%), пирит и галенит (единичные знаки–3%), в единичных знаках проявлены турмалин, киноварь, флюорит. Преобладает мелкое золото – фракция 0,5+0,25 мм составляет 85,4%; пробность от 760 до 900%. Высокие содержания дисперсного золота [8] установлены в алевроитовой фракции техногенных отложений 1,3 и 4 г/т

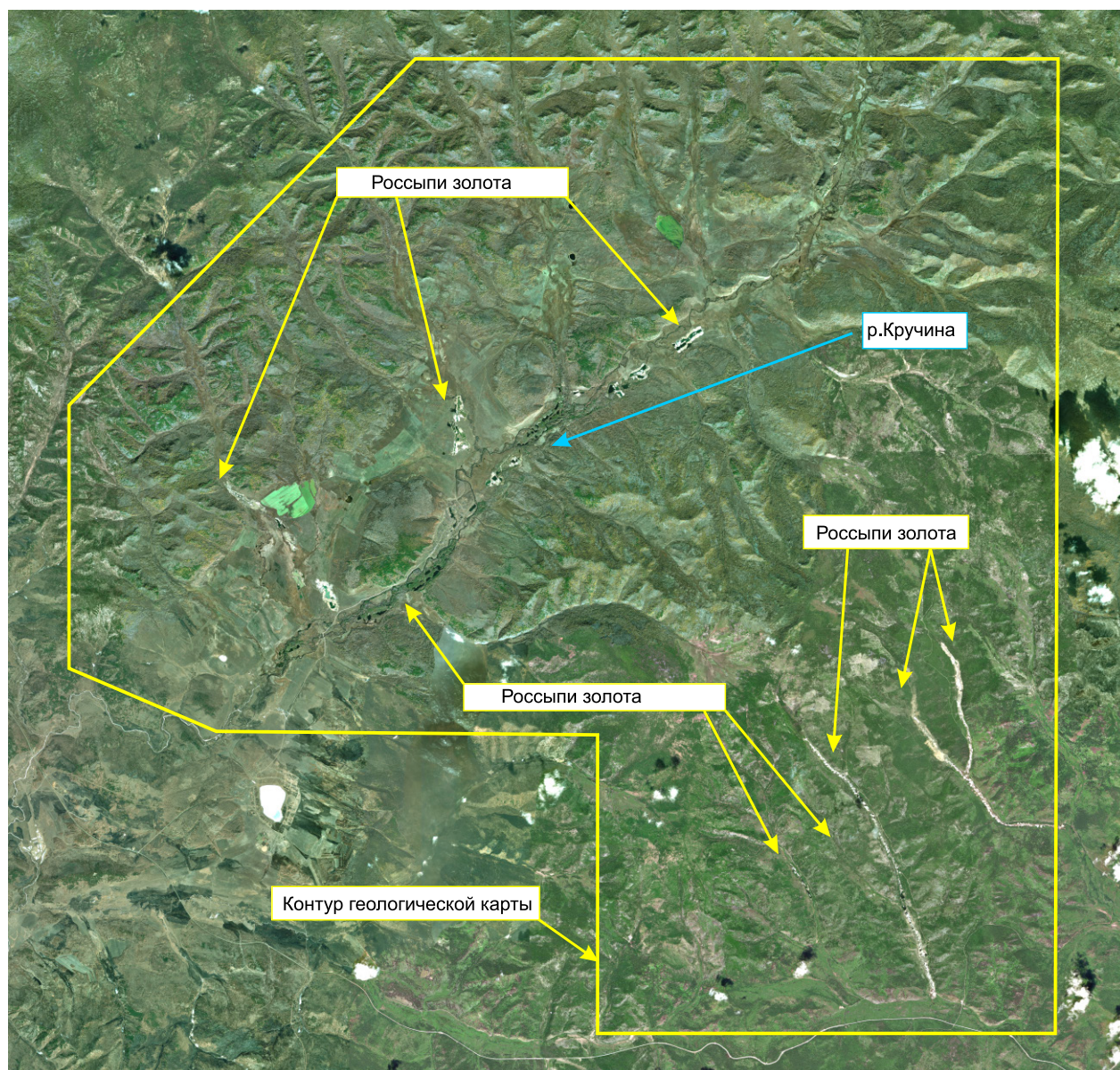


Рис. 9. Космоснимок Нижнекручининской площади

(участки Михайловский и Тукулай, метод длительного агитационного цианирования).

Коренные источники россыпи не ясны, прогнозные ресурсы рудного золота отсутствуют. Некоторые исследователи предполагают зоны сульфидизации в нижнемеловых конгломератах и гранитоидах (С.П.Карелин, 2011), но никаких геологических данных в пользу этого предположения не приводят. Изученность площади весьма невысокая – работы масштаба 1:50 000 проводились в 1960-е гг., и ими была охвачена небольшая северо-восточная часть участка. Таким образом, рассматриваемая площадь – один из довольно многочис-

ленных представителей класса россыпных объектов без установленных коренных источников золота, характеризующихся слабой изученностью и сложными ландшафтными условиями проведения поисковых работ. Обоснованные выводы о перспективности (или её «безрудности») можно сделать только после геологического доизучения в рамках геологосъёмочных (ГДП-50) или прогнозно-минерогенических работ на золото.

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что выполненный количественный анализ обобщённых показателей рудной и россыпной золотоносности рудно-россыпных районов Забайкальского края позволил

выделить для дальнейшего геологического изучения участки с отчётливо выраженным дисбалансом количественных показателей рудной и россыпной золотоносности в пределах рудно-россыпных районов и узлов, где в связи со слабой изученностью значимые проявления рудной золотоносности пока не установлены.

Отсутствие или слабая проявленность коренных источников установленной россыпной золотоносности в пределах выделенных площадей, как ранее отмечалось, кроме слабой изученности территории, обусловлено перекрытием минерализованных пород дальнепринесенными безрудными делювиально-курумовыми и делювиально-солифлюкционными отложениями и др. Следовательно, необходимость геологического доизучения выделенных площадей с промышленно значимой россыпной золотоносностью и отсутствием аналогичной рудной очевидна. Примеры обобщения данных по золотоносности различных провинций мира [11, 12] свидетельствуют о том, что добыча из россыпей составляет от 5 до 50% суммарной добычи. Учитывая, что значительная часть выделенных площадей расположена в центральной и юго-восточной частях Забайкалья с развитой инфраструктурой и наличием большого количества добывающих предприятий выявление даже небольших по масштабам месторождений рудного золота будет востребовано недропользователями края.

В заключение следует подчеркнуть, что для эффективного проведения ревизионных и прогнозно-минералогических работ на перспективных участках наряду с традиционными видами поисков (геологические маршруты, геохимические, горно-буровые и другие работы) необходимо выполнение специализированных исследований, посвящённых изучению условий залегания информативного слоя делювиальных отложений, определению типоморфных минералогических признаков крупнообъёмных объектов, в которых основная масса золота принадлежит к не россыпеобразующим фракциям (золото-мышьяковисто-сульфидное оруденение в терригенных толщах, прожилковое оруденение Си-Мо-порфировых месторождений и др.), индикаторами которых (особенно при верхнерудном срезе) могут являться россыпные месторождения золота, в том числе с невысокой площадной продуктивностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берзина А.П., Берзина В.О., Гимон Р.Ш. и др. Шахтаминская Мо-порфировая рудно-магматическая система (Восточное Забайкалье): возраст, источники, генетические особенности // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 24, № 6. – С. 764–786.
2. Билибин Ю.А. Основы геологии россыпей. – М.: ГОНТИ, 1938. – 495 с.
3. Иванов А.И., Конкин В.Д. Особенности поисков золоторудных месторождений в районах развития делювиальных курумовых развалов // Отечественная геология. – 2017. – № 6. – С. 14–24.
4. Кривцов А.И., Звездов В.С., Мигачев И.Ф. и др. Меднопорфировые месторождения. – М.: ЦНИГРИ, 2010. – 232 с.
5. Опарин В.Н., Секисов А.Г., Трубочев А.И. и др. Перспективные технологии разработки золотороссыпных месторождений забайкальского края // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2017. – № 3. – С. 70–78.
6. Позднякова Н.Н. Использование типоморфных признаков россыпного золота при прогнозировании и поисках рудных месторождений (на примере россыпей Шахтаминского района Забайкалья и россыпи р.Чай-Юрья Магаданской области): дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М.: ЦНИГРИ, 2015. – 140 с.
7. Принципы, методы и порядок оценки прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых // Под ред. А.И.Кривцова. – М.: ЦНИГРИ, 2010. – 95 с.
8. Секисов А.Г., Рубцов Ю.И., Трубочев А.И. и др. Геолого-технологические особенности песков россыпей с «тонким» и дисперсным золотом (на примере месторождений Алия и Кручина) // XIV Международная научно-практическая конференция: в 3-частях (г. Чита, 26–28 ноября 2014 г.). – Чита, 2014. – С. 215–220.
9. Сотников В.И., Берзина А.П., Берзина В.О. Шахтаминское молибденовое месторождение // Месторождения Забайкалья. – 1995. – Т. 1. – Кн. 1. – С. 187–192.
10. Спиридонов А.М., Зорина Л.Д., Китаев Н.А. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. – Новосибирск.: Изд-во ГЕО, 2006. – 287 с.
11. Шер С.Д. Металлогения золота (Северная Америка, Австралия, Океания). – М.: Недра, 1972. – 293 с.
12. Шер С.Д. Металлогения золота (Евразия, Африка, Южная Америка). – М.: Недра, 1974. – 250 с.
13. Boyle R.W. The geochemistry of gold and its deposits. – Ottawa: Geol. Surv. Canada, 1979. – 584 p.

REFERENCES

1. *Berzina A.P., Berzina V.O., Gimon R.Sh. et.al.* Shakhtaminskaya Mo-porfirovaya rudno-magmaticheskaya sistema (Vostochnoe Zabaikal'e): vozrast, istochniki, geneticheskie osobennosti [Shakhtaminskiy Mo-porphyry ore-magmatic system (Eastern Transbaikalia): age, sources, and genetic features], *Geologiya i geofizika*, 2013, Vol. 24, no. 6, p. 764–786.
2. *Bilibin Yu.A.* Osnovy geologii rossypei [Basics of placer Geology], Moscow, GONTI Publ., 1938, 495 p.
3. *Ivanov A.I., Konkin V.D.* Osobennosti poiskov zolotorudnykh mestorozhdenii v raionakh razvitiya deluvial'nykh kurumovykh razvalov [Features of prospecting for gold deposits in areas of development of deluvial Kurum ruins], *Otechestvennaya geologiya*, 2017, no. 6, p. 14–24.
4. *Krivtsov A.I., Zvezdov V.S., Migachev I.F., et. al.* Mednoporfirovye mestorozhdeniya [Copper-porphyry deposits], Moscow, TsNIGRI Publ., 2010, 232 p.
5. *Oparin V.N., Sekisov A.G., Trubachev A.I., et. al.* Perspektivnye tekhnologii razrabotki zolotorossypnykh mestorozhdenii zabaikal'skogo kraia. Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh [Promising technologies for the development of gold deposits in the TRANS-Baikal territory. Physical and technical problems of mineral development], 2017, no. 3, p. 70–78.
6. *Pozdnyakova N.N.* Ispol'zovanie tipomorfnykh priznakov rossypnogo zolota pri prognozirovanii i poiskakh rudnykh mestorozhdenii (na primere rossypei Shakhtaminskogo raiona Zabaikal'ya i rossypi r. Chai-Yur'ya Magadanskoj oblasti): dis. ... kand. geol.-miner. nauk [The use of typomorphic features of placer gold in forecasting and searching for ore deposits (for example, placers of the Shakhtaminsky district of Transbaikalia and placers of the Chai-yurya river in the Magadan region) Cand. geol. and miner. sci. diss.], Moscow, TsNIGRI Publ., 2015, 140 p.
7. *Printsipy, metody i poryadok otsenki prognoznykh resursov tverdykh poleznykh iskopaemykh* [Principles, methods and procedure for estimating forecast resources of solid minerals], Moscow, TsNIGRI Publ., 2010, 95 p.
8. *Sekisov A.G., Rubtsov Yu.I., Trubachev A.I., et.al.* Geologotekhnologicheskie osobennosti peskov rossypei s «tonkim» i dispersnym zolotom (na primere mestorozhdenii Aliya i Kruchina), XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: v 3-chastyakh (g. Chita, 26–28 noyabrya 2014 g.) [Geological and technological features of placer Sands with “thin” and dispersed gold (on the example of the Aliya and Kruchina deposits), XIV international scientific and practical conference: in 3 parts (Chita, November 26–28, 2014)], Chita, 2014, p. 215–220.
9. *Sotnikov V.I., Berzina A.P., Berzina V.O.* Shakhtaminskoe molibdenovoe mestorozhdenie. Mestorozhdeniya Zabaikal'ya [Shahtinskoe molybdenum Deposit. TRANS-Baikal Deposits], 1995, Vol. 1, B. 1, p. 187–192.
10. *Spiridonov A.M., Zorina L.D., Kitaev N.A.* Zolotonosnye rudno-magmaticheskie sistemy Zabaikal'ya [Gold-bearing ore-magmatic systems of Transbaikalia], Novosibirsk, GEO Publ., 2006, 287 p.
11. *Sher S.D.* Metallogeniya zolota (Severnaya Amerika, Avstraliya, Okeaniya) [Gold metallogeny (North America, Australia, Oceania)], Moscow, Nedra Publ., 1972, 293 p.
12. *Sher S.D.* Metallogeniya zolota (Evraziya, Afrika, Yuzhnaya Amerika) [Gold metallogeny (Eurasia, Africa, South America)], Moscow, Nedra Publ., 1974, 250 p.
13. *Boyle R.W.* The geochemistry of gold and its deposits. Ottawa, Geol. Surv. Canada, 1979, 584 p.

Журнал «Отечественная геология» принимает участие в геологических конференциях, совещаниях, съездах в качестве информационного партнёра, освещая на своих страницах важные события отрасли.

Приглашаем к сотрудничеству представителей геологических, горно-геологических, горнодобывающих организаций и предприятий, отраслевых научно-исследовательских, академических и образовательных институтов по вопросам размещения рекламы или издания целевого номера.

Геолого-генетические особенности Ороекского рудопоявления медистых сланцев (Приколымский террейн, Северо-Восток России)

А.Н.ГЛУХОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А.Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук (СВКНИИ ДВО РАН); 685000, г. Магадан, ул. Портовая, 16)
Е.Э.ТЮКОВА (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный геоинформационный центр Российской академии наук (НГИЦ РАН); 119019, г. Москва, ул. Новый Арбат, 11)

Изучено медное рудопоявление Ороек, вмещаемое рифейскими сланцами Приколымского террейна. Детально охарактеризованы геологическое строение рудоносной толщи и геохимическая зональность в пределах разреза, минералогия руд. Установлен широкий спектр минералов меди. Рудопоявление Ороек отнесено к типу медистых сланцев, для которого характерны трансгрессивный тип рудовмещающего разреза, морские либо субмаринные условия осадконакопления, расположение красноцветных отложений в основании меденосных зон, наличие горизонтов, обогащённых органическим углеродом и являющихся восстановителем для рассолов с высокой концентрацией меди.

Ключевые слова: медистые сланцы, Приколымский террейн, трансгрессивный, разрез, зональность.

Глухов Антон Николаевич
кандидат геолого-минералогических наук



gluhov76@list.ru

Тюкова Евгения Эрастовна
кандидат геолого-минералогических наук

evgtyuk@mail.ru

Geology and geochemistry of Oroyok sediment-hosted copper occurrence (Kolyma terrane, northeastern Russia)

A.N.GLUKHOV (North-East Interdisciplinary Science and Research Institute Far East Branch Russian Academy of Sciences (NEISRI FEB RAS))
E.E.TYUKOVA (Geoinformation Research Centre Russian Academy of Sciences (NGIC RAS))

Oroyok copper occurrence hosted by Riphean shists. Detail described geology and geochemical zonation of ore-bearing sequence, showed mineralogy of ore zones. Detected broad range of copper minerals. The Oroyok occurrence placed to group of sediment-hosted copper mineralization, specific features of that is transgressive type of hosted rock sequence, submarine conditions of sedimentation, localization of red beds near foot of ore zones, organic-rich horizons, favored for reducing of the metalliferous brines.

Key words: sediment-hosted mineralization, Kolyma terrane, transgressive, sequence, zonation.

Среди геолого-генетических и промышленных типов месторождений меди выделяют месторождения медистых песчаников и сланцев (МПС). В минерально-сырьевой базе меди они играют значительную роль, уступая только месторождениям медно-порфировых руд. По данным Д. Сингера, в МПС сосредоточены

23% всех мировых запасов меди [39]. Месторождения медистых песчаников и сланцев являются также важным источником кобальта и меди. К меденосным поясам, вмещающим наиболее крупные месторождения МПС, относятся Центрально-Африканский (месторождения Мусоши, Муфулира, Фунгуруме), Кодаро-

Удоканский (Удокан), Мансфельд (Зангерхаузен, Шпремберг, Любин-Серошовице), Кенгирский (Джезказган).

Согласно современным представлениям [15, 34, 35, 38], МПС являются продуктом флюидных систем, прогрессивно развивающихся в пределах континентальных рифтогенных осадочных бассейнов [27] на значительном по протяжённости этапе их развития – от катагенеза и до сининверсионного метаморфизма [38]. Источником металлов в основном являются красноцветные отложения, в меньшей степени – мафические породы фундамента бассейнов и дайки, а транспортирующих рассолов и серы – эвапориты в разрезе осадочного бассейна. Чёрные сланцы играют при рудообразовании роль восстановительного геохимического барьера. Рудные тела представлены стратоморфными залежами, характеризующимися отчётливой зональностью (от центра к периферии): гематит → халькозин → борнит → халькопирит → сфалерит. Типовой геохимический спектр Cu-Ag-Zn-Co- (V, Pt, U). Следует учесть, что, вопреки всё ещё бытующим среди отечественных исследователей представлениям о сингенетичности МПС [4, 5, 16, 21, 24], в настоящее время накоплено достаточно большое количество изотопных определений, которые показывают, что возраст руд и рудовмещающих осадков может различаться на сотни миллионов лет [37, 41].

На Северо-Востоке Азии месторождения МПС известны среди протерозойских комплексов Приколымского террейна и Билякчанской зоны Северо-Азиатского кратона [13, 31, 32]. На Приколымье медесодержащие сланцы были выявлены в обрывах р. Колыма близ устья руч. Орок. Ещё в середине 1930-х годов. Рудопроявление, получившее название Орокское, изучалось И. Г. Волковым и А. В. Коробицыным (1979), Л. А. и В. И. Шпикерманами [32], А. Н. Глуховым и А. Г. Колесниковым (2008), С. А. Шубиным (2016). Позднее, при геологической съёмке масштаба 1:50 000 и тематических работах С. И. Цыкаревым (1987), П. И. Самохваловым (1992) и В. И. Шпикерманом [30] в центральной и южной частях Приколымского поднятия были выявлены близкие по геологическому строению рудопроявления Зеленый Пласт, Лучистое, Оссалинское и Табакчан (рис. 1).

В данной статье на основании фактического материала, собранного авторами при изучении объекта в 2007–2008 гг., рассмотрены геологическое строение и геохимия рудопроявления.

Фактический материал и методика работ. Отобраны и проанализированы методом ICP-OES 35 точечных и 37 пунктирно-бороздовых штифных проб. Штифные пробы изучались методом оптической спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES) на 40 элементов с растворением навески в царской водке. Анализы выполнялись в лаборатории ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей» (г. Москва). Кларки концентрации

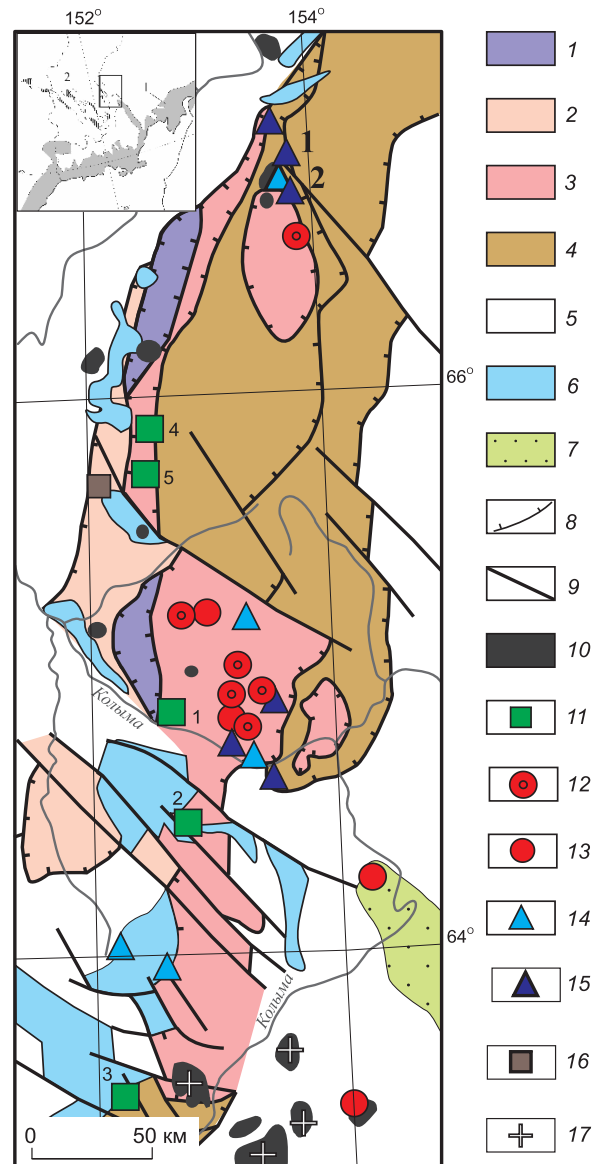


Рис. 1. Тектоно-минерогенетическая схема Приколымского террейна и смежных структур. По [7], с изменениями:

1–3 – Приколымский террейн: 1 – дорифейские кристаллические сланцы и гипербазиты, 2 – рифейские комплексы Спиридоновского субтеррейна, 3 – рифейско-вендские комплексы Шаманихинского субтеррейна; 4 – палеозойские комплексы Ярхондского субтеррейна; 5 – прочие террейны Яно-Колымского орогенного пояса; 6 – Уяндино-Ясачненский вулканогенный пояс; 7 – Балыгычано-Сугойский рифтогенный прогиб; 8 – надвиги; 9 – крутопадающие разломы; 10 – позднепалеозойские и мезозойские гранитоиды; 11–17 – месторождения и рудопроявления различных геолого-генетических типов: 11 – медистые сланцы, 12 – золото-редкометалльные, 13 – эпитеральные золото-серебряные, 14 – медно-порфировые, 15 – стратиформные Pb-Zn типа MVT, 16 – стратиформные Fe, 17 – жильные и штокверковые Sn; номера на схеме соответствуют объектам, упоминаемым в тексте: 1 – Орок, 2 – Лучистое, 3 – Зеленый Пласт, 4 – Оссалинское, 5 – Табакчан; на врезке: 1 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, 2 – Уяндино-Ясачненский вулканогенный пояс

рассчитывались путём нормирования на средние содержания элементов в соответствующей горной породе верхней части континентальной коры, рассчитанные Н. А. Григорьевым [12]. По полученным значениям кларков концентрации строились геохимические спектры. Для выявления геохимических ассоциаций производились факторный (методом главных компонент) и корреляционный анализы. Минералогия руд изучалась оптическим способом на микроскопе «Axioplan Imagin».

Геологическое строение объекта. Приколымское поднятие (по современной терминологии, Приколымский террейн – ПТ) сложен главным образом докембрийскими и палеозойскими комплексами (см. рис. 1). Они группируются в четыре структурных яруса: довендский, венд-палеозойский, мезозойский и кайнозойский. По соотношению ярусов ПТ подразделён на три субтеррейна (с запада на восток): Спиридоновский, Шаманихинский и Ярходонский [29]. Из них Спиридоновский и Шаманихинский сложены преимущественно комплексами довендского яруса с незначительным участием долей палеозойских, мезозойских и кайнозойских комплексов, а Ярходонский – исключительно позднепалеозойскими и кайнозойскими. Наиболее древними породами являются амфиболиты, плагиогнейсы, метабазиты и перидотиты с Pb-Pb возрастом 2,06–2,36 млрд. лет, с ними ассоциируют гнейсо-граниты с Pb-Pb возрастом 1,70–1,90 млрд. лет [3] и вулканы контрастного риолит-базальтового состава с U-Pb возрастом 1710±21 млн. лет [28]. Комплексы верхнего протерозоя сложены песчаниками, филлитами, карбонатными породами. Они несогласно перекрыты терригенными, вулканогенно-осадочными и карбонатными породами палеозоя–мезозоя. Интрузивные комплексы представлены мелкими телами девонских и меловых гранитоидов, а также дайками позднемеловых базитов. Геологическое развитие Приколымья начиная с рифея происходило в обстановке пассивной континентальной окраины Северо-Азиатского кратона (САК) [25], которая осложнялась циклично проявленными рифтогенными процессами, а также изредка – субдукционными и аккреционно-коллизийными [8]. Вещественные комплексы ПТ вмещают минерализацию разного состава. Наиболее многочисленны и изучены месторождения и рудопроявления золото-редкометалльной формации; они сопровождаются россыпями золота [9]. Широко распространена также медно-порфировая минерализация, ассоциирующая с магматическими комплексами Уяндино-Ясачненского вулканогенного пояса [10]. На восточном фланге ПТ карбонатные толщи рифея и палеозоя вмещают стратиформную свинцово-цинковую минерализацию типа MVT [11]. В центральной и южной частях Приколымья среди рифейских метapelитов известны проявления стратиформных гематитовых руд [30].

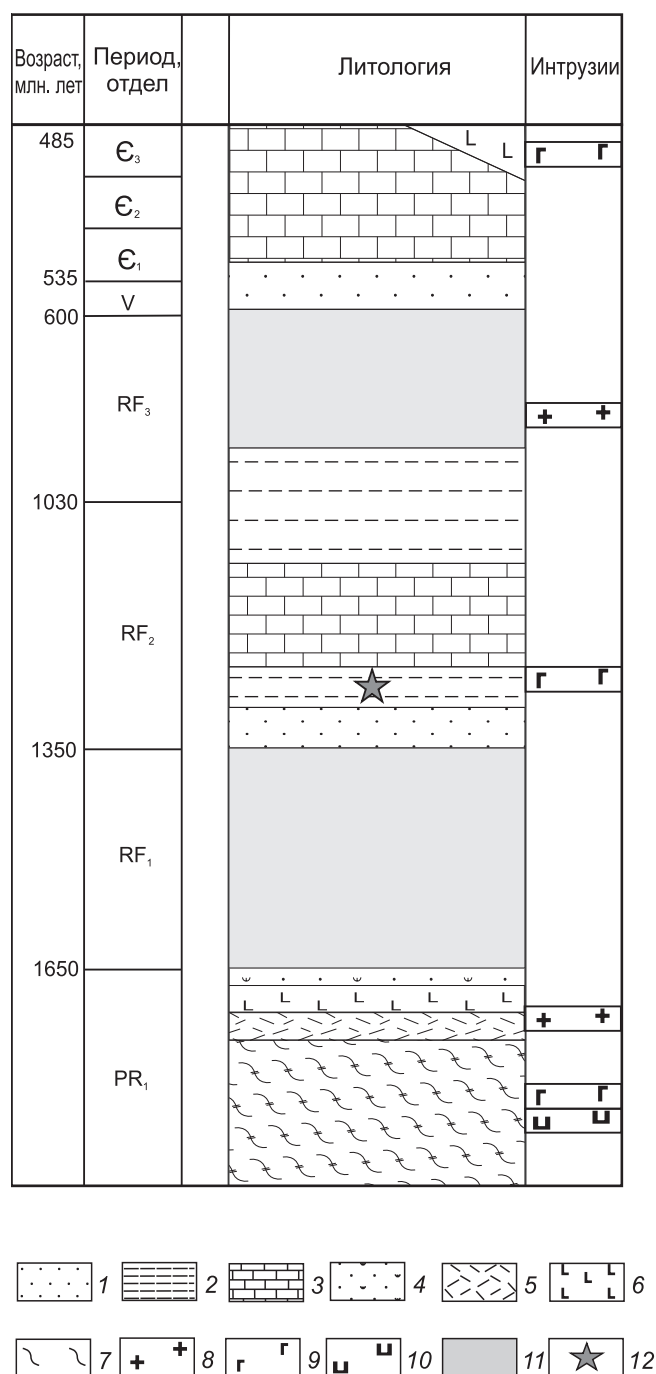


Рис. 2. Тектоно-стратиграфическая колонка докембрия Приколымского террейна:

1 – песчаники; 2 – сланцы; 3 – карбонатные породы; 4 – вулканомиктовые отложения; 5 – риолиты; 6 – базальты; 7 – кристаллические сланцы; 8 – гранитоиды; 9 – габброиды; 10 – гипербазиты; 11 – стратиграфические перерывы; 12 – медистые песчаники Орокской зоны

Результаты. К настоящему времени среди протерозойских толщ ПТ известны пять рудопроявлений и более двух десятков пунктов минерализации МПС, объединённых В.И. Шпикерманом в Ороекскую металлогеническую зону [30]. Все они приурочены к ороекской свите, слагающей основание рифейского терригенно-карбонатного комплекса Шаманихинского субтеррейна (рис. 2). В нижней части свита представлена кварцитами с подчинённым количеством филлитов, в верхней – хлоритовыми, хлорит-серицитовыми, графит-хлорит-серицитовыми, хлоритоидными сланцами с прослоями кварцитов, песчаников, алевролитов. Химический состав хлоритоидных сланцев соответствует полимиктовым алевролитам и песчаникам [31]. Абсолютный возраст цирконов из кварцитов ороекской свиты, определённый U-Pb методом по цирконам, составил 2340 млн. лет (А.И. Аверченко, 1991), что может свидетельствовать о формировании осадков свиты за счёт размыва нижнепротерозойских образований. Сланцы прорываются дайками и силлами метабазитов толеитового состава, образуя ассоциацию ранней рифтовой стадии развития пассивной континентальной окраины. Выше по разрезу расположена чебукулахская серия, включающая известняки, доломиты, глинистые сланцы, мрамора, филлиты. Венчает разрез юагирская серия, сложенная хлорит-серицитовыми и графит-хлорит-серицитовыми сланцами с прослоями кварцитов и глинистых сланцев.

В геологическом строении Ороекского рудопроявления принимают участие кварциты и сланцы ороекской свиты среднего рифея (рис. 3), прорванные редкими дайками базитов. Нижняя подсвита представляет собой монотонную толщу кварцитов с редкими мало-мощными (до 50 м) горизонтами филлитов в верхней части разреза. Характерны светлые тона окраски квар-

цитов: светло-серый, светло-кремовый, светло-розовый. Содержания SiO_2 в кварцитах составляют 95–98%. Таким образом, отличительной чертой кварцитов нижнеороекской подсвиты является их практически монокварцевый состав. Мощность подсвиты около 1000 м. Существенно иной состав имеет разрез рудонесной верхнеороекской подсвиты. В нём доминируют различные разности метapelитов: серицит-хлоритовые, кварц-серицит-хлоритовые, хлоритоидные сланцы и филлиты, часто графитсодержащие. Изредка встречаются прослои мраморов; роль кварцитов незначительна.

Геологическое строение рудонесного разреза дискуссионно. В.А. Шишкин [29] интерпретировал его как моноклинально залегающую толщу мощностью 600–700 м, согласно лежащую на подстилающих кварцитах. По мнению В.И. и Л.И. Шпикерманов [32], породы слагают асимметричную синклиналь с крутым падением западного крыла и более пологим – восточного.

В составе рудонесной верхнеороекской подсвиты авторы статьи выделили семь петрографически однородных пачек (см. рис. 3 и табл. 1). Они соответствуют различным фациальным типам осадочных отложений [23]: лагунные красноцветные алевропелиты (пачка 1), лагунные сероцветные алевропелиты, обогащённые органическим веществом и пиритом (пачка 2), баровые песчаники существенно мономиктового кварцевого состава (пачка 3), лагунные красноцветы (пачка 4), полимиктовые алевропесчаники забаровой фации (пачка 5), лагунные сероцветные алевропелиты с органическим веществом и пиритом (пачка 6) и красноцветные алевропелиты (пачка 7). Общая мощность видимой части разреза 700 м. В результате метаморфизма породы превращены в сланцы, состоящие

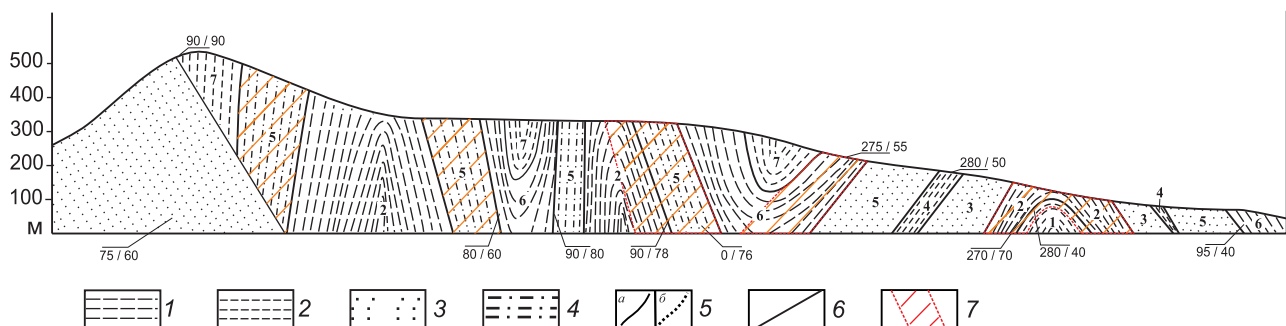


Рис. 3. Геологическое строение рудопроявления Ороек. Схематический разрез вдоль правого берега р. Колыма [7]:

1 – хлоритовые, хлорит-серицитовые сланцы и алевролиты красно- и пёстроцветные; 2 – хлоритовые, хлорит-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые, графит-серицит-хлоритовые сланцы сероцветные; 3 – кварциты; 4 – хлоритоидные, кварц-хлоритоидные сланцы, субаркозовые песчаники; 5 – геологические границы: а – установленные, б – предполагаемые; 6 – разрывные нарушения; 7 – минерализованные горизонты; цифры на рисунке – номера литологических пачек (см. текст)

1. Строение рудовмещающей верхнеороекской подсвиты и её геохимическая зональность по разрезу

Пачка	Состав	Мощность, м	Значения геохимических индикаторов			
			Ag, г/т	Li, г/т	Mg, г/т	Cu/(Pb+Zn)
1 (7)	Хлоритовые сланцы, алевролиты (70)	70	<u>2,9</u> 1,4–9,5	<u>33,7</u> 7,4–52,0	<u>1,8</u> 0,3–2,8	<u>40,4</u> 5,9–146,5
2 (13)	Графит-хлорит-серицитовые (с пиритом) сланцы тонкоплитчатые	130	<u>1,5</u> 0,3–3,6	<u>33,4</u> 11,3–25,4	<u>1,5</u> 0,4–1,5	<u>21,9</u> 0,7–55,4
3 (2)	Кварциты кремновые с прослоями песчанников, кварц-слюдистых сланцев и мраморов	140	<u>1,2</u> 0,3–2,1	<u>25,5</u> 2,7–48,2	<u>1,3</u> 0,1–2,5	<u>53,5</u> 48,8–58,1
4	Песчаники тонкослоистые	80	–	–	–	–
5 (12)	Кварц-хлоритоидные сланцы, полимиктовые песчаники с прослоями кварцитов и тонкоплитчатых алевролитов	120	<u>1,0</u> 0,3–4,4	<u>17,5</u> 4,5–71,5	<u>1,1</u> 0,3– 4,3	<u>15,6</u> 3,4–170,2
6	Графит-хлорит-серицитовые (с пиритом) сланцы	100	–	–	–	–
7 (1)	Кварц-хлорит-серицитовые сланцы, алевролиты	60	<u>0,3</u>	<u>10</u>	<u>1,00</u>	<u>1,1</u>

Примечание. В скобках – число анализов; числитель – среднее геометрическое и знаменатель – интервал значений соответствующего параметра; прочерк – отсутствие данных.

преимущественно из кварца, хлоритоида, хлорита, серицита, эпидота. Химический состав сланцев соответствует полимиктовым алевролитам и песчаникам [30]. Геохимическая специфика отложений ороекской свиты (см. табл. 1) проявляется в накоплении, помимо Cu, также Zn, Co и Mn, что может отражать как влияние базитовых интрузий, так и наличие офиолитов в составе нижнепротерозойского метаморфического комплекса, послужившего источником терригенного материала. Литолого-геохимические критерии, а именно снижение вверх по разрезу грубозернистости осадков и концентраций магния и лития (табл. 2), позволяют отнести разрез к трансгрессивному типу [23]. Первоначальная доля красноцветных отложений в составе верхнеороекской подсвиты, по-видимому, была большей, но снизилась в результате восстановительных реакций на стадии раннего диагенеза [14] и при метаморфизме.

Породы смяты в серию сжатых складок субмеридионального простирания, шириной 300–700 м. Медная минерализация расположена на двух уровнях разре-

за верхнеороекской подсвиты и приурочена к границам пачек, сложенных серыми пиритизированными графитсодержащими сланцами с одной стороны и пестроокрашенными кварц-хлорит-серицитовыми и хлоритоидными сланцами с другой. Минерализованные залежи прослеживаются по простиранию более чем на 4,5 км. В коренном залегании в береговых обрывах она представлена главным образом налётами малахита на плоскостях сланцеватости и реже по трещинам в сланцах. Наиболее интенсивная минерализация наблюдается в прослоях полимиктовых песчаников и образованных по ним кварц-хлоритоидных сланцев, мощностью около 50 м. Сланцы вмещают многочисленные согласные прожилки и жилы мощностью до 1 м, сложенные белым средне- и крупнозернистым метаморфогенным кварцем с многочисленными ксенолитами сланцев. В пределах меденосных интервалов такие жилы и прожилки содержат медную минерализацию. Это вполне объяснимо – учитывая различную компетентность пластичных сланцев и хрупкого кварца, последние явились

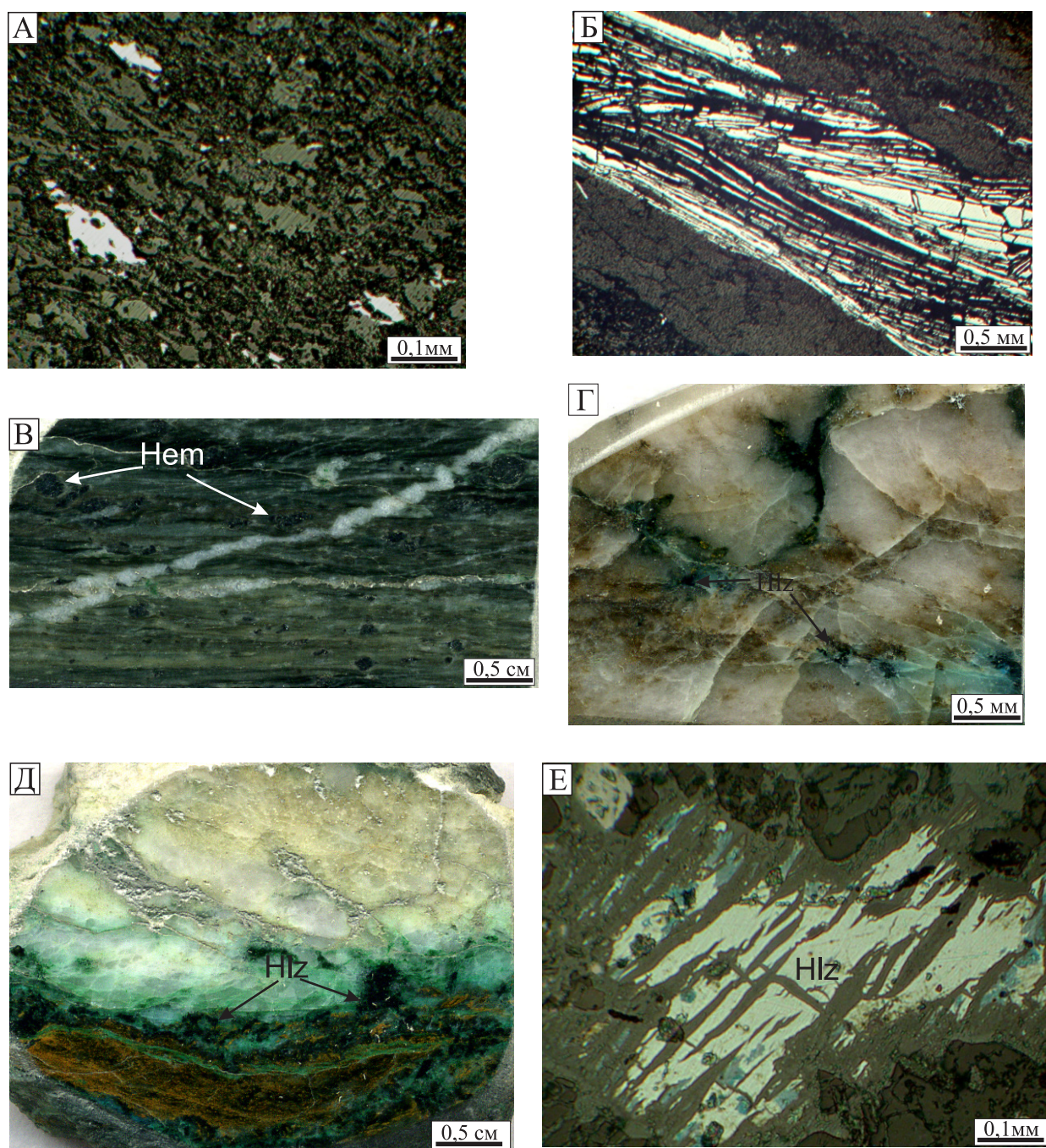


Рис. 4. Минералогия Ороекского рудопроявления:

А – ориентированная вкрапленность гематита в сланце; Б – пластинчатое строение агрегатов гематита; В – выделения гематита по сланцеватости; Г – кварцевый прожилок с халькозином; Д – выделения халькозина на контакте кварцевой линзы с вмещающим сланцем; Е – реликты халькозина, замещаемого ковеллином и малахитом

2. Распределение рудогенных элементов рифейских и вендских отложений ПТ

Элемент	Параметр	Кварциты, оро- екская свита, RF ₂ (n=34)	Сланцы, оро- екская свита, RF ₂ (n=35)	Медистые сланцы, оро- екская свита, RF ₂ (n=29)	Сланцы, юка- гирская серия, RF ₃ (n=34)	Песчаники, сяпкинская свита, V (n=205)
Cu	C _{геом}	12,80	19,70	39069,00	2,80	2,90
	C _{макс}	182,00	59,00	>20000	34,00	16,60
	КК	0,25	0,38	75,13	0,10	0,10
Pb	C _{геом}	1,50	6,60	7,30	2,90	1,30
	C _{макс}	299,00	41,50	443,20	18,10	19,60
	КК	0,07	0,33	0,37	0,10	0,10
Zn	C _{геом}	11,10	63,80	125,00	23,80	0,80
	C _{макс}	735,60	339,00	342,10	99,10	9,30
	КК	0,09	0,53	1,04	0,20	0,00
Co	C _{геом}	8,60	37,60	33,90	12,80	0,60
	C _{макс}	45,50	104,90	113,20	50,10	5,50
	КК	0,45	1,98	1,79	0,70	0,00
Ni	C _{геом}	8,80	47,90	52,90	14,90	1,90
	C _{макс}	56,00	81,90	162,60	85,60	5,20
	КК	0,07	0,40	0,44	0,10	0,00
Mn	C _{геом}	786,00	734,00	1305,70	309,30	13,10
	C _{макс}	0,70	251,00	2789,50	1874,90	65,50
	КК	1,06	0,99	1,76	0,40	0,00

Примечание. Содержание (в г/т): C_{геом} – среднее геометрическое, C_{макс} – максимальное; КК – кларк концентрации; n – число анализов.

своеобразным «коллектором» для гипергенных минералов меди. В аншлифах рудные минералы представлены гематитом, халькозином, ковеллином и рутилом (см. рисунки 4 и 5); ранее здесь также были описаны халькопирит, ковеллин, борнит, дигенит, джарлеит, самородное золото [32]. По результатам микрозондовых анализов соотношение меди и серы (Cu/S) в сульфидных фазах колеблется от 1,17 до 1,84, то есть состав минеральных фаз не стехиометрический, что можно объяснить высокой окисленностью руд с выносом меди. Подтверждением этому могут служить натёки медной зелени, наблюдающиеся в подстилающих сланцы кварцитах.

По результатам пунктирно-бороздowego опробования выделяются интервалы мощностью до 10 м с содержаниями меди 0,13–3,24%. Наблюдаются также повышенные концентрации серебра, цинка, свинца, кобальта (табл. 3), а также золота (до 0,17 г/т). Соотношение содержаний меди, цинка и свинца в разрезе подчиняется стандартной для медистых песчаников [18, 21] зональности (снизу вверх): Cu+Ag→Zn→Pb

(см. табл. 1). Геохимический спектр минерализации (в скобках кларк концентрации): Cu (67)-Ag (15)-Mn (2)-Co (2). Корреляционным анализом в них выявлены две геохимические ассоциации: 1) Cu-Ag-S, 2) Zn-Mo-Co-Ni-Cr-V.

Близкое геологическое строение имеют и другие проявления МПС Оро-екской зоны [32], (П. А. Самохвалов, 1995).

В заключение следует отметить, что с позиций современных литогео-динамики [1, 2] и седиментологии [21] ПТ предстаёт как совокупность осадочных палеобассейнов, сменяющих друг друга во времени начиная с раннего рифея, в которых происходила концентрация как рудного вещества, так и углеводородов. Рифейский и венд-кембрийский осадочные бассейны ПТ принадлежат выделенному В. И. Шульдинером [33] «Протоверхоянскому прогибу» – обширному внутрикратонному бассейну, разделявшему собственно САК и кратонные блоки (Омолонский и Охотский террейны) к северо-востоку от него [36]. Суммарная площадь выходов отложений рифейского терригенно-

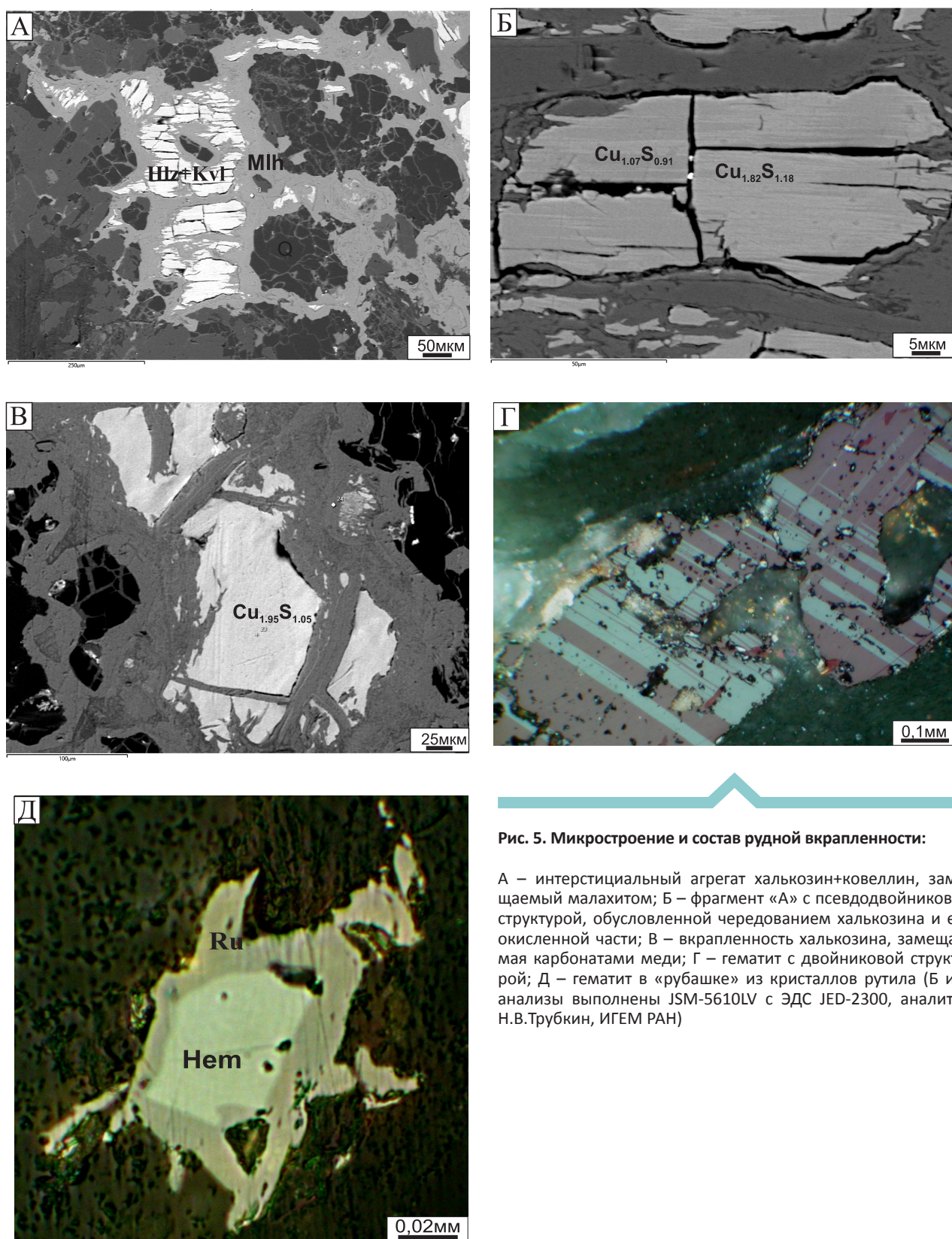


Рис. 5. Микростроение и состав рудной вкрапленности:

А – интерстициальный агрегат халькозин+ковеллин, замещаемый малахитом; Б – фрагмент «А» с псевдодвойниковой структурой, обусловленной чередованием халькозина и его окисленной части; В – вкрапленность халькозина, замещающая карбонатами меди; Г – гематит с двойниковой структурой; Д – гематит в «рубашке» из кристаллов рутила (Б и В анализы выполнены JSM-5610LV с ЭДС JED-2300, аналитик Н.В.Трубкин, ИГЕМ РАН)

3. Результаты анализов методом ICP-OES медистых сланцев Ороецкого рудопроявления

№ пробы	Состав пробы	Координаты		Ag	Ba	Co	Cr	Cu	Fe
		X	Y						
1065	Кварц-хлоритоидный сланец с линзами кварца и медной зеленью	480554	7189494	4,4	29	28	92	5328	7,41
1066	Песчаник с медной зеленью	480883	7189190	1,8	137	18	45	3683	4,26
051-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481109	7190214	1,5	41	28	45	4045	2,93
051-1	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481110	7190213	0,9	42	31	49	13 840	2,98
1067	Песчаник с линзами кварца и медной зеленью	481197	7189370	4,4	18	42	102	6378	9,29
055-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481333	7189411	2,5	3	113	40	3146	4,52
1080	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481396	7189469	<0,5	109	13	65	1108	8,09
1068	Песчаник с малахитом и брошантитом	481406	7189440	0,6	30	89	46	4667	5,39
1070	Песчаник с малахитом	481718	7189482	2,2	25	43	45	7610	3,90
1069	Песчаник с малахитом и брошантитом	481725	7189478	1,0	9	103	61	3686	4,53
1072	Песчаник с малахитом	481741	7189488	3,6	362	28	70	8913	6,11
1076	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481746	7189459	0,7	119	22	58	2068	7,40
1077	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481749	7189459	<0,5	116	15	58	186	7,42
1078	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481752	7189459	0,9	45	86	82	1572	2,72
1084	Графит-серицитовый сланец малахитом и азуритом	481876	7189476	1,5	66	71	123	4555	>10,00
1059-1	Хлоритовый сланец	482016	7190661	1,1	47	45	70	663	>10,00
1059	Хлоритовый сланец пестроцветный	482047	7190673	<0,5	49	41	76	86	>10,00
041-1	Кварцит с медной зеленью	482744	7189695	<0,5	13	3	92	669	0,60
042-2	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482751	7189722	2,1	564	39	57	6886	6,91
1052	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	482760	7189708	1,2	54	33	54	2610	4,58
065-3	Кварцевая жила с медной зеленью	482788	7189690	2,1	138	34	65	4799	4,76
065-5	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482795	7189685	0,7	130	41	87	1519	6,08
065-11	Кварцевая жила с медной зеленью	482798	7189711	5,8	38	27	113	15 960	3,94
065-6	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482799	7189684	1,2	76	43	137	1045	5,30
065-8	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482806	7189687	2,6	23	56	121	5994	5,82
065-9	Кварцевая жила с медной зеленью	482809	7189684	1,8	80	8	15	5642	0,94
065-14	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482831	7189696	1,7	75	31	82	4040	6,16
065-16	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482853	7189724	9,5	266	38	58	31 900	5,38
042-3	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482853	7189759	<0,5	25	5	81	1076	0,92
042-4	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482859	7189757	1,9	189	43	68	4746	7,48
065-17	Хлоритовый сланец с кварцевыми прожилками	482866	7189717	5,2	187	40	64	12930	6,82
1053	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	483081	7189732	2,4	110	33	56	6013	6,00

Окончание табл. 3

№ пробы	Состав пробы	Координаты		Mn	Ni	Pb	S	V	Zn
		X	Y						
1065	Кварц-хлоритоидный сланец с линзами кварца и медной зеленью	480554	7189494	2251	76	4	<0,01	167	93
1066	Песчаник с медной зеленью	480883	7189190	644	21	28	<0,01	116	79
051-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481109	7190214	2457	27	3	<0,01	115	101
051-1	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481110	7190213	2620	34	4	<0,01	118	114
1067	Песчаник с линзами кварца и медной зеленью	481197	7189370	894	128	199	0,06	198	157
055-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481333	7189411	1019	112	443	0,04	93	319
1080	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481396	7189469	697	27	9	<0,01	197	46
1068	Песчаник с малахитом и брошантитом	481406	7189440	1641	96	2	<0,01	149	250
1070	Песчаник с малахитом	481718	7189482	1137	51	3	0,02	108	155
1069	Песчаник с малахитом и брошантитом	481725	7189478	1295	110	9	0,02	91	342
1072	Песчаник с малахитом	481741	7189488	859	50	53	0,05	135	108
1076	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481746	7189459	472	44	7	0,02	166	63
1077	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481749	7189459	672	35	8	<0,01	179	47
1078	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481752	7189459	730	163	9	<0,01	63	244
1084	Графит-серицитовый сланец малахитом и азурином	481876	7189476	2789	146	7	<0,01	184	320
1059-1	Хлоритовый сланец	482016	7190661	807	73	24	<0,01	123	145
1059	Хлоритовый сланец пестроцветный	482047	7190673	1230	77	3	<0,01	84	74
041-1	Кварцит с медной зеленью	482744	7189695	153	7	<2	0,04	<10	10
042-2	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482751	7189722	1638	46	4	0,03	153	137
1052	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	482760	7189708	1369	62	21	0,01	81	178
065-3	Кварцевая жила с медной зеленью	482788	7189690	1580	61	4	0,04	121	116
065-5	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482795	7189685	1331	65	4	0,01	136	125
065-11	Кварцевая жила с медной зеленью	482798	7189711	2435	40	4	0,07	96	114
065-6	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482799	7189684	1483	57	5	<0,01	114	155
065-8	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482806	7189687	1522	77	10	0,05	133	177
065-9	Кварцевая жила с медной зеленью	482809	7189684	556	15	6	0,01	17	26
065-14	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482831	7189696	1731	41	3	0,04	140	107
065-16	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482853	7189724	1968	41	<2	0,23	150	138
042-3	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482853	7189759	2292	6	2	0,01	19	20
042-4	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482859	7189757	1278	59	3	0,04	145	121
065-17	Хлоритовый сланец с кварцевыми прожилками	482866	7189717	1818	47	<2	0,12	183	135
1053	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	483081	7189732	998	58	15	<0,01	98	276

карбонатного комплекса составляет 3000–3500 км², а их общая мощность составляет от 3 до 5 км [25, 29]. Размеры (200×20 км) и линейно-вытянутая форма палеобассейна, наличие базитовых интрузий позволяют отнести его к категории рифтогенных, трогового типа [22]. Рифтогенез был связан с началом процесса распада протерозойского суперконтинента Родиния [25] и ознаменовал начало формирования «Протоверхоянского прогиба». Внутрикратонная рифтогенная природа осадочного палеобассейна являлась благоприятной предпосылкой для формирования МПС. Источником меди и других металлов могли быть обогащённые органическим веществом сланцы и красноцветы, которые широко развиты среди рифейских и вендских толщ ПТ. Сочетание углеродистых сланцев и красноцветов (источников металлов), доломитов (источников рассолов) и глинистых сланцев (флюидоупоров) благоприятствовало образованию высококонцентрированных флюидов, способных выщелачивать и транспортировать металлы. Мобильная надвиговая структура ПТ благоприятствовала высокой сейсмической активности, которая приводила к усилению дегидратации осадков и росту скорости латеральной миграции флюидов [20]. С событиями этого же палеогеодинамического этапа, по-видимому, было связано формирование МПС в рифейских комплексах других регионов «Протоверхоянского прогиба» – Билякчанской зоны и Сеттэ-Дабана [19, 31]. Очертания и внутренняя структура рифейского осадочного палеобассейна были существенно нарушены в ходе неоднократных эпох деформаций и метаморфизма [6, 8].

По современной международной классификации [35], МПС Ороевской зоны относятся к типу, для которого характерны трансгрессивный тип рудовмещающего разреза, морские либо субмаринные условия осадконакопления, расположение красноцветных отложений в основании меденосных пачек, наличие горизонтов, обогащённых органическим углеродом и являющихся восстановителем для обогащённых медью рассолов. По отечественной классификации [17, 24], этому соответствует «джезказганский тип меденосных формаций в протоплатформенном прогибе» [17, с. 200].

Отдельно затронем вопрос о возможной экономической значимости рассмотренной минерализации. Как уже указывалось ранее [7], вероятность выявления на ПТ промышленно значимых месторождений меди, как и других металлов, низка. Причиной этого являются отмеченные выше особенности тектоники и геодинамической эволюции Приколымья. Этот вывод подтверждается невысокими (в большинстве проб менее 1%) содержаниями меди, не отвечающими промышленным кондициям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басков Е.А., Беленицкая Г.А., Романовский С.И. Литогеодиника осадочных бассейнов. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.
2. Беленицкая Г.А. Опыт мелкомасштабного литогеодинического районирования и картирования осадочного чехла территории России // Литосфера. – 2007. – № 5. – С. 3–37.
3. Беус В.А., Миледин А.К. Новые данные о возрасте метаморфического комплекса Приколымского поднятия // Доклады Академии наук СССР. – 1990. – Т. 311, №4. – С. 925–928.
4. Власов Г.М., Мишин Л.Ф. Геотектоническая теория и магматогенно-рудные системы. – М.: Наука, 1992. – 230 с.
5. Габлина И.Ф., Малиновский Ю.М. Периодичность меденакпления в осадочной оболочке Земли // Литология и полезные ископаемые. – 2008. – № 2. – С. 155–173.
6. Глухов А.Н. Тектонические факторы рудогенеза докембрийских террейнов на примере Приколымского поднятия и Омолонского массива (Северо-Восток Азии) // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. – 2019. – Т. 64. – Вып. 2. – С. 219–248.
7. Глухов А.Н. Медное и полиметаллическое оруденение Приколымского террейна и его генетическая типизация // Литосфера. – 2019. – Т. 19, № 5. – С. 717–730.
8. Глухов А.Н., Гладков А.С., Кошкарёв Д.А., Лунина О.В. Тектонофизические критерии геодинамической эволюции Приколымского террейна (Северо-Восток России) // Геодинамика и тектонофизика. – 2013. – Т. 3, № 4. – С. 361–375.
9. Глухов А.Н., Савва Н.Е., Колова Е.Е. Вещественный состав и генезис золотых руд месторождения Надежда, Магаданская область // Руды и металлы. – 2016. – № 4. – С. 60–71.
10. Глухов А.Н., Тюкова Е.Э. Перспективы развития минерально-сырьевой базы меди Магаданской области // Руды и Металлы. – 2013. – № 5. – С. 21–33.
11. Глухов А.Н., Фомина М.И. Новые данные о стратиформной полиметаллической минерализации в карбонатных толщах Приколымского террейна // Отечественная геология. – 2015. – № 3. – С. 37–44.
12. Григорьев Н.А. О кларковом содержании химических элементов в верхней части континентальной коры // Литосфера. – 2002. – № 1. – С. 61–71.
13. Давыдов Ю.В., Чиряев А.Г., Костин А.В., Соболев А.Е. Стратиформное оруденение Якутии (свинец, цинк, медь) // Стратиформное оруденение Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – С. 5–24.
14. Зеленова О.И., Комарова Г.В. Постседиментационные изменения красноцветных континентальных отложений в различных гидрогеологических условиях // Континентальный и прибрежно-морской литогенез. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1977. – С. 89–94.
15. Кисляков Я.Н., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 608 с.
16. Корольков А.Т., Радомская Т.А., Ягуджинский Р. Генезис польских месторождений меди // Известия Иркутского государственного университета. – 2016. – Т. 17. – С. 91–102.

17. *Кривцов А.И., Волчков А.Г., Володин Р.Н. и др.* Методика прогноза и поисков месторождений цветных металлов. – М.: ЦНИГРИ, 1987. – 278 с.
18. *Кутырев Э.И.* Геология и прогнозирование согласных месторождений меди, свинца и цинка. – Л.: Недра, 1984. – 248 с.
19. *Кутырев Э.И., Соболев А.Е., Исправников А.В. и др.* Медистые песчаники и медистые базальты Сьэттэ-Дабанского региона // Стратиформное оруденение Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – С. 74–87.
20. *Павлов Д.И., Горжевский Д.И., Голева Г.А.* Сопряженность рудо- и нефтеобразующих систем в осадочных бассейнах и прогноз рудных месторождений // Геология рудных месторождений. – 1991. – № 5. – С. 39–45.
21. *Попов В.Е.* Генезис вулканогенно-осадочных месторождений и их прогнозная оценка. – Л.: Недра, 1991. – 287 с.
22. *Селли Р.К.* Введение в седиментологию. – М.: Недра, 1981. – 370 с.
23. *Справочник по литологии.* – М.: Недра, 1983. – 509 с.
24. *Справочное пособие по стратиформным месторождениям.* – М.: Недра, 1990. – 391 с.
25. *Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия).* – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с.
26. *Ткаченко В.И.* Докембрийские отложения в структуре Приколымского поднятия // Региональная геодинамика и стратиграфия Азиатской части СССР. – Л.: ВСЕГЕИ, 1992. – С. 49–64.
27. *Феоктистов В.П., Йогансон А.К., Неклюдов А.Г.* Металлогения осадочных бассейнов. – СПб: ВСЕГЕИ МПР РФ, 1997. – 75 с.
28. *Худолей А.К., Ткаченко В.И., Матуков Д.И. и др.* Новые данные о возрасте докембрийских вулканитов хакдонской серии (Восточное Приколымье) // Доклады Академии Наук. – 2006. – Т. 411, № 4. – С. 505–509.
29. *Шишкин В.А.* Метаморфический комплекс Приколымского поднятия. – М.: Наука, 1979. – 111 с.
30. *Шпикерман В.И.* Домеловая минерализация Северо-Востока Азии. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – 333 с.
31. *Шпикерман В.И., Горячев Н.А., Кропачев А.П.* Стратиформное оруденение Сеттэ-Дабана (типизация, описание, сопоставление) // Стратиформное оруденение осадочных и вулканогенно-осадочных формаций Северо-Востока Азии. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 20–35.
32. *Шпикерман В.И., Шпикерман Л.А.* Протерозойские медистые песчаники и сланцы Приколымья // Стратиформное оруденение осадочных и вулканогенно-осадочных формаций Северо-Востока Азии. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 35–44.
33. *Шульдинер В.И.* Докембрийский фундамент Тихоокеанского пояса и обрамляющих платформ. – М.: Недра, 1982. – 226 с.
34. *Hayes T., Cox D., Piatak N., Seal R.* Sediment-Hosted Stratabound Copper Deposit Model // Mineral Deposit Models for Resource Assessment. Scientific Investigations Report 2010-5070-M. U.S. Geological Survey, 2010. – 147 p.
35. *Hitzman M.W., Selley D., Bull S.* Formation of Sedimentary Rock-Hosted Stratiform Copper Deposits through Earth History // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – P. 627–639.
36. *Hitzman M.W., Selley D., Bull S.* Formation of Sedimentary Rock-Hosted Stratiform Copper Deposits through Earth History // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – P. 627–639.
37. *Khudoley A.K., Rainbird R.H., Stern R.A. et al.* Sedimentary evolution of the Riphean-Vendian basin of southeastern Siberia // Precambrian Research. – 2001. – Vol. 111. – P. 129–163.
38. *McGowan R.R., Roberts S., Foster R.P. et al.* Origin of the copper-cobalt deposits of the Zambian Copperbelt: An epigenetic view from Nchanga // Geology. – 2003. – Vol. 31. – P. 497–500.
39. *Piradjino F.* Hydrothermal processes and Mineral Systems. Springer Science+Business Media B.V. – 2009. – P. 1250.
40. *Sillitoe R.H., Perello J., Alfredo G.* Sulfide-Bearing Veinlets throughout the Stratiform Mineralization of the Central African Copperbelt: Temporal and Genetic Implication // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – P. 1361–1368.
41. *Singer D.A.* World Class Base and Precious Metal Deposits: A Quantitative Analysis // Economic Geology. – 1995. – Vol. 90. – P. 88–104.
42. *Torrealdy H.I., Hitzman M.W., Stein H.J. et al.* Re-Os and U-Pb dating of the Vein-Hosted Mineralization at the Kansanshi Copper Deposit, Northern Zambia // Economic Geology. – 2000. – Vol. 95. – P. 1165–1170.

REFERENCES

1. Baskov E.A., Belenitskaya G.A., Romanovskii S.I. Litogeodinamika osadochnykh basseinov [Lithogeodynamic sedimentary basins], Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 1998, 480 p.
2. Belenitskaya G.A. Opyt melkomasshtabnogo litogeodinamicheskogo raionirovaniya i kartirovaniya osadochnogo chekhla territorii Rossii [Experience of small-scale lithogeodynamic zoning and mapping of the sedimentary cover of the territory of Russia], Litosfera Publ., 2007, no. 5, p. 3–37.
3. Beus V.A., Miledin A.K. Novye dannye o vozraste metamorficheskogo kompleksa Prikolymского podnyatiya, Doklady Akademii nauk [New data on the age of the metamorphic complex of the Prikolymsky uplift, Reports of the USSR Academy of Sciences], 1990, Vol. 311, no. 4, p. 925–928.
4. Vlasov G.M., Mishin L.F. Geotektonicheskaya teoriya i magmatogenno-rudnye sistemy [Geotectonic theory and magmatogenic ore systems], Moscow, Nauka Publ., 1992, 230 p.
5. Gablina I.F., Malinovskii Yu.M. Periodichnost' medenakopleniya v osadochnoi obolochke Zemli [Frequency of copper accumulation in the earth's sedimentary shell], Litologiya i poleznye iskopaemye, 2008, no. 2, p.155–173.
6. Glukhov A.N. Tektonicheskie faktory rudogeneza dokembriiskikh terreinov na primere Prikolymского podnyatiya i Omolonskogo massiva (Severo-Vostok Azii) [Tectonic factors of ore Genesis of Precambrian terrains on the example of the Prikolymsky uplift and the Omolon massif (North-East Asia)], Vestnik SPbGU, Nauki o Zemle, 2019, Vol. 64, Is. 2, p. 219–248.
7. Glukhov A.N. Mednoe i polimetallicheskoe orudnenie Prikolymского terreina i ego geneticheskaya tipizatsiya [Copper and polymetallic mineralization of the Prikolyma terrain and its genetic typing], Litosfera Publ., 2019, Vol. 19, no. 5, p. 717–730.
8. Glukhov A.N., Gladkov A.S., Koshkarev D.A., Lunina O.V. Tektonofizicheskie kriterii geodinamicheskoi evolyutsii Prikolymского terreina (Severo-Vostok Rossii) [Tectonophysics criteria of geodynamic evolution of the Prikolyma terrain (North-East of Russia)], Geodinamika i tektonofizika, 2013, Vol. 3, no. 4, p. 361–375.
9. Glukhov A.N., Savva N.E., Kolova E.E. Veshchestvennyi sostav i genezis zolotykh rud mestorozhdeniya Nadezhda, Magadanskaya oblast' [Material composition and Genesis of gold ores of the Nadezhda Deposit, Magadan region], Rudy i metally, 2016, no. 4, p. 60–71.
10. Glukhov A.N., Tyukova E.E. Perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoi bazy medi Magadanskoi oblasti [Prospects for the development of the mineral resource base of copper in the Magadan region], Rudy i Metally, 2013, no. 5, p. 21–33.
11. Glukhov A.N., Fomina M.I. Novye dannye o stratiformnoi polimetallicheskoi mineralizatsii v karbonatnykh tolshchakh Prikolymского terreina [New data on stratiform polymetallic mineralization in the carbonate strata of the Prikolyma terrain], Otechestvennaya geologiya, 2015, no. 3, p. 37–44.
12. Grigor'ev N.A. O klarkovom sodержanii khimicheskikh elementov v verkhnei chasti kontinental'noi kory [On the Clark content of chemical elements in the upper part of the continental crust], Litosfera Publ., 2002, no. 1, p. 61–71.
13. Davydov Yu.V., Chiryaev A.G., Kostin A.V., Sobolev A.E. Stratiformnoe orudnenie Yakutii (svinets, tsink, med'). Stratiformnoe orudnenie Yakutii [Stratiform mineralization of Yakutia (lead, zinc, copper). Stratiform mineralization of Yakutia], Yakutsk, YaF SO AN SSSR Publ. 1988, p. 5–24.
14. Zelenova O.I., Komarova G.V. Postsedimentatsionnye izmeneniya krasnotsvetnykh kontinental'nykh otlozhenii v razlichnykh gidrogeologicheskikh usloviyakh. Kontinental'nyi i pribrezhno-morskoj litogenez [Post-sedimentation changes of red-colored continental deposits in various hydrogeological conditions. Continental and coastal-marine lithogenesis], Novosibirsk, IGIG SO AN SSSR Publ., 1977, p. 89–94.
15. Kislyakov Ya.N., Shchetochkin V.N. Gidrogennoe rudobrazovanie [Hydrogenic ore formation], Moscow, ZAO «Geoinformmark» Publ., 2000, 608 p.
16. Korol'kov A.T., Radomskaya T.A., Yagudzhinskii R. Genezis pol'skikh mestorozhdenii medi [The Genesis of the Polish copper deposits], Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta, 2016, Vol. 17, p. 91–102.
17. Krivtsov A.I., Volchkov A.G., Volodin R.N., et al. Metodika prognoza i poiskov mestorozhdenii tsvetnykh metallov [Methods of forecasting and searching for non-ferrous metal deposits], Moscow, TsNIGRI Publ., 1987, 278 p.
18. Kutyrev E.I. Geologiya i prognozirovaniye soglasnykh mestorozhdenii medi, svintsa i tsinka [Geology and forecasting of copper, lead, and zinc deposits in consonant areas], Leningrad, Nedra Publ., 1984, 248 p.
19. Kutyrev E.I., Sobolev A.E., Ispravnikov A.V., et al. Medistye peschaniki i medistye bazalt'y Se'tte-Dabanskogo regiona. Stratiformnoe orudnenie Yakutii [Cupriferous sandstones and cupriferous basalts Sette-Dubenskogo region. Stratiform mineralization of Yakutia], Yakutsk, YaF SO AN SSSR Publ., 1988, p. 74–87.
20. Pavlov D.I., Gorzhevskii D.I., Goleva G.A. Sopryazhennost' rudo- i nefteobrazuyushchikh sistem v osadochnykh basseynakh i prognoz rudnykh mestorozhdenii [Conjugacy of ore-and oil-forming systems in sedimentary basins and forecast of ore deposits], Geologiya rudnykh mestorozhdenii, 1991, no. 5, p. 39–45.
21. Popov V.E. Genezis vulkanogenno-osadochnykh mestorozhdenii i ikh prognoznaya otsenka [Genesis of volcanogenic-sedimentary deposits and their forecast estimation], Leningrad, Nedra Publ., 1991, 287 p.
22. Selli R.K. Vvedenie v sedimentologiyu [Introduction to sedimentology], Moscow, Nedra Publ., 1981, 370 p.
23. Spravochnik po litologii [A manual of lithology], Moscow, Nedra Publ., 1983, 509 p.
24. Spravochnoe posobie po stratiformnym mestorozhdeniyam [Reference guide to stratiform deposits], Moscow, Nedra Publ., 1990. – 391 p.
25. Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Sakha (Yakutiya) [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)], Moscow, MAIK Nauka/Interperiodika Publ., 2001, 571 p.
26. Tkachenko V.I. Dokembriiskie otlozheniya v strukture Prikolymского podnyatiya. Regional'naya geodinamika i stratigrafiya Aziatskoi chasti SSSR [Precambrian deposits

- in the structure of the Prikolym'sky uplift. Regional geodynamics and stratigraphy of the Asian part of the USSR.], Leningrad, VSEGEI Publ., 1992, p. 49–64.
27. *Feoktistov V.P., Ioganson A.K., Neklyudov A.G.* Metallogeniya osadochnykh basseinov [Metallogeny of sedimentary basins], Saint Petersburg, VSEGEI MPR RF Publ., 1997, 75 p.
 28. *Khudolei A.K., Tkachenko V.I., Matukov D.I., et al.* Novye dannye o vozraste dokembriiskikh vulkanitov khakdonskoi serii (Vostochnoe Prikolym'e) [New data on the Precambrian age of volcanics jackdonkey series (East Prikolinie)], Doklady Akademii Nauk, 2006, Vol. 411, no. 4, p. 505–509.
 29. *Shishkin V.A.* Metamorficheskii kompleks Prikolym'skogo podnyatiya [The metamorphic complex of the Prikolyma uplift], Moscow, Nauka Publ., 1979, 111 p.
 30. *Shpikerman V.I.* Domelovaya minerageniya Severo-Vostoka Azii [Dominova Minerageny of northeast Asia], Magadan, SVKNII DVO RAN Publ., 1998, 333 p.
 31. *Shpikerman V.I., Goryachev N.A., Kropachev A.P.* Stratifornoe orudnenie Sette-Dabana (tipizatsiya, opisanie, sopostavlenie). Ctratiformnoe orudnenie osadochnykh i vulkanogenno-osadochnykh formatsii Severo-Vostoka Azii [Stratiform mineralization of Sette-Daban (typing, description, comparison). Stratiform mineralization of sedimentary and volcanogenic sedimentary formations in northeast Asia], Magadan, SVKNII DVO RAN Publ., 1996, p. 20–35.
 32. *Shpikerman V.I., Shpikerman L.A.* Proterozoiskie medistye peschaniki i slantsy Prikolym'ya. Stratifornoe orudnenie osadochnykh i vulkanogenno-osadochnykh formatsii Severo-Vostoka Azii [Proterozoic cuprous sandstones and shales of Prikolinie. Stratiform mineralization of sedimentary and volcanogenic sedimentary formations in North-East Asia], Magadan, SVKNII DVO RAN Publ., 1996, p. 35–44.
 33. *Shul'diner V.I.* Dokembriiskii fundament Tikhookeanskogo poyasa i obramlyayushchikh platform Moscow [Precambrian Foundation of the Pacific belt and framing platforms], Nedra Publ., 1982, 226 p.
 34. *Hayes T., Cox D., Piatak N., Seal R.* Sediment-Hosted Stratabound Copper Deposit Model // Mineral Deposit Models for Resource Assessment. Scientific Investigations Report 2010-5070-M. U.S. Geological Survey, 2010, 147 p.
 35. *Hitzman M.W., Selley D., Bull S.* Formation of Sedimentary Rock-Hosted Stratiform Copper Deposits through Earth History; Economic Geology, 2010, Vol. 105, p. 627–639.
 36. *Khudoley A.K., Rainbird R.H., Stern R.A. et al.* Sedimentary evolution of the Riphean-Vendian basin of southeastern Siberia. Precambrian Research, 2001, Vol. 111, p. 129–163.
 37. *McGowan R.R., Roberts S., Foster R.P., et al.* Origin of the copper-cobalt deposits of the Zambian Copperbelt: An epigenetic view from Nchanga, Geology, 2003, Vol. 31, p. 497–500.
 38. *Piradjno F.* Hydrothermal processes and Mineral Systems; Springer Science+Business Media B.V., 2009, p. 1250.
 39. *Sillitoe R.H., Perello J., Alfredo G.* Sulfide-Bearing Veinlets throughout the Stratiform Mineralization of the Central African Copperbelt: Temporal and Genetic Implication; Economic Geology, 2010, Vol. 105, p. 1361–1368.
 40. *Singer D.A.* World Class Base and Precious Metal Deposits: A Quantitative Analysis; Economic Geology, 1995, Vol. 90, p. 88–104.
 41. *Torrealdy H.I., Hitzman M.W., Stein H.J. et al.* Re-Os and U-Pb dating of the Vein-Hosted Mineralization at the Kansanshi Copper Deposit, Northern Zambia; Economic Geology, 2000, Vol. 95, p. 1165–1170.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Плата с авторов за публикацию (в том числе с аспирантов) не взимается. Гонорар не выплачивается. Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым предоставляет редакции право на ее опубликование в журнале и размещение в сети «Интернет».

Направление в редакцию работ, опубликованных ранее или намеченных к публикациям в других изданиях, не допускается.

По всем вопросам, связанными со статьями, следует обращаться в редакцию по тел. +7 (495)315-28-47, E-mail: ogeo@tsnigri.ru

Адрес редакции: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1

Золото-серебряная минерализация Олойской зоны и её промышленные перспективы

Ю.Н.НИКОЛАЕВ¹, И.А.КАЛЬКО¹, И.А.БАКСШЕЕВ¹, А.В.АПЛЕТАЛИН¹, Е.А.ВЛАСОВ¹, Ю.Н.ХАБИБУЛЛИНА¹, Г.Т.ДЖЕДЖЕЯ¹, В.Ю.ПРОКОФЬЕВ^{2,1}, П.Л.ТИХОМИРОВ^{3,1}

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (ФГБОУ ВО МГУ); 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1,

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН); 119017 Москва, Старомонетный пер., 35,

³Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А.Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук (СВКНИИ ДВО РАН); 685000, г. Магадан, ул. Портовая, 16

Оценены перспективы Олойской складчатой зоны (Западная Чукотка) на обнаружение золото-серебряного оруденения жильно-прожилкового, прожилково-вкрапленного типов в интрузивных, вулканогенных и вулканогенно-терригенных породах. Рассмотрены минералого-геохимические критерии выявления, типизации и параметры формирования наиболее распространённых типов золото-серебряной минерализации, которые могут иметь промышленные перспективы.

Ключевые слова: золото-серебряная минерализация, химический состав рудных минералов, флюидные включения, Олойская зона, Чукотка.

Николаев Юрий Николаевич
кандидат геолого-минералогических наук

nikolaev@geol.msu.ru

Калько Ильдар Анатольевич
кандидат геолого-минералогических наук

ildarkalko@ya.ru

Бакшеев Иван Андреевич
кандидат геолого-минералогических наук

iab_68@mail.ru

Аплеталин Андрей Владимирович



aplet@geol.msu.ru

Власов Евгений Алексеевич
кандидат геолого-минералогических наук

user420@geol.msu.ru

Хабидулина Юлия Николаевна
кандидат геолого-минералогических наук

bobbin@yandex.ru

Джеджея Георгий Тенгизович
кандидат геолого-минералогических наук

jejeja@yandex.ru

Прокофьев Всеволод Юрьевич
доктор геолого-минералогических наук

vp2004@rambler.ru

Тихомиров Петр Леонидович
доктор геолого-минералогических наук

petr_tikhomirov@mail.ru

The Oloi zone: gold-silver mineralization and its economic prospects

Yu.N.NIKOLAEV¹, I.A.KALKO¹, I.A.BAKSHEEV¹, A.V.APLETALIN¹, E.A.VLASOV¹, Yu.N.KHABIBULLINA¹, G.T.DZHEDZHEYA¹, V.Yu.PROKOFIEV^{2,1}, P.L.TIKHOMIROV^{3,1}

¹ Federal State Budget Educational Institution of Higher Education M.V.Lomonosov Moscow State University (Lomonosov MSU or MSU),

² Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS (IGEM RAS)

³ Federal State Budget Institution of Science north-eastern integrated research Institute. N.A.Shilo of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

The prospects of the gold-silver mineralization in intrusive, volcanic and volcanoclastic rocks within the Oloy folded area are evaluated. Mineralogical and geochemical exploration criteria and formation parameters of the most common types of the gold-silver mineralization, which are economically important are discussed.

Key words: gold-silver mineralization, chemical composition of ore minerals, fluid inclusions, Oloi zone, Chukotka.

К категории объектов, промышленное освоение которых ведётся (или планируется в ближайшее время) на Чукотке, относятся месторождения золото-кварцевой, золото-серебряной вулканогенной и медно-порфировой рудных формаций. Наиболее востребованными в настоящее время и вовлечёнными в промышленную отработку являются месторождения вулканогенной золото-серебряной формации с богатыми (бонанцевыми) рудами (Купол, Двойное, Сентябрьское и др.), расположенные во внешней и перивулканической зонах Центрально-Чукотского сегмента Охотско-Чукотского вулканического пояса (ОЧВП), а также в наложенных вулканогенных впадинах мезозойд. В Олойской складчатой зоне известны многочисленные проявления и аномальные геохимические поля, в которых также прогнозируется Au-Ag оруденение.

Олойская складчатая зона представляет собой коллаж тектонических блоков, большая часть которых имеет островодужную природу [10, 15]. Наиболее древние образования в пределах рассматриваемой территории представлены комплексами Яракваамского поднятия (террейна), включающими вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи девона(?), карбона и перми (рис. 1) с суммарной мощностью 3,5–4 км [11]. Палеозойские комплексы Яракваамского террейна слагают серию блоков, разделённых тектоническими нарушениями. Выходы палеозойских комплексов известны также на юго-западе Олойской зоны, у её границы с Омолонским блоком раннедокембрийской коры.

Из плутонических образований рассматриваемой части Олойской зоны к палеозою отнесены породы, входящие в состав офиолитовых ассоциаций (ультрабазиты, габброиды и плагиограниты Алучинского и Громадненско-Вургувеевского массивов).

Большую часть площади Олойской зоны занимают смятые в складки терригенные, вулканогенно-терригенные и вулканогенные комплексы триаса, юры и неокома. Мезозойские разрезы начинаются с отложений среднего и верхнего триаса. Доля вулканогенного материала варьирует в широких пределах как по латерали, так и в локальных разрезах. Наиболее мощные вулканогенные толщи датированы поздним триасом, ранней юрой и поздней юрой–берриасом. Состав вулканитов также весьма разнообразен – от базальтового до риолитового. Преобладают дифференцированные образования известково-щелочной серии, типичные для субдукционных обстановок.

В течение берриасового века, в интервале 144–139 млн. лет, согласно результатам U-Pb датирования [8], на территории Олойской зоны сформирован ряд интрузивов егдыгкычского комплекса, сложенных габброидами, монцодиоритами и кварцевыми сиенитами. Значительная часть этих тел образует ряд северо-западного простирания, выстраиваясь вдоль западной границы Яракваамского террейна (см. рис. 1). Предло-

жена модель формирования массивов егдыгкычского комплекса в обстановке правосдвигового смещения вдоль зоны Алучинского разлома [14]. С массивами данного комплекса парагенетически связано медно-порфировое оруденение, включая крупное месторождение Песчанка [8].

На смятые в складки толщи палеозоя и мезозоя (по валанжин включительно) с резким несогласием налегают терригенно-обломочные (в том числе угленосные) и вулканогенные породы апта–альба. Эти отложения выполняют наложенные впадины до сотен километров в поперечнике, распространённые на территории всей Олойской зоны (см. рис. 1). Мощность терригенных толщ в наиболее крупных прогибах достигает 3 км, максимальная мощность вулканитов оценивается в 2–2,5 км. Состав вулканитов варьирует от базальтового до риолитового. Высказано предположение о формировании наложенных вулканогенных впадин Олойской зоны (а также сопредельных Анюйской и Южно-Аньюйской зон) в постколлизивной обстановке [12].

В Олойской зоне широко развита гидротермальная, в том числе золото-серебряная, минерализация, связанная с позднеюрским–раннемеловым магматизмом.

К плутогенному классу гидротермальной минерализации относятся золото-серебряные проявления, сопряжённые с золото-молибден-медно-порфировыми системами Олойской зоны, которые связаны с раннемеловым егдыгкычским (~140 млн. лет) габбро-монцонит-сиенитовым и более молодыми, но также раннемеловыми мангазейским (~120 млн. лет) габбро-диорит-сиенитовым и олойским (~110 млн. лет) габбро-диорит-гранодиоритовым интрузивными комплексами.

К вулканогенной золото-серебряной формации в Олойской зоне относятся известные и новые перспективные проявления в наложенных впадинах мезозойд (Мангазейской, Кричальской, Ненканской, Нембондинской), сложенных вулканогенными риолит-базальтовым и андезит-базальтовыми комплексами.

Плутогенная золото-серебряная минерализация порфирово-эпитептермальных систем. В пределах Олойской зоны известны Au-Mo-Cu-порфировые месторождения и проявления (Песчанка, Находка, Лучик, Темный, Аскет, Ветренный, Пряжка, Сульфидный и др.), связанные с позднеюрско-раннемеловым егдыгкычским габбро-монцонит-сиенитовым и раннемеловым мангазейским габбро-диорит-сиенитовым комплексами. В обоих случаях медно-порфировое оруденение сопровождается более низкотемпературной (эпитептермальной) Au-Ag минерализацией, которая образует как самостоятельные объекты на периферии порфировых систем (Весеннее, Прямое в Баимской меднорудной зоне; Пасмурный, Дуга, Плавный в Мангазейском узле), так и присутствует непосредственно в составе меднорудных штоков (Песчанка, Малыш, Лучик, 3-й Весенний). Достаточно распространённой

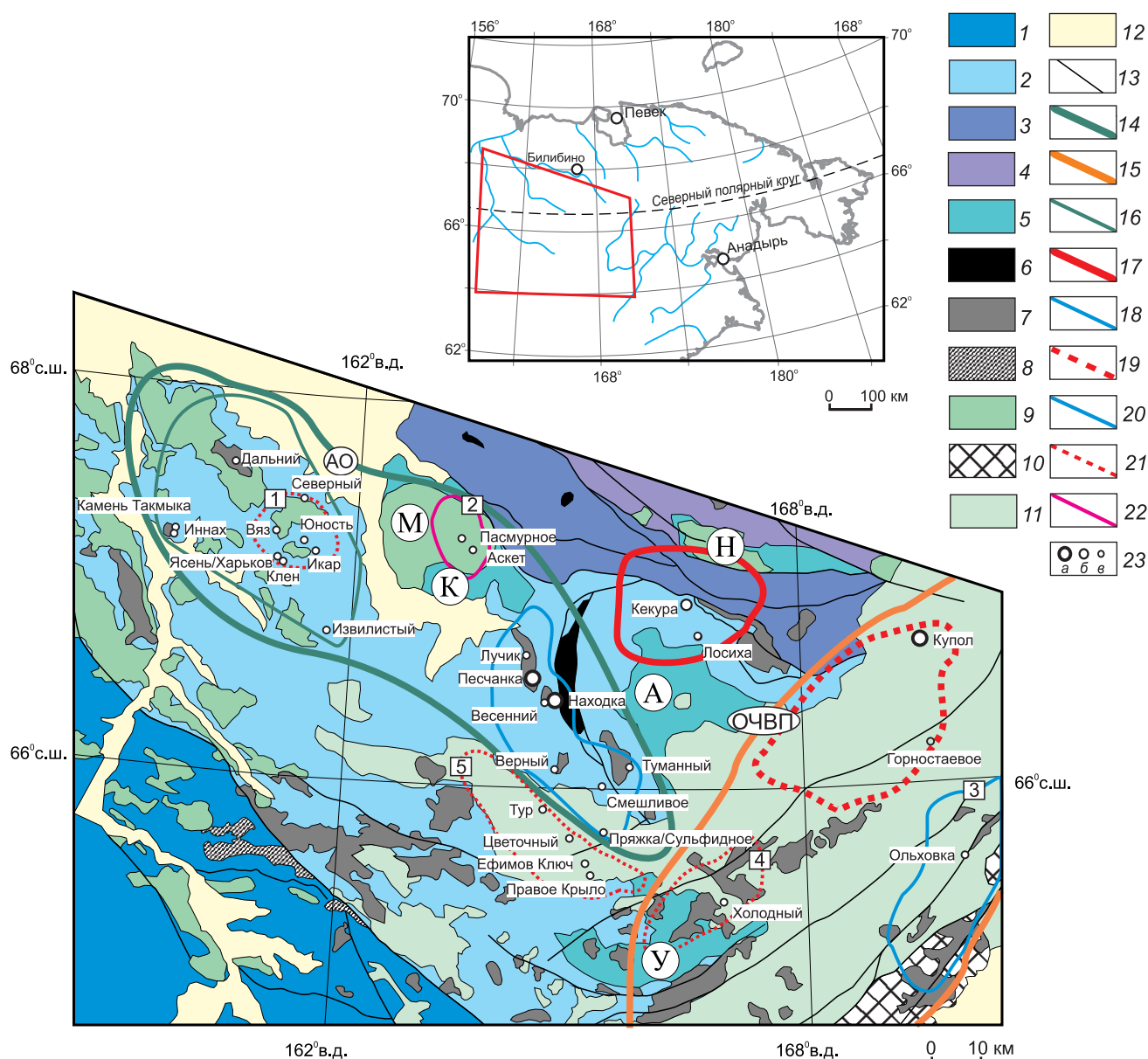


Рис. 1. Схема геологического строения и металлогенического районирования Западной Чукотки. Составлена на основе геологической карты масштаба 1:500 000 [12]:

1–4 – палеозой-мезозойские комплексы различных тектонических зон Верхояно-Чукотской складчатой системы: 1 – Березовской, 2 – Олойской, 3 – Южно-Анхойской, 4 – Анхойской и Чукотской; 5 – позднеюрско-раннемеловые осадочные комплексы наложенных впадин, продолжительно синколлизионной природы (впадины: Н – Нутесынская, К – Камешковская, А – Айнахкургенская, У – Умкувеемская); 6 – массивы альпинотипных ультрабазитов; 7 – массивы гранитоидов и (меньшей частью) габброидов; 8 – наиболее крупные тела талалахского щелочного комплекса; 9 – преимущественно вулканогенные комплексы наложенных впадин мезозой (М – Мангазейская); 10 – вулканогенные комплексы Удско-Мургальского пояса (титон-апп?); 11 – вулканогенные комплексы Охотско-Чукотского пояса (альб-сантон); 12 – четвертичные отложения; 13 – разрывные нарушения; 14–15 – рудные зоны: 14 – Алазей-Олойская медная (АО), 15 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс золото-серебряный (ОЧВП); 16–19 – рудные районы: 16 – Тополево-Хетачанский (медный с золотом), 17 – Стадухинский (золотой), 18 – Баимский (медный), 19 – Купольский (Кайемравеемский) (золото-серебряный); 20–22 – рудные узлы по типу минерализации: 20 – CuMoAu, 21 – AuAg, 22 – AuAgCu (цифры в квадратах: 1 – Верхне-Кричальский, 2 – Мангазейский, 3 – Ольховский, 4 – Гангутский, 5 – Нембондинский); 23 – ключевые крупные месторождения (а), средние месторождения (б), мелкие месторождения и рудопроявления (в); контур на врезке – район работ

является ситуация, когда золото-серебряная минерализация проявлена самостоятельно в эндо- и экзоконтактовых зонах интрузивов при отсутствии признаков медно-порфирового оруденения (проявления Туманный и Спокойный в Вукнейском узле).

В структурно-тектоническом плане порфирово-эпитермальные системы Олойской зоны приурочены или к крупным магматогенным поднятиям с многофазными батолитами, или к небольшим интрузивным телам относительно однородного состава. Проявления Au-Ag минерализации, ассоциированные с медно-порфировыми системами, представлены жильными, жильно-прожилковыми зонами, линейными и изометричными штокверками, кварц-иллит-мусковитовыми±карбонат метасоматитами с неравномерным распределением золота и серебра. В минералогическом отношении Au-Ag руды этого типа характеризуются широким разнообразием составов.

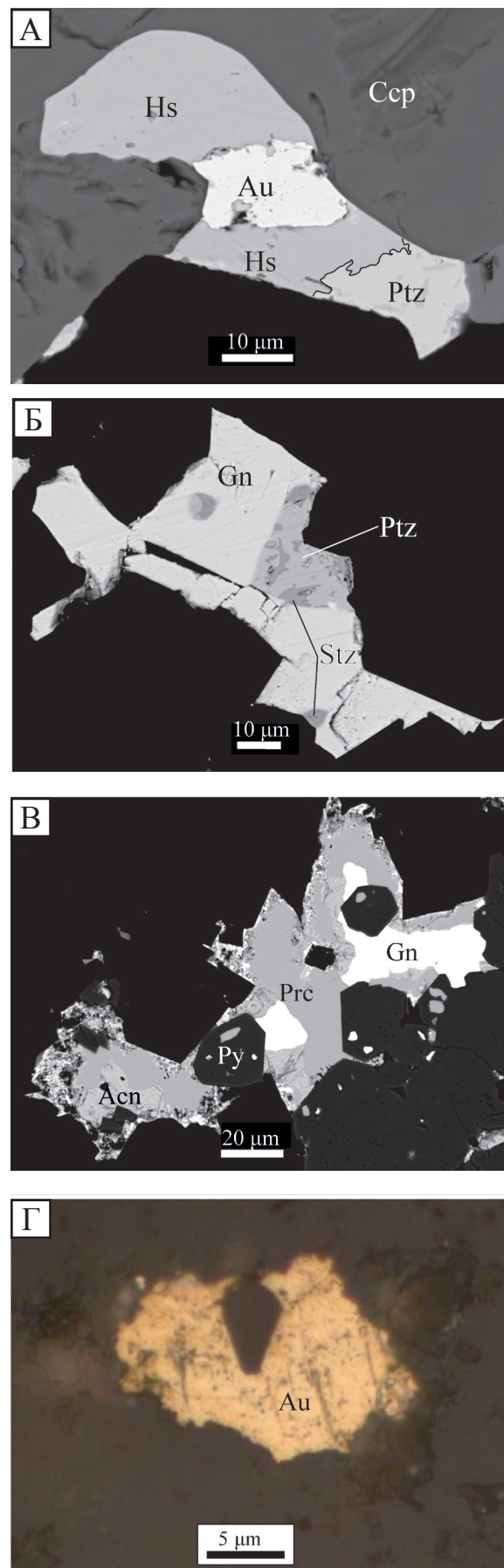
Золото-серебряная минерализация порфирово-эпитермальных систем в магматогенных поднятиях. К этому типу относится золото-серебряная минерализация, ассоциированная с медно-порфировыми месторождениями в крупных батолитоподобных интрузивах позднеюрско-раннемелового егдыгкычского габбро-монзонит-сиенитового комплекса (139–144 млн. лет). Главными представителями этого типа являются месторождения и проявления Баимской меднорудной зоны [8].

Месторождение Весеннее и проявление Прямое расположены на флангах рудного поля Находка. Они приурочены к выходам кварцевых монцодиорит-порфиров и порфировидных диоритов егдыгкычского комплекса (143–141 млн. лет) и их ближним экзоконтактам, сложенным преимущественно осадочными отложениями волжского яруса верхней юры [1]. Жильно-прожилковые руды золото-серебряного месторождения Весеннее на глубине 200 м от поверхности сопрягаются со слепым медно-порфировым штокверком.

Рудные тела с золото-серебряной минерализацией – кварц-карбонатные умеренно-сульфидные жилы мощностью 0,5–3 м и зоны прожилкования мощностью от 10 до 150 м и протяжённостью 500–1200 м, образующие большеобъёмный штокверк площадью около одного квадратного километра.

Рис. 2. Минералы благородных металлов месторождения Весеннее, Баимская рудная зона (А–В) и проявления Оленьё, Мангазейская впадина (Г):

А – агрегат гессита, самородного золота и петцита в халькопирите; Б – замещение петцита штютцитом; В – агрегат пирсеита и галенита в интерстициях между зёрнами кварца и пирита, пирсеит локально замещается акантитом; Г – зерно самородного золота; фото: А–В – в отражённых электронах, Г – в отражённом свете; Асп – акантит, Au – самородное золото, Ссп – халькопирит, Gn – галенит, Hs – гессит, Prc – пирсеит, Ptз – петцит, Py – пирит



Главными рудными минералами являются мышьяковистый пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, цинкистые блёклые руды, содержащие Ag до 4 мас.%. К второстепенным относится арсенопирит, иногда встречается киноварь. В рудах носители благородных металлов – акантит, Ag-Au сплавы (пробность 660–840), Au-Ag теллуриды, гессит, Ag-сульфосоли (пирсеит-полибазит) (рис. 2). Серебро сосредоточено главным образом в Ag-Au сплавах и гессите. Главные носители As – мышьяковистый пирит (As до 10 мас.%) и блёклые руды. Основные жильные минералы – кварц, марганцовистый доломит и родохрозит.

Содержание золота в жилах неравномерное – 1–30 г/т, серебра – 5–500 г/т, отношение Au:Ag=1:5–1:15. Жилы разобщённые, и в них заключено не более 10% запасов месторождения. При включении в контур подсчёта прожилковой части зон возможно выделение нескольких большеобъёмных рудных тел с содержаниями золота 1–3 г/т, серебра – 10–20 г/т и крупными по масштабу запасами.

Перспективное золото-серебряное проявление Туманное расположено в 30 км к югу от рудного поля Находка, в экзоконтактовой зоне Вукнейского батолито-подобного массива, относящегося [4] к егдыгкычскому комплексу (143–139 млн. лет). Проявление находится в пределах рудного поля Вукней площадью 70 км², приуроченного к интрузивным породам массива и его экзоконтактовой зоне [14].

Массив сложен интрузивными породами трёх фаз внедрения. Габброиды первой фазы образуют разнообразие по форме тела длиной до 3,5 км. Монцодиориты второй фазы слагают сложнопостроенное тело с извилистыми границами площадью 8–10 км², разбитое на блоки многочисленными тектоническими нарушениями. Кварцевые монцодиорит-порфиры и субщелочные кварцевые диориты слагают небольшие тела сложной формы с извилистыми границами. На площади проявления широко распространены дайки разного состава, относящиеся к егдыгкычскому комплексу. Вмещающими южную часть массива породами, в которых распространена золото-серебряная минерализация, являются вулканогенно-терригенные отложения прозрачинской свиты нижнего берриаса и глуховской свиты верхнего титона, представленные аргиллитами и алевролитами, которые переслаиваются с туфами дацитов и риолитов, туфоалевролитами, туфопесчаниками, туфами среднего состава.

Ведущие типы метасоматических изменений – пропилитизация и окварцевание. В структуре рудного поля выделяются изометричные и линейные зоны метасоматитов, вмещающие кварцевые жилы протяжённостью до 800 м. Жилы крутопадающие, мощностью 0,3–1,5 м, группируются в жильные зоны северо-западного и северо-восточного простирания.

В рудном поле проявлена отчётливая минералогическая зональность. В изменённых породах интрузивного массива кварцевые жилы содержат преимуще-

ственно халькопирит. В экзоконтактовой части массива, сложенной вулканотерригенными породами, в составе жил доминируют галенит, сфалерит, минералы золото-серебро-полиметаллической ассоциации, появляется арсенопирит. По мере удаления от контакта с массивом количество сульфидов в жилах снижается, здесь спорадически проявляется золото-убогосульфидная минерализация.

Руды проявления средне-крупнокристаллические массивные или кавернозные с редкими гнездами карбоната и неравномерной вкрапленностью рудных минералов. Главные рудные минералы – пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, халькопирит. К второстепенным относится высокоцинкистый теннантит-тетраэдрит; редко встречаются обогащённые Ag блёклые руды (до аргентотетраэдрита), бурнонит, имитерит. Основной формой золота является электрум (600–670) и ртутьсодержащий кюстелит, серебро сконцентрировано в полибазите, Ag-Au сплавах, акантите и гессите. Главные носители As – мышьяковистый пирит и арсенопирит. Основные жильные минералы – кварц, доломит и кальцит.

Продуктивная ассоциация золото-серебро-полиметаллических руд образована пиритом третьей генерации, галенитом, теннантитом-тетраэдритом второй генерации, бурнонитом, акантитом, имитеритом, минералами ряда пирсеит–полибазит, гесситом, сервеллитом, петцитом, Ag-Au сплавами. Содержания золота в умеренносудльфидных кварцевых жилах – 1–10 г/т, серебра – 30–1000 г/т, отношение Au:Ag=1:30–1:200.

Главным концентратором золота и серебра является электрум. Он установлен в окисленных зёрнах пирита, на их границах, а также в жильном кварце. Размер зёрен от 10 до 100 мкм. В пирите электрум развит исключительно в зонах, обогащённых As. Пробность электрума 598–693. На краю выделений электрума развивается более высокопробное самородное золото, также образующее тончайшие просечки (<1 мкм) в Ag-Au сплаве. Кроме того, в электруме выявлен поздний золото-серебряный сульфид.

Золото-убогосульфидный тип руд был выявлен в западной части рудного поля. Жилы с золото-серебряной минерализацией этого типа сложены массивным, местами кавернозным, мелко-среднекристаллическим кварцем; в отдельных образцах отмечаются небольшие полости с кристаллами кварца свободного роста. Мощность жил варьирует от одного метра до первых десятков сантиметров. В жилах присутствует неравномерная, редкая вкрапленность сульфидов, которые, как правило, почти полностью окислены, за счёт чего жилы приобретают жёлто-розовый, рыжий или коричневый оттенки. Содержания золота в кварцевых жилах – 2–100 г/т, серебра – 15–60 г/т, отношение Au:Ag=1:1–1:2.

К более перспективному типу на проявлении Туманное следует отнести золото-серебро-полиметаллический тип оруденения с большим объёмом жильной

массы и значительным размахом по гипсометрии (не менее 500 м).

Золото-серебряная минерализация порфирово-эпитермальных систем в наложенных впадинах мезозойского периода. В Олойской зоне выделяется ряд наложенных впадин, где вулканогенные толщи интродуцированы порфировыми гранитоидами, с которыми ассоциирует Au-Mo-Cu-порфировое оруденение. Наиболее изученной из них является Мангазейская впадина. Особенности её геологического строения, история развития и минерализации подробно рассмотрены в работах [7, 9, 12].

Мангазейская вулканоструктура, сформированная, по-видимому, в аптское время, наложена на более древние отложения Камешковского прогиба, выполненного осадочными отложениями берриаса-валанжина. Состав вулканитов мангазейского комплекса – известково-щелочные андезиты, базальты и их туфы. Вулканогенные толщи интродуцированы небольшими телами габбро-диорит-гранодиоритового мангазейского комплекса (117±12 млн. лет). Интрузивные тела [5] вмещают медно-порфировое оруденение штокверкового типа (проявления Аскет, Камешковская, Орловкинское). Зоны гидротермально изменённых пород распространены в основном в эндо- и экзоконтактах интрузивов.

Золото-серебряная минерализация жильно-прожилкового типа в Мангазейском рудном узле приурочена к протяжённым (до 5 км), мощным (до 1 км) зонам гидротермально изменённых пород северо-западного и северо-восточного простирания. Кварцевые и кварц-карбонатные жилы небольшой протяжённости (30–100 м), маломощные (0,3–0,5 м), содержат убогосульфидную минерализацию с крайне неравномерным распределением золота (1–160 г/т) и серебра (1–1200 г/т) при отношении Au:Ag=1:5–1:15. Зоны прожилкования мощностью от первых метров до 50 метров имеют протяжённость 100–200 м при содержаниях золота 0,5–2 г/т.

Основными рудными минералами жил и прожилков являются арсенопирит, мышьяковистый пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, высокоцинкистый теннантит-тетраэдрит. К второстепенным можно отнести буланжерит, бурнонит и марказит. Золото (см. рис. 2, Г) сосредоточено в Ag-Au сплаве (660–770), а серебро – в фрейбергите, акантите, науманните и Ag-Au сплаве. Жильные минералы – кварц, доломит, кальцит.

При сходстве золото-серебряных объектов, ассоциированных с разновозрастными медно-порфировыми месторождениями, существуют некоторые различия в минеральном составе руд и условиях их формирования.

На месторождении Весеннее и проявлении Прямое в качестве жильных минералов присутствуют родохрозит и марганцовистый доломит, в то время как в Мангазейском узле и на проявлении Туманное – кальцит и низкомарганцовистый доломит. Арсенопирит на ме-

сторождении Весеннее и проявлении Прямое распространён незначительно, а в жильно-прожилковых зонах Мангазейского узла и в меньшей степени на проявлении Туманное он один из главных рудных минералов. Ещё одним отличием является состав самородного золота. На Весеннем и Прямом присутствует как самородное золото средней пробы, так и электрум, а в рудах Мангазейского узла и проявления Туманное – только электрум. В рудах Мангазейского узла отсутствуют минералы ртути и теллуриды серебра.

Исследование флюидных включений в жильном кварце и сфалерите описываемых объектов показывает различия в физико-химических параметрах минералообразующих растворов. Так, кварц и сфалерит месторождения Весеннее и проявления Прямое кристаллизовались из гомогенных флюидов. Температура гомогенизации и солёность флюида включений в кварце и сфалерите 158–418 и 160–275°C при 0,7–49,5 и 1,2–6,3 мас.-%-экв. NaCl, соответственно. Кварц Туманного и Мангазейского узлов кристаллизовался из гетерогенного флюида. Температура гомогенизации и солёность флюида включений 210–340 и 250–440°C при 0,8–5,2 и 1,1–5,7 мас.-%-экв. NaCl, соответственно.

Несмотря на выявленные различия, все рассмотренные объекты, безусловно, относятся к плутоногенному классу золото-серебряных месторождений. Они характеризуются значительным объёмом рудной массы и, несмотря на невысокие средние содержания золота и серебра, имеют промышленные перспективы в связи с планируемым освоением крупных медно-порфировых месторождений Западной Чукотки.

Вулканогенная или плутоногенная золото-серебряная минерализация наложенных впадин мезозойского периода. Наложённые впадины мезозойского периода в Олойской зоне рассматриваются авторами как наиболее благоприятные структуры на выявление промышленных золото-серебряных месторождений как жильного (бонанцевского), так и большеобъёмного жильно-прожилкового типов, относящихся к вулканогенной формации.

Предпосылками к этому служат открытие и освоение промышленных золото-серебряных месторождений Двойное и Сентябрьское в Тытыльвеевской впадине, сформированной в аптское время в Анюйской складчатой зоне. С этим же вулканическим событием связано формирование крупных наложенных впадин в Олойской зоне – Кричальской и Нембондинской, в которых или уже известны золото-серебряные месторождения, или в последние годы выявлены новые перспективные проявления, заслуживающие более детального изучения.

В Кричальской впадине к таким объектам относятся месторождение Клен, проявления Юность, Икар, Вяз, Ива, в Нембондинской – проявления Тур, Цветочное, Ефимов Ключ, Правое Крыло.

Кричальская впадина (грабен-синклиналь) является наиболее крупной структурой в Тополево-Хетачанской

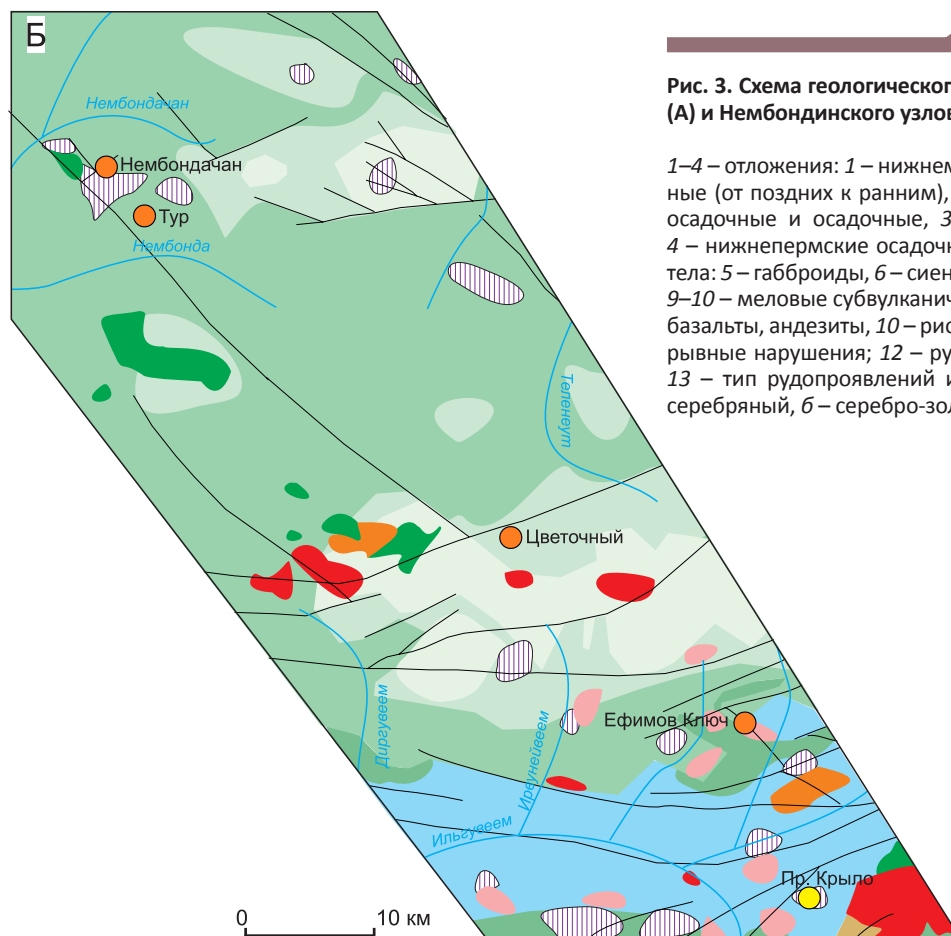
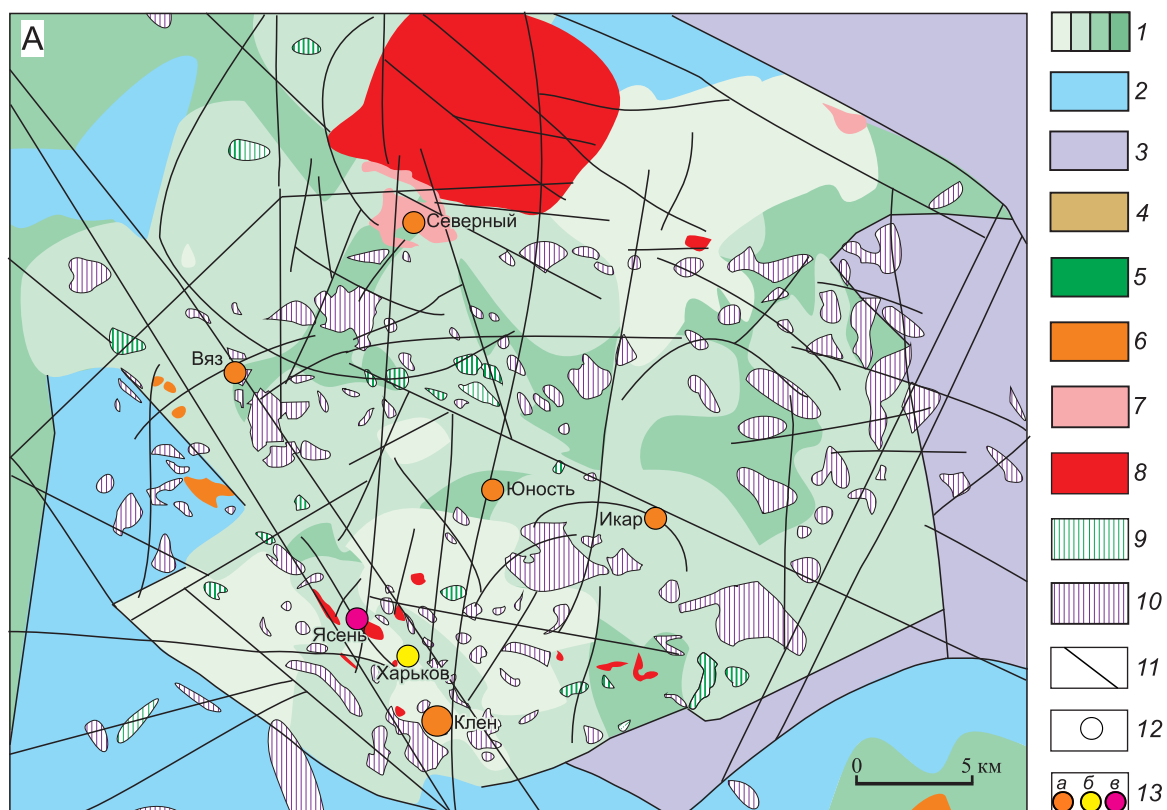


Рис. 3. Схема геологического строения Верхне-Кричал'sкого (А) и Нембондинского узлов (Б):

1–4 – отложения: 1 – нижнемеловые вулканогенные и осадочные (от поздних к ранним), 2 – верхнеюрские вулканогенно-осадочные и осадочные, 3 – верхнетриасовые осадочные, 4 – нижнепермские осадочные; 5–8 – меловые интрузивные тела: 5 – габброиды, 6 – сиениты, 7 – диориты, 8 – гранитоиды; 9–10 – меловые субвулканические тела: 9 – базальты, андезит-базальты, андезиты, 10 – риолиты, дациты; 11 – основные разрывные нарушения; 12 – рудопроявления и месторождения; 13 – тип рудопоявлений или месторождений: а – золото-серебряный, б – серебро-золотой, в – молибден-порфировый

подзоне Олойской структурно-формационной зоны. В её геологическом строении (рис. 3, А) принимают участие вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы покровных и субвулканических фаций эльгечанского базальт-андезит-дацит-риолитового, кричальского базальт-риолитового и хетачанского габбро-диорит-гранодиоритового комплексов.

Месторождение Клен локализовано в вулканогенной толще раннемелового эльгечанского базальт-андезит-дацит-риолитового комплекса, которая прорывается субвулканическими телами и дайками того же возраста и состава. Структура рудного поля определяется его приуроченностью к месту пересечения зон трещиноватости северо-восточного и северо-западного направлений, входящих в систему Эоловой зоны разломов.

Рудные тела месторождения – это кварцевые, адуляр-кварцевые и кварц-карбонатные жилы с промышленными содержаниями золота и серебра и серия более мелких жил и зон прожилкования, являющихся апофизами основных рудных тел. Протяжённость основных промышленных жил № 1 и № 2 составляет 1700–1250 м. На глубину жилы прослеживаются до 500–700 м, характеризуются крутым падением (50–80°), но продуктивны только в интервале 0–150 м. Простираются жилы близкие к субширотному (310–350°). Их мощность колеблется в пределах 0,1–10 м (средняя мощность жилы № 1 – 5,1, а жилы № 2 – 1,2 м). Среднее содержание в рудных телах (в г/т): золота – 17,4, серебра – 25,6. Количество сульфидов не превышает 1–2%. Отношение золота к серебру составляет 1:2–1:5.

Широко распространёнными рудными минералами являются пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, теннантит-тетраэдрит, реже встречаются Se-полибазит, акантит, пираргирит, фрейбергит, Ag-Au сплав (пробность 630–800), полибазит. К редким можно отнести гессит, штрмейерит, науманнит, фазы состава $\text{AuAg}_3(\text{S}, \text{Se})_4$ и Ag-Te-Se . Главным носителем As является теннантит-тетраэдрит. Золото в Ag-Au сплаве содержит небольшую примесь Hg (до 2,7 мас.%) и Bi (до 0,3 мас.%). Носителями Ag, кроме Ag-Au сплава, являются акантит, полибазит, блёклые руды (рис. 4).

В непосредственной близости к месторождению (~1 км к северу) расположено проявление Ясень, пространственно связанное с гранодиорит-порфирами раннемелового хетачанского комплекса. В кварцевых прожилках участка содержатся пирит, молибденит, халькопирит. В жильном кварце выявлены первичные включения высокотемпературных рассолов с температурой гомогенизации 450–540°C и концентрацией солей 30,8–37,0 мас.%-экв. NaCl, что обычно для объектов порфирового типа. Они ассоциируют с преимущественно газовыми включениями; давление, рассчитанное по этим двум типам включений, 42–85 МПа. Кроме того, выявлены первичные включения с существенно более низкими температурой гомо-

генизации и солёностью заключённых в них флюидов, 300–345°C и 0,9–6,7 мас.%-экв. NaCl, что близко к этим параметрам первичных включений в кварце проявления Туманное.

В пределах Кричальской грабен-синклинали работами последних лет выявлены новые (Ива, Вяз) и разведаны ранее известные проявления (Икар, Юность), связанные с базальт-риолитовым кричальским комплексом, и проявление Северный в эндо- и экзоконтактных зонах Верхне-Кричальского гранитоидного массива.

Горные породы, слагающие площадь проявлений, в основном представлены вулканитами основного и среднего состава – андезитами, базальтами и их туфами. Метасоматиты представлены двумя главными типами: кварц-серицитовые с карбонатом (Икар, Северный) и пропициты, для которых характерны эпидот и хлорит (Ива, Юность).

Руды проявлений вкрапленные, прожилково-вкрапленные и брекчиевые, изредка колломорфные. Главные рудные минералы золото-серебряных проявлений – пирит и арсенопирит, редкими и второстепенными являются халькопирит, галенит, сфалерит, блёклые руды, сульфосоли Pb. На участке Вяз в золотоносных кварцевых брекчиях установлены акантит, аргиродит, петцит и гессит. Золото представлено самородной формой от высокой 836–857 (Вяз) до средней 660–740 (Икар, Юность) пробности. Оно тонкое, его выделения наблюдаются в интерстициях между зёрнами жильных минералов, реже в сростании с блёклыми рудами или теллуридами золота и серебра (Вяз). Жильные минералы – кварц и карбонаты, по-видимому, нескольких генераций.

Содержание золота в рудах колеблется, по данным штучного опробования, от десятых долей г/т до 36 г/т, серебра – от первых г/т до 260 г/т. Отношения $\text{Au:Ag}=1:1-1:5$. По данным бурения выделяются потенциальные рудные тела со средневзвешенными содержаниями золота 2–5 г/т и мощностью 1–15 м.

Полученные данные по минералогии участков Ива, Вяз, Икар и Юность показывают, что в целом формирование руд начинается с образования пирита, за которым следует отложение арсенопирита. Далее кристаллизуются халькопирит, галенит, блёклые руды, сульфосоли свинца и самородное золото.

В отличие от рассмотренных выше объектов Кричальской вулканоструктуры, локализованных в вулканитах кричальского и эльгечанского комплексов, проявление Северный приурочено к эндо- и экзоконтактам гранодиоритового Верхне-Кричальского массива. Руды проявления относятся к малосульфидному жильно-прожилковому типу. Сульфиды образуют мелкую вкрапленность, гнезда в нерудной массе. Рудные гипогенные минералы представлены самородным золотом, блёклыми рудами, халькопиритом, борнитом, галенитом, пиритом, минералами серебра –

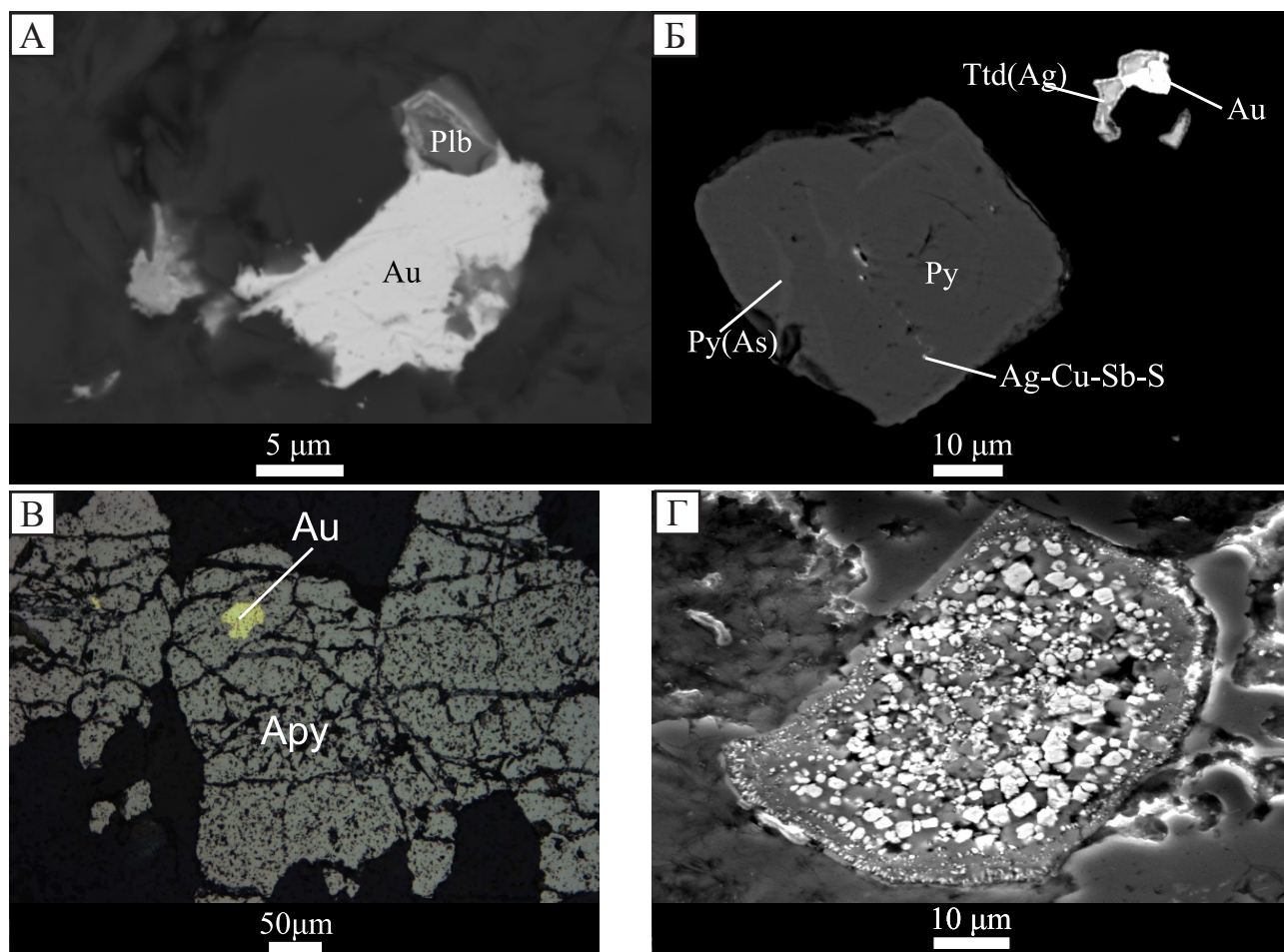


Рис. 4. Минералы благородных металлов проявлений Кричальской впадины:

А – сростание самородного золота и полибазита, месторождение Клен; Б – сростание самородного золота в серебросодержащем тетраэдрите, месторождение Клен; В – росток самородного золота в арсенопирите, проявление Икар; Г – зональное обособление, сложенное самородным золотом, микрокристаллами пирита и акантитом, проявление Вяз; фото: А, Б, Г – в отражённых электронах, В – в отражённом свете; Ару – арсенопирит, Ау – самородное золото, Плб – полибазит, Ру – пирит, Ру(As) – мышьяк содержащий пирит, Тtd(Ag) – серебросодержащий тетраэдрит

акантитом, пирсеитом и сульфотеллуридом состава Ag_6TeS_2 . Гипергенные минералы – халькозин, оксиды и гидроксиды железа.

Выделения самородного золота присутствуют преимущественно среди нерудных минералов – на контакте разных сред, в интерстициях между зёрнами кварца, редко образует сростания с другими минералами. Пробность золота варьирует от 666 до 767. Наименьшей пробностью характеризуется золото в сростании с блёклой рудой и теллуридом серебра.

Вероятная последовательность минералообразования: пирит → галенит → халькопирит → блёклая руда (висмутсодержащая блёклая руда → теннантит → тетраэдрит) → самородное золото + минералы серебра. Минералы серебра кристаллизовались близко одновременно с золотом, возможно, несколько позже золота.

В табл. 1 приведены результаты микрометрических исследований первичных флюидных включений в кварце жил и прожилков золото-серебряных месторождений и проявлений Верхне-Кричальского узла.

Жильный кварц месторождения Клен кристаллизовался в три стадии из гомогенных растворов при снижении температуры от 390° до 170°C , но при небольшом увеличении солёности флюидов от 0,2 до 5,6 мас. %-экв. NaCl. При близких параметрах флюидов откладывался кварц проявления Икар. Растворы, ответственные за формирование этого кварца, были, как и в первых двух случаях, гомогенными. Интервалы температур гомогенизации и солёности в значительной степени перекрываются с аналогичными интервалами для включений в кварце месторождения Клен. Кварц проявления Юность формировался

1. Результаты микротермометрических исследований первичных индивидуальных флюидных включений в кварце золото-серебряных месторождений и рудопоявлений Кричальской грабен-синклинали

Рудопоявление	Генерация кварца	Температура гомогенизации, °C	Концентрация солей, мас. %-экв. NaCl	Плотность, г/см ³	Давление, МПа
Клен	I	310–390	0,2–1,9	0,48–0,69	
	II	260	3,6	0,82	
	III	170–200	1,1–5,6	0,89–0,91	
Икар		230–370	2,2–3,2	0,57–0,85	
Вяз		210–285	0,4–0,5	0,73–0,86	
Юность		125–210	2,4–2,7	0,87–0,96	
Северный*		260–365	0,3–5,5	0,56–0,80	19–29

Примечание. * – включения, захваченные из гетерогенного флюида.

при температуре и солёности флюида, близким к таковым для третьей генерации кварца на месторождении Клен. Особняком стоит проявление Северное, где кварц был образован при участии гетерогенного флюида, параметры которого близки флюидам второго типа первичных в кварце проявления Ясень.

Полученные данные свидетельствуют о том, что минеральный состав руд золото-серебряного месторождения Клен наиболее схож с составом руд крупного месторождения Купол, расположенного в пределах Охотско-Чукотского вулканического пояса. Однако, в отличие от него, на месторождении Клен не были обнаружены арсенопирит и антимонит.

Основными особенностями минерального состава руд месторождения Клен от других золото-серебряных объектов Кричальской впадины являются обилие полибазита, в том числе селеносодержащего, наличие пираргирита и отсутствие арсенопирита.

Исходя из результатов исследований, вопрос о рудно-формационной принадлежности золото-серебряных проявлений Кричальской впадины является дискуссионным.

Текстурно-структурные особенности, геологические условия локализации и физико-химические условия рудообразования позволяют с высокой вероятностью отнести проявление Северное к плутогенному золото-серебряному типу (локализовано в экзо- и эндо-контакте гранитоидного интрузива, рудообразование происходило при средних температурах и давлениях из гетерогенного флюида). По этим параметрам месторождение Клен относится к золото-серебряной вулканогенной формации (сходство состава руд с рудами месторождения Купол, низкие температуры рудоотложения из гомогенного флюида, локализация в самой верхней части разреза вулканогенной толщи – в поро-

дах эльгечанского риолит-дацит-андезит-базальтового комплекса). Все остальные проявления Кричальской впадины имеют промежуточные характеристики. Они локализованы в породах кричальского андезит-базальтового комплекса, тяготеют к субвулканическим телам андезитового состава. Но минеральный состав руд и их структурно-текстурные особенности ближе к таковым рудопоявления Северное.

Вулканогенная золото-серебряная минерализация наложенных впадин мезозой. Нембондинская наложенная впадина (прогиб) рассматривается в большинстве геологических построений как ответвление ОЧВП [2, 6], протягивающееся на расстояние в 200 км при ширине 60 км вглубь складчатых структур Олойской зоны. В её разрезе преобладают континентальные вулканогенные образования (лавы и туфы базальтов, андезитов, в подчинённом количестве – дацитов и риолитов), ранее относившиеся к саламихинской, дигрувеевской свитам и вилковской толще альба [11].

Результаты U-Pb датирования цирконов [5] показали, что значительная часть данной структуры сформирована в доальбское время и включает толщи от позднеюрских (не моложе 148 млн. лет) до аптских (123–119 млн. лет). Для верхних частей разреза Нембондинского прогиба получены изотопные даты, соответствующие сеноманскому веку ($95,8 \pm 0,5$ млн. лет), а для небольших интрузивов воронцовского комплекса, сложенных породами субщелочного ряда, – кампанскому веку ($80,55 \pm 0,96$ млн. лет). Новые данные геохронологии дают основания для исключения значительной части этой структуры из состава ОЧВП и указывают на её полихронное формирование.

Металлогению этой территории следует рассматривать с позиций её разновозрастности с вышеописанными наложенными впадинами Олойской зоны.

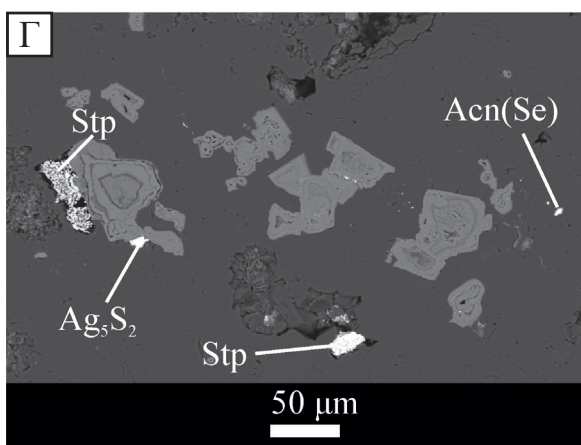
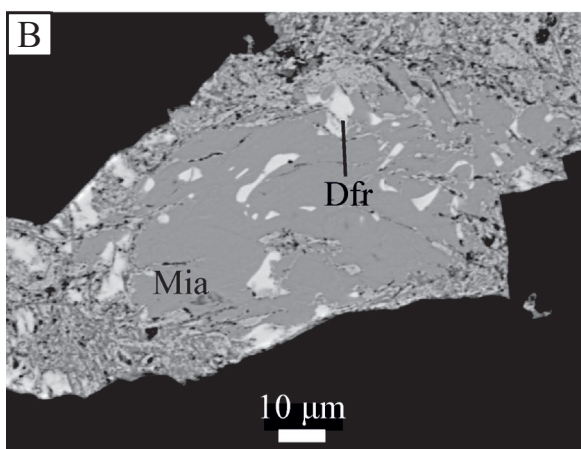
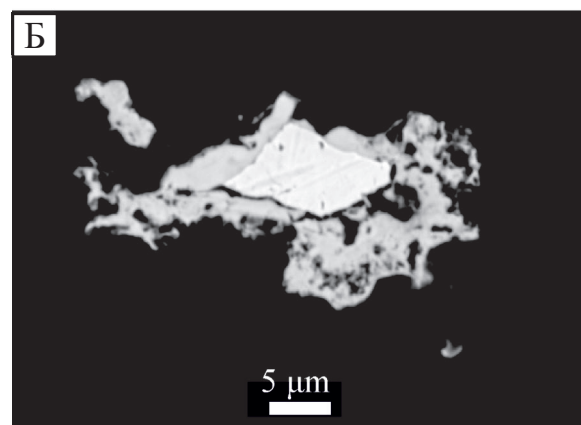
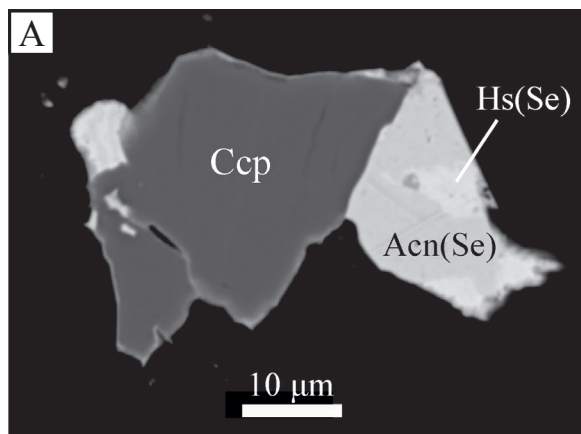


Рис. 5. Минералы благородных металлов проявлений Нембондинской впадины:

А – селенистый акантит, нарастающий на халькопирит и, по всей видимости, замещающий селеносодержащий гессит, проявление Нембондачан; Б – Ag-Au сплав с пробностью 589 обрастает Ag-Au сплавом с пробностью 468, проявление Тур; В – реликты диафорита в миаргирите, проявление Ефимов Ключ; Г – агрегат пирита (превращён в лимонит), стефанита и фазы состава Ag_5S_2 , содержащей Au, также наблюдаются зёрна селеносодержащего акантита, проявление Правое Крыло; фото в отражённых электронах; Acn(Se) – селеносодержащий акантит, Ccp – халькопирит, Dfr – диафорит, Hs(Se) – селеносодержащий гессит, Mia – миаргирит, Stp – стефанит

Недавно завершившимися работами на площади Нембондинского прогиба выявлены новые перспективные проявления золото-серебряной минерализации.

На участках Тур и Нембондачан (см. рис. 3, Б) в вулканитах саламихинской свиты развиты кварц-серицитовые, хлорит-серицит-кальцит-кварцевые и калишпат-альбит-кальцит-кварцевые метасоматиты, вмещающие жильные и жильно-прожилковые зоны. Рудные тела – жилы с различной текстурой, структурой и минеральным составом: мелкозернистые хлорит-гематит-кварцевые, мелко-среднезернистые кварцевые с кокардовой или брекчиевой текстурой, мелко-среднезернистые кавернозные кварцевые, мелкозернистые кварцевые с вкрапленностью сульфидов и гнездами карбоната, мелкозернистые с серым кварцем с тонкой вкрапленностью пирита. Кроме того, рудные минералы образуют мелкую вкрапленность и прожилки в метасоматитах.

Наиболее распространённым является умеренно-сульфидный золото-серебро-полиметаллический тип руд с невысокими содержаниями золота (1–19 г/т) и серебра (10–124 г/т) при отношениях Au:Ag=1:10–1:30 и более. Менее распространены (проявление Тур) убогосульфидные руды с содержаниями золота в жилах и прожилках 5–30 и серебра – 5–15 г/т при отношениях Au:Ag=1:1–2:1.

Рудные минералы в жилах и метасоматитах проявления Нембондачан представлены пиритом, гематитом, халькопиритом, иногда с примесью Ni, сфалеритом, галенитом, мелкими выделениями теллуридов Bi и гессита с примесью Se, акантитом (скорее всего гипергенным), единичными зёрнами фазы состава Ag-As-Se-S. В жилах проявления Тур развиты пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, теннантит, мелкие выделения Pb-Sb и Pb-As сульфосолей, редкие борнит и самородное золото (рис. 5). Интересной особенностью борнита является высокое содержание Ag (9–11 мас.%). Самородное золото обнаружено только в убогосульфидных рудах проявления Тур, где оно выполняет интерстиции между зёрнами пирита и трещины в них, образует вставки в пирите. Пробность золота варьирует от 589 до 803. Иногда зёрна самородного золота обрастают Au-Ag сплавом с пробностью 470.

В юго-восточной части Нембондинской впадины выявлены новые перспективные проявления золото-серебряной минерализации в вулканитах дигрувеевской (Цветочное), саламихинской (Ефимов Ключ) свит и в верхнеюрских вулканогенно-осадочных отложениях (Правое Крыло). На проявлениях вероятно связь золото-серебряного оруденения с небольшими субвулканическими телами. Потенциальные рудные тела проявлений – кварц-адуляровые и кварц-карбонатные жилы. Руды убогосульфидные.

На проявлении Цветочное в кварц-адуляровых жилах присутствует пирит, мышьяковистый пирит, науманнит. По данным штучного опробования, содержания (в г/т): золота 1–4, серебра 15–1800, селена >200, Au:Ag=1:10–1:400.

На проявлении Ефимов Ключ кварц-адуляровые жилы содержат пирит, марказит, арсенопирит (Sb до 2 мас.%), галенит, акантит, сульфоантимониты Ag (миаргирит) и Ag-Pb (диафорит). В жилах содержания золота 2–11 и серебра 20–100 г/т, Au:Ag=1:2–1:50.

На проявлении Правое Крыло в образцах из мелкозернистых карбонат-кварцевых жил содержания золота 0,7–1,3 и серебра 10–220 г/т, Au:Ag=1:20–1:100. В пробах золото-серебряных руд установлено высокое содержание марганца. Рудные минералы – пирит, галенит, акантит, сульфоантимонит Ag (стефанит), самородное серебро.

В жильном кварце проявлений Нембондинской впадины фиксируются первичные, псевдотворичные и вторичные газовой-жидкие включения с преобладанием жидкости и разной температурой гомогенизации: 1) первичные включения с $T_{\text{гом}}$ 370°–290°С и сингенетичные (?) им газовые включения в цен-

тральных частях кристаллов, 2) первичные газовой-жидкие включения с $T_{\text{гом}}$ 310°–270°С в краевых частях кристаллов кварца, 3) псевдотворичные включения с $T_{\text{гом}}$ 300°–240°С, 4) и вторичные включения с $T_{\text{гом}}$ 220°–130°С.

Высокотемпературные включения ($T_{\text{гом}}$ 370°–290°С) обнаружены в кварце жил и прожилков, содержащих халькопирит и борнит или халькопирит и гематит (проявления Тур и Нембондачан). Можно предположить, что борнит и халькопирит кристаллизовались при участии высокотемпературного раствора. На проявлении Ефимов Ключ в прожилках кварца с такими включениями минералы меди не обнаружены.

Псевдотворичные включения (300°–240°С) обнаружены в этих же образцах кварца проявлений Тур и Нембондачан, и их температуры гомогенизации близки к таковым в краевых частях кристаллов. Образцы также содержат сульфиды полиметаллов и блёклые руды. Нельзя исключить, что эти минералы осаждались из флюидов, захваченных в псевдотворичных включениях. На проявлении Ефимов Ключ псевдотворичные включения гомогенизируют в этом же диапазоне температур, и возможно, что здесь происходит отложение арсенопирита. Самородное золото различной пробыности, сульфиды и сульфосоли серебра, вероятно, кристаллизовались при участии низкотемпературных флюидов, обнаруженных во вторичных включениях.

В таблице 2 приведены результаты микрометрических исследований первичных флюидных включений в кварце жил и прожилков проявлений Нембондинской впадины. В целом температуры гомогенизации и солёность флюидов во включениях близки к таковым для

2. Результаты микрометрических исследований индивидуальных флюидных включений в кварце рудопроявлений Нембондинской впадины

Рудопроявление	Температура гомогенизации, °С	Концентрация солей, мас. %-экв. NaCl	Плотность, г/см ³	Давление, МПа
Тур	270–355П*	0,8–5,3	0,58–0,77	7–16,5
	250–240ПВ	0,5–4,9	0,80–0,84	
	200–220В	0,8–2,1	0,85–0,88	
Нембондачан	320–350П*	0,8–4,9	0,62–0,71	11–16
	230–280ПВ	1,2–4,9	0,77–0,83	
	130–210В	1,8–2,6	0,92–0,95	
Ефимов Ключ	340–365П*	3,0–4,9	0,63–0,67	18
	300–330ПВ	3,1–5,0	0,67–0,76	
	260–270В	4,4–4,7	0,81–0,83	

Примечание. П – первичные; ПВ – псевдотворичные; В – вторичные; * – включения, захваченные из гетерогенного флюида.

кварца Верхне-Кричальского узла. Можно лишь отметить, что ранние минералообразующие флюиды были гетерогенизированы.

Результаты исследований свидетельствуют об отличиях в минеральном и химическом составах руд проявлений Правое Крыло, Ефимов Ключ и Цветочное как от руд других проявлений Нембондинской впадины, так и проявлений в иных впадинах Олойской зоны. Прежде всего, эти отличия проявляются в развитии обильной марганцевой минерализации, низкотемпературных Ag и Pb-Ag сульфосолей (миаргирит, стефанит, диафорит) и науманнита, которые указывают на вулканогенный характер проявлений. В них отсутствует связь с телами интрузивных магматических пород, и велика роль серебряной минерализации.

В заключение следует отметить, что за последние несколько лет получены новые данные, позволяющие заново оценить перспективы Олойской металлогенической зоны на золото-серебряное оруденение. Наиболее продуктивными в этом отношении являются крупнейшие наложенные мезозойские впадины Олойской зоны: Верхне-Кричальская (месторождение Клен и другие) и Нембондинская (недавно завершившимися работами выявлен ряд новых перспективных проявлений).

В пределах Олойской зоны установлены три типа золото-серебряной минерализации: 1) плутоногенный, связанный с порфирово-эпитемальными системами, 2) вулканогенный, сопряжённый с вулканоструктурами в наложенных впадинах мезозойского, 3) плутоногенный или вулканогенный, также развитый в наложенных впадинах, но демонстрирующий признаки как вулканогенной, так и плутоногенной минерализации.

К первым относятся месторождения и проявления Баимской медно-рудной зоны и Мангазейской впадины. Ко вторым – проявления Нембондинской впадины, для которых намечается тренд увеличения роли серебряной минерализации в юго-восточном направлении. К третьим принадлежат месторождение Клен и эпитеральные проявления Кричальской впадины.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, грант 19-17-00200.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакшеев И.А., Николаев Ю.Н., Прокофьев В.Ю. и др. Золото-молибден-медно-порфирово-эпитеральная система Баимской рудной зоны, Западная Чукотка // Металлогения древних и современных океанов 2014: мат-лы 20-й науч. молодежной школы. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. – С. 108–112.
2. Белый В.Ф. Стратиграфия и структуры Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. – М.: Наука, 1977. – 190 с.
3. Кара Т.В. Новые данные о возрасте магматических комплексов Алазейско-Олойской складчатой системы (Западная Чукотка) // Тихоокеанская геология. – 2018. – Т. 37, № 6. – С. 107–115.
4. Кара Т.В., Тихомиров П.Л., Демин А.Д. Новые сведения о возрасте магматических событий в Олойской складчатой зоне, Западная Чукотка (по результатам U-Pb датирования цирконов) // Доклады РАН. Сер. геол. – 2019. – Т. 489, № 2. – С. 161–165.
5. Комарова Я.С., Костицын Ю.А., Николаев Ю.Н. Rb-Sr возраст диорит-порфира Аскет из Мангазейского интрузивного комплекса, Центральная Чукотка: тезисы докл. IX Международной школы наук о Земле им. Л.Л.Перчука. – Одесса: ОНУ им. И.И.Мечникова, 2013. – С. 79–83.
6. Кузнецов В.М. Разнопорядковые структуры позднемезозойской тектономагматической активизации в Верхояно-Чукотской складчатой области // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2006. – № 2. – С. 2–12.
7. Мигачёв И.Ф., Звездов В.С., Минина О.В. Научно-методические основы прогноза и поисков медно-порфировых месторождений и перспективы их обнаружения на территории России // Отечественная геология. – 2016. – № 2. – С. 12–22.
8. Николаев Ю.Н., Бакшеев И.А., Прокофьев В.Ю. и др. Au-Ag минерализация порфирово-эпитермальных систем Баимской зоны (Западная Чукотка, Россия) // Геология рудных месторождений. – 2016. – Т. 58, № 4. – С. 319–345.
9. Николаев Ю.Н., Сидорина Ю.Н., Калько И.А. и др. Геохимические поля порфирово-эпитермальных систем, их интерпретация и оценка на основе современных геологических и генетических представлений // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 8. – С. 45–50.
10. Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойского Северо-Востока Азии. – Новосибирск: Наука, 1984. – 192 с.
11. Решения третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002). – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 267 с.
12. Тихомиров П.Л., Прокофьев В.Ю., Калько И.А. и др. Постколлизийный магматизм Западной Чукотки и раннемеловая тектоническая перестройка Северо-Востока Азии // Геотектоника. – 2017. – № 2. – С. 32–54.
13. Читалин А.Ф., Николаев Ю.Н., Бакшеев И.А. и др. Порфирово-эпитеральные системы Баимской рудной зоны, Западная Чукотка // Смирновский сборник. – М.: Макс-Пресс, 2016. – С. 82–115.
14. Baksheev I.A., Vlasov E.A., Nikolaev Yu.N. et al. Mineralogy of the Tumanny Au-Ag-Te-Hg epithermal veins, Western Chukchi Peninsula, Russia // Ore Geology Reviews. – 2018. – Vol. 101. – P. 293–311.
15. Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H. et al. Phanerozoic tectonic evolution of the Circum-North Pacific // US Geological Survey Professional paper. 2001. – Vol. 1626. – 122 p.

REFERENCES

1. *Baksheev I.A., Nikolaev Yu.N., Prokof'ev V.Yu. et al.* Zoloto-molibden-medno-porfirovo-epitermal'naya sistema Baimskoi rudnoi zony, Zapadnaya Chukotka. Metallogeniya drevnikh i sovremennykh okeanov 2014: mat-ly 20-i nauch. mol. Shkoly [Gold-molybdenum-copper-porphyry-epithermal system of the Baim ore zone, Western Chukotka. Metallogeny of ancient and modern oceans 2014: materials of the 20th scientific youth school], Miass, IMin UrO RAN Publ., 2014, p. 108–112.
2. *Belyi V.F.* Stratigrafiya i struktury Okhotsko-Chukotskogo vulkanogenogo poyasa [Stratigraphy and structures of the Okhotsk-Chukotka volcanic belt], Moscow, Nauka Publ., 1977, 190 p.
3. *Kara T.V.* Novye dannye o vozraste magmaticheskikh kompleksov Alazeisko-Oloiskoi skladchatoi sistemy (Zapadnaya Chukotka). Tikhookeanskaya geologiya [New data on the age of magmatic complexes of the Alazei-Oloi folded system (Western Chukotka). Pacific Geology], 2018, Vol. 37, no. 6, p. 107–115.
4. *Kara T.V., Tikhomirov P.L., Demin A.D.* Novye svedeniya o vozraste magmaticheskikh sobytii v Oloiskoi skladchatoi zone, Zapadnaya Chukotka (po rezul'tatam U-Pb datirovaniya tsirkonov). Doklady RAN. Ser. geol. [New data on the age of magmatic events in the Oloi fold zone, Western Chukotka (based on U-Pb Dating of zircons). Reports of the RAS. Ser. GEOL.], 2019, Vol. 489, no. 2, p. 161–165.
5. *Komarova Ya.S., Kostitsyn Yu.A., Nikolaev Yu.N.* Rb-Sr vozrast diorit-porfira Asket iz Mangazeiskogo intruzivnogo kompleksa, Tsentral'naya Chukotka: tezisy dokl. IX Mezhdunarodnoi shkoly nauk o Zemle im. L.L.Perchuka [Rb-Sr age of diorite-porphyry Ascetic from the mangazei Intrusive complex, Central Chukotka: theses of docl. IX International school of Earth Sciences L.L. Perchuk], Odessa, ONU im. I.I.Mechnikova Publ., 2013, p. 79–83.
6. *Kuznetsov V.M.* Raznoporyadkovye struktury pozdnemezoiskoi tektonomagmaticheskoi aktivizatsii v Verkhoyano-Chukotskoi skladchatoi oblasti [Different-order structures of the late Mesozoic tectonomagmatic activation in the verkhoyano-Chukotka folded region], Vestnik SVNTs DVO RAN, 2006, no. 2, p. 2–12.
7. *Migachev I.F., Zvezdov V.S., Minina O.V.* Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza i poiskov medno-porfirovykh mestorozhdenii i perspektivy ikh obnaruzheniya na terri-
8. *Nikolaev Yu.N., Baksheev I.A., Prokof'ev V.Yu., et al.* Au-Ag mineralizatsiya porfirovo-epitermal'nykh sistem Baimskoi zony (Zapadnaya Chukotka, Rossiya) [Au-Ag mineralization of porphyry-epithermal systems of the Baim zone (Western Chukotka, Russia)], Geologiya rudnykh mestorozhdenii, 2016, Vol. 58, no. 4, p. 319–345.
9. *Nikolaev Yu.N., Sidorina Yu.N., Kal'ko I.A., et al.* Geokhimicheskie polya porfirovo-epitermal'nykh sistem, ikh interpretatsiya i otsenka na osnove sovremennykh geologicheskikh i geneticheskikh predstavlenii [Geochemical fields of porphyry-epithermal systems, their interpretation and evaluation based on modern geological and genetic concepts], Razvedka i okhrana nedr, Moscow, Nedra Publ., 2013, no. 8, p. 45–50.
10. *Parfenov L.M.* Kontinental'nye okrainy i ostrovnnye dugi mezozoid Severo-Vostoka Azii [Continental margins and island arcs of the Mesozoic of northeast Asia], Novosibirsk, Nauka Publ., 1984, 192 p.
11. *Resheniya Tret'ego Mezhdedomstvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po dokembriyu, paleozoyu i mezozoyu Severo-Vostoka Rossii (Sankt-Petersburg, 2002)* [Decisions of the Third Interdepartmental regional stratigraphic meeting on the Precambrian, Paleozoic and Mesozoic of the North-East of Russia (Saint Petersburg, 2002)], Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 2009, 267 p.
12. *Tikhomirov P. L., Prokof'ev V. Yu., Kal'ko I. A., et al.* Postkollizionnyi magmatizm Zapadnoi Chukotki i rannemelovaya tektonicheskaya perestroika Severo-Vostoka Azii [Post-collisional magmatism of Western Chukotka and early Cretaceous tectonic rearrangement of northeast Asia], Geotektonika, 2017, no. 2, p. 32–54.
13. *Chitalin A.F., Nikolaev Yu.N., Baksheev I.A., et al.* Porfirovo-epitermal'nye sistemy Baimskoi rudnoi zony, Zapadnaya Chukotka [Porphyry-epithermal systems of the Baim ore zone, Western Chukotka], Smirnovskii sbornik, Moscow, Maks-Press Publ., 2016, p. 82–115.
14. *Baksheev I. A., Vlasov E. A., Nikolaev Yu. N. et al.* Mineralogy of the Tumanny Au-Ag-Te-Hg epithermal veins, Western Chukchi Peninsula, Russia. Ore Geology Reviews, 2018, Vol. 101, p. 293–311.
15. *Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H. et al.* Phanerozoic tectonic evolution of the Circum-North Pacific. US Geological Survey Professional paper, 2001, Vol. 1626, 122 p.

Роль пустот в образовании кристаллов на месторождении благородной шпинели Кухи-Лал, Юго-Западный Памир

А.К.ЛИТВИНЕНКО, Е.И.РОМАНОВА (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ–РГГРУ); 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23)

Месторождение благородной шпинели Кухи-Лал образовалось в процессе регионального метаморфизма гранулитовой и амфиболитовой фаций в докембрии и эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой в кайнозой. Во всех составляющих его минеральных ассоциациях установлено развитие пустот, которые по форме подразделяются на две группы: 1) щелевидной формы, длиной до десятков сантиметров и степенью раскрытия до 10 см; 2) изометричной формы, с выполнением, объёмом до 8 см³, с новообразованными минералами (хлоритом, доломитом, арагонитом), растущими от стенок. Образование пустот связано с регрессивной стадией второго цикла метаморфизма (при T от 700° до 660°C и P от 800 до 350 МПа). Образование пустот рассматривается как одна из стадий развития месторождения Кухи-Лал.

Ключевые слова: Кухи-Лал, Нуристан-Памирский срединный массив, пустоты, магнезиально-скарновая формация, благородная шпинель, форстерит, клиногумит, флогопит, тальк, магнезит, доломит, арагонит, брусит, хлорит, термодинамические условия.

Литвиненко Андрей Кимович
доктор геолого-минералогических наук



akl1954@yandex.ru

Романова Екатерина Ивановна

romanovaei@mgri.ru

The role of cavities in crystal formation at Kukhi-Lal noble spinel deposit, southwestern Pamir

A.K.LITVINENKO, E.I.ROMANOVA (Federal State Budgetary Higher Education Institution S.Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University (MGRI–RGGRU))

Kukhi-Lal noble spinel deposit formed during regional metamorphism of granulite and amphibolite facies in the Precambrian and epidote-amphibolite in the Cenozoic. In all of its constituent mineral associations, cavities are developed, which are divided into two groups: the 1st group has slit-like shape, its length is tens cm and the degree of disclosure is up to 10 cm; 2nd group has isometric shapes, its performance is up to 8 cm³, and newly formed minerals (chlorite, dolomite, aragonite), growing from the walls. The cavities formation is related to the regressive stage of the 2nd metamorphism cycle (temperature ranges are 700° to 660°C, and pressure ranges are 800 to 350 MPa). The cavities formation is regarded as the Kukhi-Lal deposit development stage.

Key words: Kukhi-Lal, Nuristan-Pamir median massif, the cavities, magnesian-skarn formation, noble spinel, forsterite, clinohumite, phlogopite, talc, magnesite, dolomite, aragonite, brucite, chlorite, thermodynamic conditions.

Общие сведения о месторождении и постановка исследовательской задачи. Месторождение Кухи-Лал локализовано в верхней части разреза горанской метаморфической серии (AR₂), расположенной в юго-западной части Юго-Западного Памира – фрагменте Нуристан-Памирского срединного массива (AR₂–PR₁)

в составе Афгано-Южнопамирской киммерийской горно-складчатой области [8].

Месторождение Кухи-Лал специализировано на драгоценные камни: благородную шпинель, клиногумит, форстерит и высокомагнезиальное нерудное сырьё. Оно сформировалось в течение трёх метаморфических

циклов: двух – в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций регионального метаморфизма, состоявшихся в докембрии, и третьего – в условиях эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фации, в кайнозое [9]. В результате образовались маложелезистые минералы магнезиальных скарнов: шпинель, форстерит, энстатит, флогопит и др. [7]. Вещественную основу месторождения составляют магнезиально-скарновая формация [5], а также тальковые, гранитные и жедрит-кварц-кианит-графитовые породы с кордиеритом и сапфирином. Они расположены внутри магнезитовых мраморов мощностью 0,5 и протяжённостью 1,2 км [3, 5], контактирующих с силлиманитовыми гнейсами. Геологами экспедиции «Памир-кварц-самоцветы» околонушено тело, названное Главной зоной магнезиальных скарнов, длиной около одного километра и мощностью до 85 м [3] и разделённое на три участка (№ 2, 3, 5, рис. 1). Небольшие залежи магнезиальных скарнов с ювелирной шпинелью сконцентрированы вблизи северо-западного контакта с гнейсами и кристаллическими сланцами (участки 1 и 7), в центральной части магнезитовых мраморов (участок 6) и на юге, в магнезитовой линзе, 280×50 м, внутри гнейсов (участок 4).

Докембрийские метаморфические процессы с термодинамическими условиями T 700°–900 °С и P 800–1100 МПа [1, 2] создали плотные горные породы без пустых пространств.

Исследованиями авторов статьи было установлено широкое развитие пустот и образование в них и по их стенкам кристаллов различных минералов. Выявление закономерностей образования кристаллов с чётко выраженными элементами (границы, рёбра, вершины, среди высокобарических минеральных ассоциаций месторождения Кухи-Лал) является главным объектом представленного исследования.

Материалы и методы исследования. Образцы для исследования были отобраны из штольни и отвалов на участке № 5 (см. рис. 1) во время полевых работ в 2012–2015 гг. Штуфы с пустотами просмотрены под биноклем, замерены размеры пустот и кристаллов. Диагностика минералов выполнена авторами с помощью петрографического микроскопа в шлифах, рентгенофазовым анализом во МГРИ-РГГРУ им. С. Орджоникидзе (аналитик А. В. Фёдоров) и на микрозонде в ГЕОХИ АН (аналитик Н. Н. Кононкова).

Характеристика пустот и их расположение. Пустоты наблюдались во всех минеральных ассоциациях магнезиальных скарнов: в шпинелевых, форстеритовых, клиногумитовых, флогопитовых, пиритовых и тальковых агрегатах. Пустоты представлены двумя группами.

Пустоты *первой группы* имеют щелевидную форму со степенью зияния (раскрытия) до одного сантиметра (обычно 1–2 мм), длиной до десятков сантиметров.

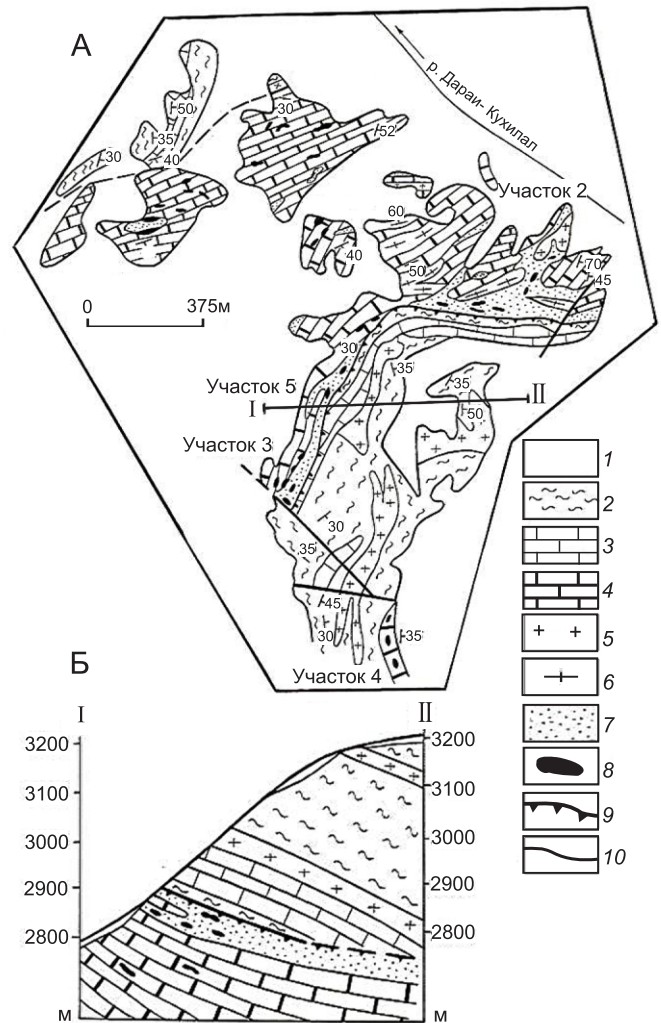


Рис. 1. Схематическая геологическая карта (А) и разрез (Б) месторождения Кухи-Лал. Составитель Я. А. Гуревич, с дополнениями и изменениями авторов:

1 – делювиальные отложения; 2 – гнейсы и мигматиты; 3, 4 – мраморы: 3 – кальцитовые, 4 – магнезитовые; 5 – граниты, плагиограниты, пегматиты, аплиты; 6 – изменённые гнейсы; 7, 8 – скарны: 7 – энстатитовые с залежами талька и жедрит-кианитовых пород; 8 – шпинель-форстеритовые; 9 – надвиги; 10 – разломы

Пустоты расположены в сильно трещиноватых участках. Стенки пустот сформированы нарастающими на раздробленную массу кристаллами того же минерала. Пустоты первой группы наблюдались в следующих ассоциациях магнезиальных скарнов:

1. В шпинелевых сильно трещиноватых агрегатах, с полостями, имеющими щелевидную форму. В них от стенок внутрь растут правильные кристаллы с гладкими, ровными, блестящими гранями октаэдра,

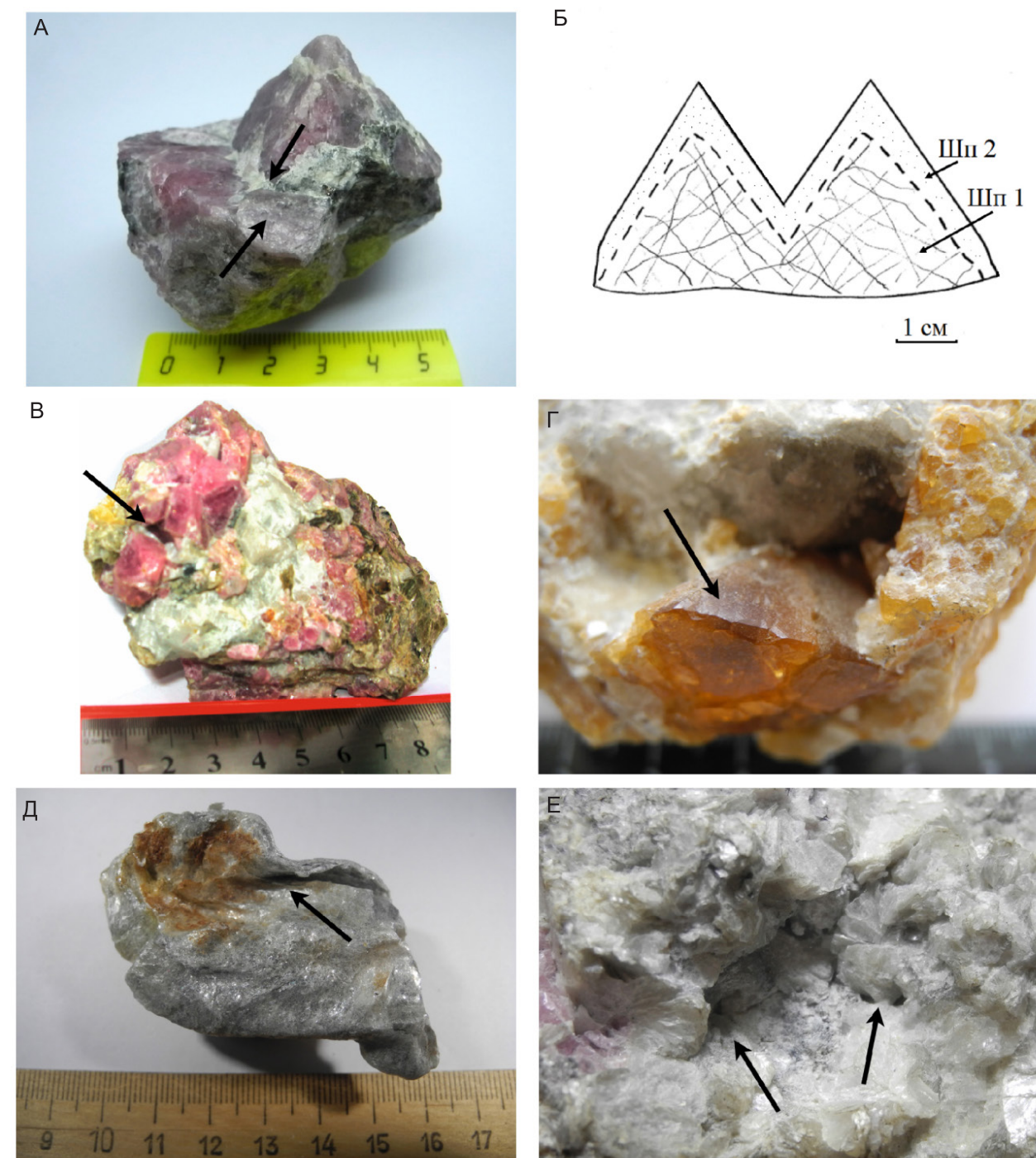


Рис. 2. Первая группа пустот:

А – кристаллы шпинели со стенки полости (стрелки на одной из регенерированных граней); Б – схематическая реконструкция рис. А: Шп 1 – сильно трещиноватая шпинель (ранняя), Шп 2 – регенерированные грани (поздняя шпинель); В – сросток кристаллов шпинели с пустоткой; Г – регенерированный кристалл клиногумита (показан стрелкой) на трещиноватой клиногумитовой основе; Д – агрегат талька с щелевидной пустоткой (показана стрелкой); Е – группа пустоток до 0,5 см в поперечнике (стрелки) в форстеритовом агрегате

Химический состав минералов, составляющих стенки пустот и включения (в мас.%)

Минерал	Число определений	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	CoO	NiO	Сум- ма
Шпинель	60	0,04	0,02	70,82	0,18	0,01	28,27	0,01	0,01	—	0,26	0,10	0,12	0,09	0,02	0,02	99,97
Форстерит	35	43,75	0,03	0,02	0,16	0,01	54,48	—	0,01	—	0,37	0,14	0,01	0,06	0,01	0,02	99,07
Тальк	8	60,80	0,08	1,57	0,73	0,01	30,84	0,86	0,19	0,05	0,11	0,41	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	95,53
Флогопит	11	41,82	0,36	16,58	0,01	0,01	27,67	—	1,10	8,81	—	1,44	—	0,10	Н.о.	0,02	97,92
Хлорит	41	29,02	0,05	23,40	0,13	—	32,13	0,01	0,07	0,01	0,50	0,26	0,03	0,04	0,02	0,05	85,72
Клиногумит	6	37,12	2,81	0,15	0,05	—	55,75	—	—	0,01	—	3,97	0,05	0,03	—	—	99,94
Серпентин	5	40,02	0,03	0,08	0,12	—	35,25	0,11	0,09	0,04	0,28	0,16	0,21	0,03	—	0,05	76,47

Примечание. Н.о. — элемент не определялся; «—» — нулевые значения.

ромбододекаэдра и других более сложных кристаллических форм, размером до 10 и более сантиметров по ребру (рис. 2, А, В). Сильно раздробленный шпинелевый агрегат (с разнонаправленными трещинами) со стороны пустого пространства покрыт гранями почти не затронутыми трещинами. Они имеют ровные гладкие поверхности. От них внутрь кристаллов на глубину до 0,5 см шпинель почти не затронута трещинами. Эти монообласти являются более прозрачными и резко контрастируют с раздробленной массой внутренних зон кристаллов (см. рис. 2, Б).

Шпинель редко содержит мелкие твёрдые (апатит, циркон, корунд, графит и пирит) и газовой-жидкие включения. Среди последних выделяются преимущественно хлоридные разности [12]. Химический состав шпинели в различных кристаллах почти постоянен. Минерал содержит (в мас.%): FeO 0,18; Cr₂O₃ 0,12; V₂O₃ 0,09; CoO и NiO по 0,02 (см. таблицу).

С этой группой пустот авторы статьи связывают образование самого крупного кристалла шпинели весом 5880 грамм и размером 15×17×20 см, обнаруженного на месторождении в 1985 г.

2. Среди мономинеральных катаклазированных участков белого форстеритового агрегата встречаются щелевидные полости со степенью раскрытия 2–3 мм и протяжённостью десятки сантиметров. Сильно передробленная (до 0,1–0,3 см между трещинами) масса зёрен форстерита на стенках пустот покрыта ровными зеркальными гранями (5–7) длиной и шириной до 3 см. Грани крупных кристаллов нарастают на мелкие угловатые зоны, составляющие ядерные (внутренние) участки минерального индивида. В 3–5 мм от поверхности граней к центру кристалла они почти лишены трещин, также как в шпинели, описанной выше (см. рис. 2, Б). В форстерите установлено низкое содержание FeO, а также хром, ванадий, кобальт и никель (см. таблицу). Для него характерны редкие, мелкие твёрдые и флюидные включения.

3. В крупных скоплениях пирита до 40 и более сантиметров в поперечнике наблюдаются щелевидные пустоты со степенью раскрытия до нескольких сантиметров. Кристаллы пирита размером до 5 см образуются на стенках пустот, часто срастаясь в друзы. Они обладают сильным металлическим блеском и ярким латунно-жёлтым цветом. Формы кристаллов — куб и пентагон-дodeкаэдр. Их внутренние части также представляют собой сильно трещиноватый агрегат.

4. В клиногумитовом, сильно передробленном агрегате, в щелевидных полостях небольшого раскрытия (3–5 мм) наблюдаются новообразования граней крупных кристаллов и мелкие прозрачные кристаллы более тёмного, чем раздробленная подложка, клиногумита (см. рис. 2, Г). Для химического состава клиногумита характерно (в мас.%): повышенное содержание TiO₂ до 2,81 и F до 3,97 и низкое FeO 0,05,

а также наличие хрома и ванадия, соответственно, до 0,05 и 0,03 (см. таблицу).

5. В линзах талька мощностью более 10 и протяжённостью более 180 м, развитых восточнее участков № 3 и 5, во фрагментах микроскладчатости, в местах перегибов (замков) наблюдаются вытянутые пустоты $3 \times 1 \times 1,5$ см с гладкими и ровными стенками (см. рис. 2, Д). Тальк крупночешуйчатый, маложелезистый, максимальное значение FeO составляет 0,73 мас.%. В нём установлено повышенное содержание алюминия и фтора, соответственно, 1,57 и 0,41 мас.% (см. таблицу).

6. Серии мелких пустот до 1 см в поперечнике наблюдались в крупночешуйчатых скоплениях бесцветного флогопита среди крупных порфиروبластов овальной формы сильно трещиноватой розовой шпинели и белого форстерита до 5 см в поперечнике (см. рис. 2, Е). Флогопит в этих участках обладает отчётливыми кристалломорфологическими очертаниями в отличие от шпинели и форстерита. Он также характеризуется низким содержанием FeO до 0,01 мас.% и высокими F до 1,41 мас.% (см. таблицу).

Вторая группа пустот является более выразительной с разнообразными формами: от близкой к изометричной до щелевидной. На их поверхностях сформированы кристаллы различных минеральных видов, разнообразие которых представлено ниже.

1. В агрегатах пирита чёрного цвета размером до нескольких десятков сантиметров в поперечнике, расположенных среди форстеритового агрегата, встречаются пустоты размером $5 \times 4 \times 3,5$ см (рис. 3, А). Чёрный цвет пирита обусловлен тончайшей сетью жилок сульфата железа (FeO 40,5 и SO_3 54,6 мас.%). Мощность жилок составляет сотые доли, а расстояние между ними – 1–2 мм. Они пересекаются, образуя микроштокверк, и придают чёрный цвет крупным агрегатам пирита.

Поверхность пустот обладает извилистой формой и сплошь покрыта белыми кристаллами магнезита и кальцита сферической формы до 3 мм в диаметре (см. рис. 3, А).

2. Среди крупнокристаллических обособлений доломита до 5 см в поперечнике внутри катаклазированного агрегата форстерита наблюдаются редкие пустоты до 2 см в поперечнике. Одни из них содержат прозрачные бесцветные чешуйчатые кристал-

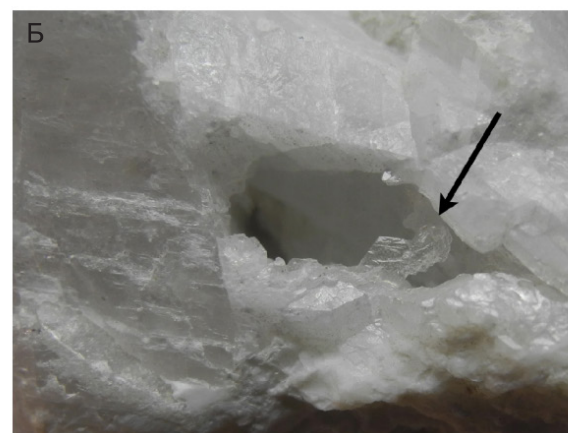


Рис. 3. Вторая группа пустот:

А – пустотка в агрегате пирита, со сферолитами кальцита и магнезита (стрелка); Б – уплощённые бесцветные кристаллы хлорита 5 мм (стрелка) в полости длиной около 1,5 см в крупнокристаллическом доломите; В – призматические кристаллы доломита длиной до 1,5 мм (стрелка) в пустотке более 1 см в поперечнике между клиногумитом и магнезитом; Г – радиально-лучистый сферолит арагонита диаметром 5 мм (стрелка) в пустотке среди крупнокристаллического доломита

лы магнезиального хлорита (см. рис. 3, Б), а другие – радиально-лучистые, игольчатые бесцветные кристаллы арагонита (см. рис. 3, В). Главные линии на рентгенограмме хлорита представлены: 14,196 (60); 7,117 (100); 4,744 (60); 3,550 (80); 2,843 (55); 2,029 (16). Цифры перед скобками – межплоскостные расстояния в ангстремах, а цифры в скобках – интенсивности. Химический состав минерала характеризуется (в мас.%): низкими содержаниями FeO до 0,13, повышенными P_2O_5 до 0,5 и F до 0,26, а также наличием хрома, ванадия, кобальта и никеля, соответственно, 0,03, 0,04, 0,02 и 0,05 (см. таблицу).

3. В клиногумитовых обособлениях встречаются пустоты до 1,5 см в поперечнике, стенки которых покрыты прозрачными кристаллами клиногумита до 1 см и бесцветного, прозрачного доломита длиной до 3 мм, призматической формы (см. рис. 3, Г). Главные линии на рентгенограмме доломита представлены следующими значениями: 2,879 (100); 2,662 (20); 2,532 (20); 2,188 (40); 2,012 (20); 1,801 (50). В ряде пустот были установлены чётко образованные кристаллы брусита, арагонита и доломита [6].

4. В кальцит-доломитовых агрегатах встречены пустоты, выполненные радиально-лучистыми сростками кристаллов арагонита размером около 6 мм (см. рис. 3, Г, Д). Арагонит был определён методом рентгенофазового анализа. Главные линии на рентгенограмме арагонита представлены следующими значениями: 3,398 (100); 3,275 (30); 2,702 (45); 2,484 (55); 2,372 (50); 1,977 (70).

Генезис пустот. Процессам образования пустот предшествовали два цикла докембрийского метаморфизма, сопровождавшиеся высоким литостатическим давлением 1100–800 МПа. Оно привело к сильному уплотнению минералов магнезиальных скарнов: шпинели, форстерита, энстатита. Данные минералы относятся к самой ранней генерации. Термодинамические процессы этих циклов лежат в поле между линиями I–II (рис. 4).

Подобное уплотнение проявилось в сильнейшем дроблении минералов и создании разнообразного катакластического рисунка: параллельных, перпендикулярных, диагональных трещин, а также мелкой складчатости. После снятия максимального давления, на регрессивной стадии метаморфизма, они явились каналами для движения метаморфогенно-гидротермальных растворов, которые частично растворили периферические участки кристаллов. Минералы потеряли первоначальные кристалломорфологические очертания.

Трещины отрыва способствовали ещё большему, но локальному падению давления по механизму декомпрессии. Они послужили главной причиной образования пустых пространств. В них создавались благоприятные условия для регенерации кристаллических форм минералов первой генерации, которые авторы

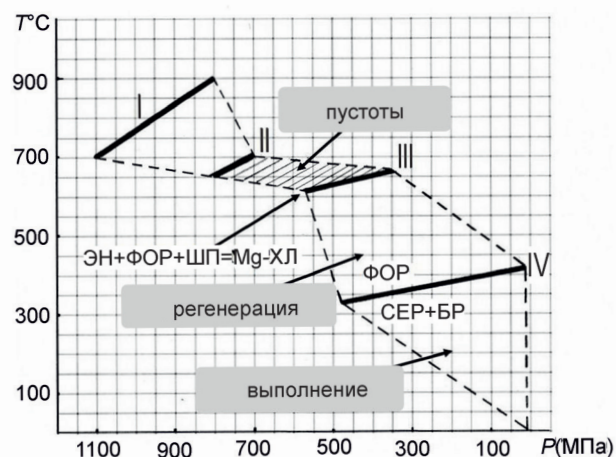


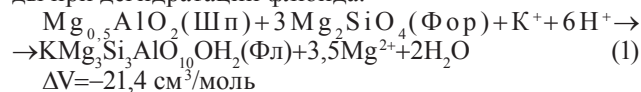
Рис. 4. Образование пустот в эволюции термодинамических условий метаморфизма месторождения Кухи-Лал:

I – верхняя граница 1-го цикла метаморфизма; II – верхняя граница 2-го цикла по [1]; III – моновариантная реакция: энстатит+форстерит+шпинель=магнезиальный хлорит, при P воды 1 МПа, по [10]; IV – моновариантная реакция: форстерит=серпентин+брусит, при P воды 0,3 МПа по [10]; заштриховано поле P – T -условий образования пустот; ЭН – энстатит, ФОР – форстерит, ШП – шпинель, Mg-ХЛ – магнезиальный хлорит, СЕР – серпентин, БР – брусит

наблюдали на многочисленных образцах (см. рис. 2). В трещинах раздробленные и частично растворённые кристаллы явились основой для нарастающих на них новых генераций граней и вершин (см. рис. 2).

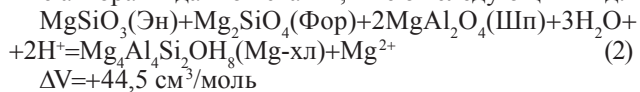
Регенерация осуществлялась в широком поле температур и давлений между линиями моновариантных реакций III и IV (см. рис. 4). Регенерацию авторы рассматривают как изохимическую стадию метаморфогенного минералообразования.

На этой стадии происходило метасоматическое преобразование шпинели, форстерита и энстатита, которое можно описать с помощью реакций (1–3). Например, образование флогопита (Фл) по шпинели (Шп) и форстериту (Фор). Данная реакция, протекавшая с отрицательным объёмным эффектом, могла проходить с привнесением калия и водорода и выносом магния и воды при дегидратации флюида.



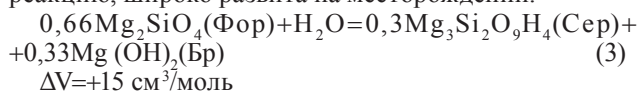
Вероятно, именно эта реакция могла способствовать образованию пустот. Она коррелируется с образованием других водо- и карбоксилсодержащих минералов: магнезиального хлорита и гидроталькита. Например, реакция энстатит (Эн) + форстерит (Фор) + шпинель (Шп) = магнезиальный хлорит (Mg-хл), наблюдаемая на месторождении, экспериментально рассчитана [10, 11]. Её параметры соответствуют ли-

нии III (см. рис. 4). Расчёты этой реакции, протекавшей с положительным объёмным эффектом, сделанные авторами данной статьи, имеют следующий вид:



$$\Delta V = +44,5 \text{ см}^3/\text{моль}$$

В P - T -условиях ниже линии IV, в пустотах начали откладываться карбонаты: доломит, кальцит и водосодержащие минералы (серпентин, брусит и др.). При дальнейшем понижении температуры и давления выполнение пустот осуществлялось минералами свободного роста (см. рис. 3). Их значения соответствуют полю ниже линии IV (см. рис. 4) с P - T параметрами 410°–330 °C и 480–20 МПа. Данная пограничная линия соответствует моновариантной реакции: форстерит (Фор)+вода=серпентин (Сер)+брусит (Бр) [10, 11]. Минеральная ассоциация, представляющая данную реакцию, широко развита на месторождении.



$$\Delta V = +15 \text{ см}^3/\text{моль}$$

Серпентин и брусит – одни из самых поздних минералов месторождения. Они наблюдаются как в пустотах, так и в межзерновом пространстве, в интерстициях шпинели, форстерита и энстатита.

Образование пустот, регенерацию минералов первой стадии, а затем появление водо- и карбоксилсодержащих ассоциаций можно рассматривать как переходный этап в эволюции минеральных комплексов месторождения Кухи-Лал.

По представленным материалам можно сделать следующие **выводы**. На месторождении Кухи-Лал обнаружены две группы пустот: с регенерацией первичных и образованием новых (вторичных) минералов, представляющих определённую стадию в развитии минеральной ассоциации магнезиальных скарнов (см. рис. 4).

С первой группой пустот связано образование новой генерации граней кристаллов шпинели, форстерита, клиногумита, флогопита и др. Обрастание гранями минералов магнезиальных скарнов авторы рассматривают как регенерацию первичных передробленных кристаллов. Она происходила в освободившемся пространстве трещин. Регенерация привела к образованию новых граней и восстановлению облика кристаллов, первичные формы которых были разрушены деформациями и растворением.

Регенерация была обусловлена двумя причинами. Первая: образование трещин отрыва привело к возникновению пустого пространства. Вторая: одновременно с ней происходили локальные метасоматические реакции, протекавшие с отрицательным объёмным эффектом. Формирование пустот происходило

на регрессивной стадии второго тектоно-метаморфического цикла (см. рис. 4).

Со второй группой пустот связано выполнение их кристаллами минералов, которых нет в составе стенок. Образование минералов происходило при T ниже 410°–330°С и P 480–20 МПа и осуществлялось на заключительном отрезке эндогенной активности региона в третьем цикле регионального метаморфизма. Он был обусловлен альпийской эпохой орогенеза.

Рассмотренный процесс способствовал образованию коллекционного кристаллосырья: шпинели, форстерита, клиногумита и др., часть которых является регенерированной (в первой группе пустот), а другая образовалась из растворов (вторая группа).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буданов В. И., Буданова К. Т. Геолого-петрологическая характеристика обнажённого кристаллического фундамента // Земная кора и верхняя мантия Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1983. – С. 56–112.
2. Буданов В. И. Эндогенные формации Памира. – Душанбе: Дониш, 1993. – 299 с.
3. Гуревич Я. А. Особенности геологического строения и разведки месторождения благородной шпинели Кухи-Лал // Геология поиски и разведка месторождений цветных камней Таджикистана. – Душанбе, 1987. – С. 17–20.
4. Елисеев Н. А. Метаморфизм. – М.: Недра, 1963. – 427 с.
5. Киселёв В. И., Буданов В. И. Месторождения докембрийской магнезиально-скарновой формации Юго-Западного Памира. – Душанбе: Дониш, 1986. – 217 с.
6. Колесникова Т. А. Благородная шпинель, клиногумит и манассеит месторождения Кухилал (Памир) // Драгоценные и цветные камни. – М.: Наука, 1980. – С. 181–198.
7. Литвиненко А. К. Генетическая позиция благородной шпинели в магнезиальных скарнах Юго-Западного Памира // Записки Российского минералогического общества. – 2003. – Ч. СXXXII, № 1. – С. 76–82.
8. Литвиненко А. К. Нуристан-Южнопамирской провинция докембрийских самоцветов // Геология рудных месторождений. – 2004. – Т. 46, № 4. – С. 305–312.
9. Литвиненко А. К. Минерагения драгоценных камней Нуристан-Южнопамирской провинции // Palmarium Academic Publishing. – 2012. – 315 с.
10. Маракушев А. А. Термодинамика метаморфической гидратации минералов. – М.: Наука, 1968. – 198 с.
11. Маракушев А. А. Петрология метаморфических горных пород. – М.: Изд-во московского университета, 1973. – 320 с.
12. Файзиев А. Р., Эльназаров С. А. Минералогические особенности и генезис Кухилалского месторождения благородной шпинели (ЮЗ Памир). – Душанбе: Дониш, 2016. – 135 с.

REFERENCES

1. *Budanov V.I., Budanova K.T.* Geologo-petrologicheskaya kharakteristika obnazhennogo kristallicheskogo fundamenta X [Geological and petrological characteristics of the exposed crystal Foundation], *Zemnaya kora i verkhnyaya mantiya Tadzhikistana*. Dushanbe, Donish Publ. 1983. P. 56–112.
2. *Budanov V.I.* Endogennye formatsii Pamira [Endogenous formations of the Pamir]. Dushanbe, Donish Publ. 1993. 299 p.
3. *Gurevich Ya.A.* Osobennosti geologicheskogo stroeniya i razvedki mestorozhdeniya blagorodnoi shpineli Kukhi-Lal [Features of the geological structure and exploration of the Kuhi-Lal noble spinel Deposit], *Geologiya poiski i razvedka mestorozhdenii tsvetnykh kamnei Tadzhikistana*. Dushanbe. 1987. P. 17–20.
4. *Eliseev N.A.* Metamorfizm [Metamorphism]. Moscow, Nedra Publ. 1963. 427 p.
5. *Kiselev V.I., Budanov V.I.* Mestorozhdeniya dokembriiskoi magnezial'no-skarnovoi formatsii Yugo-Zapadnogo Pamira [Deposits of the Precambrian magnesite-skarn formation of the Southwestern Pamir]. Dushanbe, Donish Publ. 1986. 217 p.
6. *Kolesnikova T.A.* Blagorodnaya shpinel', klinogomit i manasseit mestorozhdeniya Kukhilal (Pamir) [Noble spinel, clinohumite and manasseite from the Kukhilal Deposit (Pamir)], *Dragotsennye i tsvetnye kamni*. Moscow, Nauka Publ. 1980. P. 181–198.
7. *Litvinenko A.K.* Geneticheskaya pozitsiya blagorodnoi shpineli v magnezial'nykh skarnakh Yugo-Zapadnogo Pamira [Genetic position of noble spinel in magnesian skarns of the South-Western Pamir], *Zapiski Rossiiskogo mineralogicheskogo obshchestva*. 2003. No. 1. – P. 76–82.
8. *Litvinenko A.K.* Nuristan-Yuzhnopamirskoi provintsiiya dokembriiskikh samotsvetov [Nuristan-South Pamir province of Precambrian gems]. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii*. 2004. Vol. 46. No. 4. P. 305–312.
9. *Litvinenko A.K.* Minerageniya dragotsennykh kamnei Nuristan-Yuzhnopamirskoi provintsii [Mineralogy of precious stones of Nuristan-South Pamir province]. *Palmarium Academic Publ.* 2012. 315 p.
10. *Marakushev A.A.* Termodinamika metamorficheskoi gidratatsii mineralov [Thermodynamics of the metamorphic hydration of minerals]. Moscow, Nauka Publ. 1968. 198 p.
11. *Marakushev A.A.* Petrologiya metamorficheskikh gornykh porod [Petrology of metamorphic rocks]. Moscow, MSU Publ. 1973. 320 p.
12. *Faiziev A.R., El'nazarov S.A.* Mineralogicheskie osobennosti i genezis Kukhilalskogo mestorozhdeniya blagorodnoi shpineli (YuZ Pamir) [Mineralogical features and Genesis of The kukhilal noble spinel Deposit (South-Western Pamir)], Dushanbe, Donish Publ. 2016. 135 p.

Требования к оформлению рисунков

Рисунки и другие графические материалы (не более 8) представляются в цветном или черно-белом варианте в электронном виде. Размер оригиналов рисунков не должен превышать формата страницы журнала (170x237 мм). Каждый рисунок помещается в отдельный файл в одном из следующих форматов: графический редактор Corel Draw, JPEG, TIFF (только для фото), диаграмма Microsoft Excel. Графика должна быть прямо связана с текстом и способствовать его сокращению. Оформление и содержание иллюстративного материала должны обеспечивать его читаемость после возможного уменьшения. Ксерокопии и сканированные ксерокопии не принимаются. Подписи печатаются на отдельной странице. Рисунки, не удовлетворяющие требованиям редакции, возвращаются автору.

О значении минеральных ресурсов в экономике страны в период Великой Отечественной войны

9 мая 2020 г. наша страна будет отмечать 75-летие победоносного завершения небывалой по своим масштабам и ожесточённости битвы советского народа против гитлеровского фашизма. С каждым годом всё дальше в прошлое уходят незабываемые сороковые годы, когда стар и млад поднялись на защиту Отечества. Однако с годами всё ярче и величественнее выступает подвиг советского народа, который ценой огромного напряжения сил, пережив горечь потерь и радость боевых побед, выстоял в тяжёлом испытании и нанёс сокрушительный удар по врагу. Победа в Великой Отечественной войне ковалась не только на фронтах. Великий подвиг в годы войны совершали и труженики тыла, приближая победу своим самоотверженным трудом в полях, на фабриках, заводах.

«Великая Отечественная война 1941–1945 годов – это битва не только сражающихся армий, но и экономик воюющих сторон. Она коренным образом изменила народное хозяйство СССР, перестроила экономику в интересах победоносной войны и создала своеобразные закономерности военного периода» [1].

Развитие военного производства, необходимость восполнения боевой техники, потерянной в боях, её модернизация требовали огромного потребления многих видов минерального сырья, прежде всего, чёрных, легирующих, цветных и редких металлов, горючих материалов. Поэтому минеральные ресурсы играли исключительную роль в системе экономических факторов мощи воюющих государств.

Экономическая база для развития промышленности и сельского хозяйства страны была создана в ос-

новном ещё до войны – в годы первых пятилеток. Е. А. Козловский в своей книге пишет: «Уровень развития производительных сил страны в предвоенный период рос следующими темпами (в неизменных ценах): народный доход составил (в млрд. руб.): в 1928 г. – 25, в 1932 г. – 46, в 1937 г. – 96 и в 1940 г. – 128. В 1940 г. производство средств производства крупной промышленности в СССР выросло по сравнению с дореволюционным 1913 годом в 17 раз, а по отношению к 1920 г. – в 91 раз. Резко изменилась структура промышленности: в 1913 г. в России производство средств производства занимало лишь 34% её объема, а в СССР в 1940 г. его доля составляла уже 61%, в том числе машиностроения и металлообработки – 36% <...> Перечисленные выше достижения предвоенной промышленности СССР стали возможными в значительной степени в результате самоотверженного труда молодой геологической службы страны, обеспечившей выявление, ускоренную разведку и подготовку для промышленного освоения многих и многих месторождений полезных ископаемых» [3].

Используя минеральные богатства, разведанные в недрах страны, горнодобывающие и перерабатывающие отрасли промышленности СССР достигли в предвоенный период значительных успехов, о чём свидетельствуют приведённые в таблице данные.

Е. А. Козловский отмечает, что «в годы первых советских пятилеток особенно бурными темпами развивалась добыча цветных и редких металлов (вольфрама, молибдена, никеля, олова), алюминия и фосфатов. Некоторые из этих полезных ископаемых в России

Добыча и производство в разные годы (в млн. т)

Сырьё	Годы			
	1913	1922	1928	1940
Уголь	29,1	11,3	35,5	165,9
Нефть	9,2	4,7	11,0	31,1
Газ, млрд. м³	–	0,03	0,3	3,2
Железная руда	9,2	0,2	6,1	29,9
Марганцевая руда	1,2	0,08	0,7	2,6
Чугун	4,2	0,2	3,3	14,9
Сталь	4,3	0,3	4,3	18,3
Минеральные удобрения, усл. ед.	0,09	0,004	0,14	3,3
Цемент	1,8	0,14	1,9	5,8

Примечание. 1913 г. – точка наивысшего развития экономики дореволюционной России; 1922 г. – период трудного экономического положения Советской Республики после иностранной интервенции и гражданской войны; 1928 г. – время накануне первой пятилетки [2].

вообще не добывались. Резко возросли объёмы глубокого бурения на нефть, в результате многократно увеличилось количество разведанных запасов нефти и др.». Полная переоценка запасов ископаемых углей была выполнена перед началом Великой Отечественной войны, что позволило Советскому Союзу выйти на второе место в мире по этому виду минерального топлива и подготовить сырьевую базу для развития энергетики, металлургии, химии и машиностроения на Урале, в Кузбассе, на Дальнем Востоке, в Казахстане и Средней Азии.

Несмотря на достигнутые успехи, уровень развития промышленности СССР в целом, горнодобывающего сектора в частности, значительно уступал промышленному потенциалу Германии. К началу войны с СССР Германия имела возможность использовать минерально-сырьевой потенциал почти всей Европы – оккупированных государств, своих союзников по фашистскому блоку и так называемых нейтральных стран. На германскую промышленность работали более 12 млн. иностранных рабочих. «По выплавке металлов Германия превосходила СССР в 3 раза, выработке электроэнергии – в 2,3 раза, добыче угля – в 5 раз» [3].

«Как известно, первый период Отечественной войны неблагоприятно складывался для Советской страны. Ущерб, нанесённый народному хозяйству страны в самом начале войны, оказался чрезвычайно велик. Ведь на оккупированных фашистами территориях оказались горнодобывающие предприятия Донецкого и Подмосковского угольных бассейнов, Криворожского железорудного, Никопольского марганцеворудного бассейнов, месторождения ртути (Никитовское), бокситов (Тихвинское), никеля (Кольский полуостров) и многие металлургические заводы. Позже немецкие войска подошли к нефтяным промыслам Северного Кавказа. Кроме того, в западных районах страны до войны находилась значительная часть военно-промышленной базы страны» [3].

Перестройка народного хозяйства в военных условиях осуществлялась на основе военно-хозяйственных планов, которые предусматривали перевод народного хозяйства на рельсы военной экономики, концентрацию материальных ресурсов на строительство оборонных предприятий в восточных районах и перемещение промышленности в эти районы. Расширение производства на востоке определило необходимость увеличения топливно-энергетической и сырьевой базы Урала, Сибири, Дальнего Востока, Казахстана, Средней Азии. В этих районах разведчикам недр предстояло в кратчайшие сроки не только освоить известные, но и выявить, быстро разведать, передать в промышленное освоение новые месторождения минерального, особенно стратегического сырья. А.Е. Ферсман в своей книге «Война и стратегическое сырьё» [7] приводит высказывание В.И. Крыжанов-

ского: «... неизмеримые богатства Советского Союза являются залогом расцвета его производительных сил, его хозяйства и культуры. Навязанная страшная война заставила все силы народа устремить на защиту родной страны от попыток захвата всего добытого в творческом упорном труде. Война не остановила наших исследовательских и полевых работ, наоборот, она заставила их значительно усилить и сделать более направленными, так как каждое новое открытие месторождений руд и минералов является новым фактором к победе».

Основной военно-стратегической базой стали восточные районы. Ведущее место занимал Урал. «Уральский хребет – великая геологическая единица нашего Союза – не только сама по себе носитель почти всех химических элементов Менделеевской таблицы; сила и мощь его, кроме того, в тех полосах, которые окаймляют Урал с запада, с их богатствами солей, угля, нефти и полосами Востока, еще не вскрытыми геологической разведкой, но таящими несметные богатства, о которых мы пока можем условно судить по недрам казахских степей» [7].

«Уже в конце 1941 года Урал дал 62% произведённого в стране чугуна, около половины выпуска стали и меди, почти третью часть цинка и всё количество выпущенных в этот период алюминия, никеля, кобальта, магния. Были значительно увеличены мощности действующих металлургических предприятий. С этой целью были значительно увеличены геологоразведочные работы, в первую очередь, в районах действующих металлургических предприятий – Тагилско-Кушвинском, Бакальском, Магнитогорском, Орско-Халиловском и других районах Урала» [3]. В Западной Сибири геологоразведочные работы на железные руды проводились в районе Кузнецкого комбината – на месторождениях Горной Шории, Кузнецкого Ала-тау. Благодаря работам геологов-производственников и учёных – А.Е. Ферсмана, К.И. Сатпаева, В.А. Обручева, М.Л. Скобникова, К.Е. Кожевникова, П.М. Постнова, П.Ф. Прейса и др. были разведаны новые месторождения железной руды в Кузбассе, источники нефти в Башкирии, месторождение молибденовых руд в Казахстане, а количество разведанных на Урале и в Западной Сибири запасов железных руд увеличилось в 1,5 раза. Геологоразведочные работы на железные руды в Казахстане проводили В.Н. Иванов, Н.К. Спицин и др. В Казахстане за счёт выявленных месторождений железных руд в короткие сроки были построены завод ферросплавов и металлургический комбинат в Караганде. Производство вооружения остро нуждалось в большом количестве легирующих, цветных и редких металлов (марганец, хром, никель, вольфрам, молибден, кобальт и др.). В создавшейся обстановке первостепенное значение приобрели разведка и освоение Полуночного, Уразовского и Улу-Телякского месторождений на Урале, Джездинского в Казахстане, Мазульского,

Дурновского в Западной Сибири. В изучении марганцевых руд большую роль сыграли А. Г. Бетехтин, Е. Н. Молдаванцев, Г. С. Момджи и др. [8].

Ввод в строй Донских и Саранских рудников в Кимперсайском хромитоворудном районе Казахстана позволил решить проблему хромового сырья. На базе месторождения медно-никелевых сульфидных руд на севере Красноярского края в короткие сроки был построен Норильский горно-металлургический комбинат, который уже в 1942 г. выдал первые тонны никеля и меди. А получение кобальта на Урале было организовано на основе разработанной технологии извлечения его из колчеданных руд. Всё это позволило резко увеличить выпуск качественных и высококачественных сталей для военной промышленности [3, 4].

Чрезвычайно острое положение в начале войны сложилось с алюминием. В стране остался только один алюминиевый завод – Уральский. Были приняты срочные меры по строительству новых заводов. Геологи обеспечили значительное расширение запасов высококачественных бокситов в Северо-Уральском бокситоносном районе, ставшем основной сырьевой базой алюминиевой промышленности.

«В годы войны сырьевая база медной промышленности была значительно укреплена за счёт расширения масштабов Новосибайевского, Левихинского месторождений и выявления Учалинского. Расширены Джезказганский и Балхашский меднорудные комбинаты, а вблизи последнего было открыто и вовлечено в разработку крупное Восточно-Коунрадское медно-молибденовое месторождение. Таким образом медно-добывающая промышленность страны полностью обеспечивала нужды оборонных отраслей» [3, 4].

Основная добыча свинцово-цинковых руд производилась на Рудном Алтае и в Каратау. Резко возросшая потребность в вольфраме удовлетворялась за счёт месторождений – Джидинского, Белуха и Антонова гора в Забайкалье, Мульчихинского на Алтае, Лянгарского, Койташского и Чорух-Дайронского в Узбекистане. Кроме Балхашского комбината, молибденовые концентраты поставлялись рудниками Умалтинским (Дальний Восток), Первомайским (Джидинское месторождение) и Чикойским (Забайкалье). Большой вклад в разведку месторождений вольфрама и молибдена внесли геологи М. В. Бесова, Г. И. Бедров, Т. В. Буткевич, М. Д. Дроздов, В. А. Флёрова, К. С. Филатов, Н. А. Хрущёв, Ф. В. Чухров [3, 4].

В сжатые сроки были разведаны запасы ртути на месторождениях Южной Киргизии, что позволило ввести в строй Хайдарканский ртутный комбинат, ставший флагманом ртутной подотрасли. Большой вклад в создание новой базы ртути внесли В. И. Смирнов, Е. А. Павлюкович, В. А. Невский, А. П. Пуркин, В. Э. Поярков, О. А. Манучарянц.

Кадамжайский сурьмяный комбинат (Южная Киргизия), первая очередь которого была введена ещё

в 1934 г., значительно расширил выпуск стратегической продукции. В результате отпала потребность в импорте этого металла.

Среди месторождений олова, обнаруженных в годы Великой Отечественной войны, большое значение имели Хрустальное в Приморье (С. Ф. Усенко) и Хинганское в Хабаровском крае (М. И. Ициксон, А. П. Прокофьев). Однако основную массу концентратов этого важнейшего металла оборонной отрасли поставляли в годы войны рудники Якутии и Чукотки.

Е. А. Козловский отметил большой вклад в дело Победы разведчиков недр и горняков Колымы. Здесь «в военные годы выявлены и добыты значительные количества золота и олова. Необходимо подчеркнуть, что именно Северо-Восток обеспечил значительную часть валютного металла для оплаты поставок военного снаряжения, поступавшего из-за рубежа» [3].

Особое место в военной экономике отводилось топливно-энергетическим ресурсам. Остро ощущалась нехватка энергии на Урале, где её требовалось в 1,5 раза больше, чем в довоенный период. Между тем, в 1942 г. производство всех видов топлива сократилось почти в 2 раз по сравнению с 1940 г. Основная причина снижения добычи нефти – осложнение военной обстановки на южных участках фронта. Государственным Комитетом Обороны были срочно приняты меры по развёртыванию добычи нефти в Казахстане, Средней Азии и особенно в Волго-Уральском районе. В 1943 г. доля нефтедобычи в Куйбышевской области возросла по сравнению с 1941 г. более чем в три раза, а республик Средней Азии – почти в два раза. В 1942 г. введено в эксплуатацию Елшанское месторождение природного газа близ Саратова, что позволило перевести электростанции и промышленные предприятия Поволжья на газовое топливо [3]. Большой вклад в открытие и разведку месторождений нефти и газа в Волго-Уральском районе внесли А. А. Блохин, А. А. Трофимук, К. Р. Челиков, Т. М. Золоев, А. Л. Кузнецов и др.

«Основной базой коксующихся углей стал в годы войны Кузбасс. Добыча угля здесь в 1943 г. достигла почти 25 млн. т, что обеспечивало потребности чёрной металлургии Урала и Кузбасса. В угольных бассейнах Урала – Кизелевском, Челябинском и др. почти в два раза по сравнению с довоенным возросла добыча угля. В освобождённом в конце 1941 г. Подмосковном угольном бассейне добыча угля в 1943 г. по сравнению с 1942 г. увеличилась почти в 1,7 раза. Нарастали темпы добычи в Печорском, а со второй половины Великой Отечественной войны большую роль стал играть и освобождённый Донбасс. В подготовке разведанных запасов принимали участие И. И. Молчанов, С. С. Трофимов, С. П. Доброхотов, В. В. Степанов и др. (Кузбасс), А. А. Гапеев, Г. Л. Кушев, Б. А. Афанасьев, Д. Н. Бурцев и др. (Карагандинский бассейн), Б. Ф. Тарханаев, О. И. Пинчук, В. Ф. Бай-Балаев и др. (угольные

бассейны Урала), Б. Г. Коновалов, Г. Г. Богданович, В. М. Бутров и др. (Печорский бассейн), Б. Г. Виноградов, А. З. Широков и др. (Подмосковный бассейн)» [2, 5, 6].

Обеспеченность всеми сырьевыми и энергетическими ресурсами дала возможность нашей обороной промышленности набрать необходимые темпы производства военной техники.

Наряду с геологами-производственниками существенную роль в мобилизации минеральных ресурсов на нужды обороны страны сыграли учёные. Во второй половине 1941 г. на восток были эвакуированы 76 научно-исследовательских институтов, в составе которых работали 118 академиков, 182 члена-корреспондента АН СССР, тысячи научных сотрудников. Их деятельность координировал Президиум Академии наук СССР, перебазированный в Свердловск. Ведущими направлениями научных исследований были решение военно-технических проблем, научная помощь промышленности, мобилизация сырьевых ресурсов, для чего создавались межотраслевые комиссии и комитеты. Так, в конце 1941 г. была создана комиссия по мобилизации ресурсов Урала, курирующая также запасы Сибири и Казахстана. Во главе комиссии стояли академики А. А. Байков, И. П. Бардин, С. Г. Струмилин, М. А. Павлов и др.

Тесное сотрудничество с инженерами-практиками позволило учёным найти методы скоростной плавки металла в мартеновских печах, литья стали высокого качества. Несколько позднее специальная комиссия учёных во главе с академиком Е. А. Чудаковым внесла важные предложения по мобилизации ресурсов Поволжья и Прикамья [8].

Таким образом, «разведчики недр, обеспечившие в предвоенные годы, и особенно, в годы Великой Отечественной войны развитие промышленности и военного производства необходимыми запасами разнообразного минерального сырья, внесли значительный вклад в достижение Победы над фашистской Германией».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вознесенский Н.* Военная экономика СССР в период Отечественной войны. – М.: Госполитиздат, 1948. – 192 с.
2. *Грунь В. Д., Анистратов М. К.* Горняки России в годы Великой Отечественной войны и послевоенного восстановления народного хозяйства // Горная промышленность. – 2015. – № 2 (120). – С. 4–7.
3. *Козловский Е. А.* Геология. Уроки Великой войны. – М.: ВНИИгеосистем, 2005. – 100 с.
4. *Козловский Е. А.* Минерально-сырьевые ресурсы в Великой войне. Часть 1 // Маркшейдерия и Недропользование. – 2009. – № 6 (44). – С. 3–12.
5. *Разведчики недр к 40-летию Великой Победы* // Разведка и охрана недр. – 1985. – № 5. – С. 1–7.
6. *Советские геологи на фронте и в тылу* // Разведка и охрана недр. – 1975. – № 5. – С. 1–5.
7. *Ферсман А. Е.* Война и стратегическое сырьё. – Красноярск: Госполитиздат, 1941. – 64 с.
8. *Энциклопедия всемирная история* [Электронный ресурс]. – URL: <https://w.histrf.ru> (дата обращения: 20.01.2020). – Режим доступа: свободный.



В памяти вечно живые

Ветераны ЦНИГРИ – участники Великой Отечественной войны

*Мы преклоняемся «...перед теми, кто в самый трудный час, не колеблясь, встал на защиту Отечества, в ком чувство долга оказалось сильнее страха, инстинкта самосохранения и любых личных устремлений, кто пожертвовал всем, чтобы защитить от унижительного рабства своих сограждан...»**



Андреева Мария Георгиевна (1922–2007). Старший инженер отдела минералогии. Занималась минералогией золото-серебряных месторождений. С 1960 года – действительный член Всесоюзного минералогического общества (в настоящее время Российское минералогическое общество). В 1942–1944 годах работала в военной комендатуре в прифронтовой зоне. Мария Георгиевна награждена медалью «За Победу над Германией».



Бегун Лидия Степановна. Родилась в 1920 г. Работала старшим лаборантом. В 1942–1944 годах была военным связистом. Участвовала в боях на Курской дуге. Лидия Степановна награждена орденом «Отечественной войны II степени», медалью «За Победу над Германией» и другими наградами.

*Предисловие к книге «Геологи на войне». – М., 1995.

Памяти Виктора Ивановича Власюка

Отечественная геологическая наука и практика понесли невосполнимую утрату. После тяжёлой продолжительной болезни на 81 году жизни скончался видный учёный и организатор геологической отрасли, специалист в области технологии геологоразведочных работ, доктор технических наук, академик РАЕН – Виктор Иванович Власюк.

В.И. Власюк родился в Москве 26 июня 1939 г. После окончания в 1963 г. геологоразведочного факультета Томского политехнического института по специальности «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых» работал в геологоразведочных организациях Таджикистана и Узбекистана.

В 1986–1989 гг. выполнял инженерно-изыскательные работы в Средней Азии и в Афганистане как начальник экспедиции ПГО «Гидроспецгеология».

С 1989 г. В.И. Власюк – директор, а в последние годы жизни научный руководитель Тульского федерального государственного унитарного научно-исследовательского предприятия по технике и технологии разведки благородных металлов и алмазов.

В 1995 г. В.И. Власюк создал новый научно-производственный комплекс – Федеральный фонд эталонов руд стратегических видов минерального сырья.

Научные интересы В.И. Власюка были связаны с технологией геологической разведки и геоэкологией. В.И. Власюк – создатель новой концепции горно-буровой разведки, реализованной на ряде уникальных месторождений, в том числе на полиметаллическом «Алтын-Топкан» и сереброметаллическом «Большой Канимансур». При непосредственном участии Виктора Ивановича выявлены геолого-технологические закономерности сооружения скважин различной ориентации с помощью новых технических средств. Выполнен ряд работ по улучшению экологии горнорудных районов за счёт использования и утилизации отходов горнодобывающих предприятий и тепловых электростанций.

Наряду с научно-производственной деятельностью В.И. Власюк вёл большую научно-педагогическую работу, он – профессор МГРИ. Виктор Иванович являлся составителем двух сборников стихов геологов-поэтов, тепло встреченных его коллегами по профессии. В последние годы жизни, будучи членом Президиума Исполкома Российского геологического общества, внёс большой вклад в пропаганду геологических знаний в обществе и повышении престижа профессии геолог.

Виктор Иванович Власюк – Заслуженный геолог Российской Федерации, лауреат Государственной премии СССР (1989).

Светлая память о Власюке Викторе Ивановиче – профессионале высочайшего класса, прекрасном обаятельном друге, учителе и верном товарище – навсегда сохранится в сердцах российских геологов.



*Российское геологическое общество
Друзья, коллеги, ученики
Редколлегия журнала*

К 80-летию со дня рождения Георгия Владимировича Ручкина

Георгий Владимирович Ручкин – известный учёный в области металлогении и геологии рудных месторождений, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН.

Георгий Владимирович родился 13 февраля 1940 г. в Архангельске. В своей автобиографии он писал: «... в 1957 г. закончил среднюю школу и до апреля 1959 г. работал на машиностроительном заводе. В 1959 г. поступил на геологический факультет Московского государственного университета, который закончил в 1965 г. и по рекомендации учёного совета факультета поступил в очную аспирантуру на кафедру полезных ископаемых. Аспирантуру закончил в 1968 г. с защитой кандидатской диссертации на тему «Геология и особенности генезиса медно-колчеданных месторождений Блявинского рудного поля». После защиты он был «распределён в Геологический институт АН СССР (г. Москва), где проработал младшим научным сотрудником по 1971 г., занимаясь изучением древнейших колчеданных и свинцово-цинковых месторождений». Трудовую деятельность в ЦНИГРИ Георгий Владимирович начал в 1972 г.

Одними из основных направлений его исследований «были разработка и совершенствование методики прогноза и поисков месторождений цветных и благородных металлов, а также оценка перспектив на эти металлы провинций и рудных районов Северного и Западного Прибайкалья, зоны трассы БАМ, Якутии и Узбекистана». По итогам изучения докембрийских образований Карелии, Прибайкалья и Юго-Восточной Якутии были разработаны основы прогноза, поисков и оценки древних месторождений колчеданного семейства. Значительный вклад Г.В. Ручкин внёс в изучение и подсчёт запасов Холоднинского колчеданно-полиметаллического месторождения (Бурятия), в оценку свинцово-цинковых месторождений в карбонатных породах: Сардана (Якутия), Павловское (Архангельская область), Уч-Кулач (Узбекистан). В 1981 г. Георгий Владимирович защитил докторскую диссертацию по проблемам геологии докембрийских месторождений цветных металлов.

Являясь директором Дальневосточного института минеральных ресурсов (1983 г.), он реализовал комплекс научно-организационных мер



по реформированию института и повышению его эффективности и практической направленности. В 1987 г. Г.В. Ручкин был назначен директором Всесоюзного научно-исследовательского института экономики минерального сырья и недропользования (ВИЭМС). Тогда в отрасли начали вводить новые хозяйственные механизмы, и Георгию Владимировичу приходилось обеспечивать выполнение комплекса работ по организации и внедрению отраслевой хозрасчетной системы. С 1989 г. Г.В. Ручкин вновь стал заниматься научно-исследовательской работой в ЦНИГРИ.

Ещё одной областью научно-производственных интересов Георгия Владимировича являлось выявление комплексов прогнозно-поисковых признаков рудоносности и системы моделей рудных месторождений, разрабатывавшихся в ЦНИГРИ в 1980-х–начале 1990-х годов. Под его руководством осуществлялось комплексирование работ по прогнозу и поискам колчеданно-полиметаллических месторождений в докембрийских углеродисто-терригенных комплексах (1987 г.) и составлению атласа параметрических геолого-поисковых моделей колчеданно-полиметаллических месторождений (1993), выполнены работы: «Критерии оценки металлоносности черносланцевых толщ на основе комплекса литолого-геохимических признаков» (1994), «Металлогенические и рудно-

формационные ряды месторождений цветных и благородных металлов в основных геотектонических обстановках» (1998).

Г.В. Ручкин принимал участие в исследованиях, связанных с системой управления, использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы России. Под его руководством составлен раздел «Цветные металлы (свинец и цинк)» 2004 г., проведена работа по инвентаризации ведомственных нормативно-методических и нормативно-технических документов, используемых в системе МПР России при геологоразведочных работах на твёрдые полезные ископаемые (2003–2006 гг.). Также под руководством и при непосредственном участии Г.В. Ручкина были разработаны научно-исследовательские основы комплексной оценки рудоносности осадочных бассейнов, проанализированы закономерности формирования и размещения месторождений цветных и благородных металлов на территории Карелии, Забайкалья, Дальнего Востока, Украины. Высоких результатов Георгий Владимирович достиг в работах по оценке перспектив золотоносности терригенных и черносланцевых комплексов Востока России и разработке методов и методик прогноза и поисков золоторудных месторождений в этих комплексах (2007–2009 гг.).



XXXII международный геологический конгресс (Италия, Флоренция, 20–28 августа 2004 г.)



Лауреаты премии Правительства Российской Федерации 2000 г. в области науки и техники (за комплект карт экзогенной золотоносности и платиноносности РФ)



Вручение награды РАЕН

Г.В. Ручкин вёл большую научно-организационную и научно-педагогическую работу. Он подготовил 15 кандидатов геолого-минералогических наук. На протяжении ряда лет был председателем Приамурского филиала Географического общества СССР, Хабаровского отделения Всесоюзного минералогического общества, членом ряда учёных и научно-методических советов отрасли, членом редакционных коллегий журналов «Советская геология», «Тихоокеанская геология», «Руды и металлы». В 2010 г. Георгий Владимирович возглавил журнал «Отечественная геология». На этом посту он пробыл до 2015 г., принимая активное участие в жизни журнала, оказывая помощь молодым авторам в работе над рукописями. Он неоднократно выступал с докладами на международных геологических конгрессах и симпозиумах.

Результаты научных исследований Г.В. Ручкина изложены в более чем 250 научных трудах, включая 14 монографий, он – один из авторов «Металлогенического кодекса России».

За успехи в научной деятельности Г.В. Ручкин был удостоен премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники в 2000 г. (за комплект карт экзогенной золотоносности и платиноносности РФ) и 2008 г. (за создание и реализацию системы прогноза и воспроизводства минерально-сырьевой базы благородных и цветных металлов РФ), награждён орденом «Знак почёта», медалью «Ветеран труда», знаком «Отличник разведки недр» и «Почетный разведчик недр».

Благожелательность, требовательность и огромное трудолюбие снискали Г.В. Ручкину глубокое и искреннее уважение коллектива.

В 2017 г. Георгия Владимировича Ручкина не стало, но светлая память о нём навсегда останется в сердцах близких, друзей, коллег и учеников.

*Учёный совет ФГБУ «ЦНИГРИ»
Редколлегия и редакция журнала*

Всероссийский форум-выставка

2020 НЕДРА

Изучение. Разведка. Добыча

ОРГАНИЗАТОР ФОРУМА:



Федеральное агентство по недропользованию
Российской Федерации

КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ ФОРУМА-ВЫСТАВКИ:

- Вклад геологов в Победу в Великой отечественной войне 1941–1945 гг.;
- Региональное геологическое изучение недр как основа воспроизводства минерально-сырьевой базы России;
- Основные тренды развития в области поисков, разведки и добычи полезных ископаемых;
- Разведка, добыча трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородного сырья;
- Современные технологии использования и разработки отходов недропользования;
- Цифровизация государственных услуг в области недропользования;
- Меры стимулирования поисков месторождений полезных ископаемых. Государственно-частное партнёрство в сфере недропользования;
- Подготовка и переподготовка кадров геологической отрасли.



www.nedra2020.ru

тел. +7 (977) 524 1721

тел. +7 (913) 324 3848



X международная научно-практическая конференция
**«Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов,
благородных и цветных металлов»**
14–17 апреля 2020 г., Москва, ФГБУ «ЦНИГРИ»

Цель конференции:

развитие научно-методических основ прогноза, поисков и оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов (АБЦМ), определение направлений работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы АБЦМ.

Тематика конференции:

- минерагения АБЦМ;
- приоритетные направления прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ на АБЦМ;
- перспективные объекты для постановки геологоразведочных работ на АБЦМ различных стадий;
- опыт проведения и результаты геологоразведочных работ на АБЦМ объектов распределённого и нераспределённого фондов недр;
- научно-методические основы комплексирования геологических, геохимических, геофизических методов прогноза, поисков и оценки месторождений АБЦМ;
- использование комплексных моделей месторождений для целей прогноза, поисков, оценки и разведки АБЦМ;
- разработка и реализация инновационных методов, методик и технологий ГРП на АБЦМ;

Место проведения:

117545, Москва, Варшавское шоссе, дом 129, корп. 1
ФГБУ «ЦНИГРИ»

Первое информационное письмо

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ») проводит 14–17 апреля 2020 г. X Международную научно-практическую конференцию «Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов». Конференция проводится при поддержке Федерального агентства по недропользованию, Российской академии наук, Российского геологического общества, Ассоциации геологических организаций.

К сведению участников:

Для участия в конференции приглашаются представители территориальных органов Роснедр, геологоразведочных предприятий, компаний недропользователей, научно-исследовательских отраслевых, академических институтов и ВУЗов

Программа конференции включает пленарное заседание, устные и стендовые доклады на тематических секциях, а также геологические экскурсии на золоторудные или полиметаллические месторождения России (участие в экскурсиях платное).

Официальный язык конференции – русский и английский.

Тезисы докладов не редактируются и публикуются в авторском варианте. Сборник тезисов докладов будет издан к началу конференции. Базовые доклады планируется опубликовать в журналах «Отечественная геология» и «Руды и металлы».

Программа конференции будет разослана в электронном виде зарегистрированным участникам.

*Регистрация участников и приём тезисов будет проводиться на
сайте Института с 1 августа до 01 марта 2020 года*

Контакты:

Котельников Евгений Евгеньевич Антонец Анастасия Владимировна
(495)315-28-10 (495)315-26-01
e-mail: conference@tsnigri.ru