

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ФГУП ЦНИГРИ)**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
АЛМАЗОВ, БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ**

**VIII Международная научно-практическая конференция
(16–18 апреля 2018 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ)**

**Москва
ФГУП ЦНИГРИ
2018**

УДК [553.3/4+553.5/7].043+558

Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Сборник тезисов докладов VIII Международной научно-практической конференции. (16–18 апреля 2018 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ). М.: ЦНИГРИ. 2018. 178 с.

В сборник включены 150 докладов, представленных на конференции. Цель конференции – обеспечение реализации подпрограммы I «Воспроизводство МСБ, геологическое изучение недр» Государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» и положений «Стратегии развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 года». В тезисах докладов отражены принципы планирования и реализации федеральных ГРР, научно-методические основы комплексирования геологических, геохимических, геофизических методов прогноза, поисков и оценки месторождений, комплексные модели месторождений для целей прогноза, поисков, оценки и разведки, оптимизация и координация работ по научно-методическому обеспечению и сопровождению федеральных ГРР, передовой опыт проведения ГРР по воспроизводству минерально-сырьевой базы России, инновационных технологий ГРР.

Научно-техническое издание

Сдано в набор 23.03.2018. Подписано в печать 06.04.2018

Уч. изд. л. 9,0. Тираж 250 экз.

Полиграфическая база ЦНИГРИ
117545, Варшавское шоссе, дом 129, корп. 1

ISBN 978-5-85657-025-9

© Центральный научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов
(ФГУП ЦНИГРИ), 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

Планом выставочных мероприятий, конференций и научных совещаний Федерального агентства по недропользованию на 2018 г. (приказ Роснедр от 21.12.2017 № 580) на ФГУП ЦНИГРИ возложена ответственность за подготовку и проведение VIII Международной научно-практической конференции «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 16–18 апреля 2018 г. в г. Москве, ФГУП 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:

- приоритетные направления прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ на АБЦМ;
- перспективные объекты для постановки геологоразведочных работ за счет средств федерального бюджета по воспроизводству минерально-сырьевой базы АБЦМ;
- опыт проведения и результаты геологоразведочных работ на АБЦМ объектов распределенного и нераспределенного 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.

Состав организационного комитета: председатель – Киселев Е.А. (Роснедра); сопредседатели – Аксенов С.А. (Роснедра), Морозов А.Ф. (Роснедра), Иванов А.И. (ФГУП ЦНИГРИ), Орлов В.П. (РосГео); члены оргкомитета – Аксенов Е.М. (ФГУП ЦНИИГеолнеруд), Аракчев Д.Б. (ФГБУ «Росгеолфонд»), Бортников Н.С. (ИГЕМ РАН), Вартанян С.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Гаранин К.В. (АК «Алроса»), Гудков С.В. (ФГКУ «Росгеолэкспертиза»), Кашуба С.Г. («Союз золотопромышленников России»), Крук Н.Н. (ИГиМ СО РАН), Макаров В.А. (ИГДГиГ), Машковцев Г.А. (ФГБУ ВИМС), Милетенко Н.В. (Минприроды России), Михайлов Б.К. (АО «Росгеология»), Петров О.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Похиленко Н.П. (ИГиМ СО РАН), Пущаровский Д.Ю. (МГУ), Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН), Спиридонов И.Г. (ФГБУ ИМГРЭ), Старостин В.И. (МГУ), Таракановский В.И. («Союз старателей России»), Толстов А.В. (НИИ ГП АК «Алроса»), Фаррахов Е.Г. (РосГео), Черных А.И. (ФГУП ЦНИГРИ), Щендригин А.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).

На конференцию заявлено 150 докладов из 62 организаций и предприятий Роснедра, РАН, ВУЗов, организаций-недропользователей.

Тезисы в сборнике расположены внутри разделов в алфавитном порядке по фамилии первого автора. Тезисы не рецензировались.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ И ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА АБЦМ

Chen Jianguo ^{1,2}, Wang Chengbin ^{1,2}, Qi Guangwen ^{1,2}, Wang Lei ^{1,2}
**UNCERTAINTY EVALUATION OF GEOLOGICAL MODELLING
USING GEOPHYSICAL DATA**

**¹ State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources,
China University of Geosciences, Wuhan 430074, China**

² Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

In order to understand the Earth's structure and face the challenge of mineral and energy in the future, many countries have carried out the deep exploration program, such as Glass Earth Program, Europrobe, Lithoprobe, Cocorp and SinoProbe. MOST of China proposed the Special Funds of "Deep Resource Exploration and Mining" in 2016 to master the ability of deep mineral resource development. "Three -Dimensional Geophysics Modeling and Prediction of Deep Mineral Resources" is the sub-project of second term.

In this paper, we mainly introduce our research works on uncertainty evaluation of geological modelling using geophysical data. Analyzed the main sources of uncertainty in the geological and geophysical modeling and prediction of deep metallogenic space, including different mathematical-physical equivalent source, measuring error, data processing error, different geophysical method and geological complexity etc. Set up the main flow of uncertainty evaluation in geological-geophysical modeling; studied the expression and propagation model of uncertainty, proposed some methods to reduce the uncertainty of modeling & prediction. Discussed an effective modeling depth assessment based different combination of geophysical methods (gravity, geomagnetic, electric, electromagnetic, logging and seismic method).

Keyan Xiao, Nan Li, Ning Cui, Li Sun, Xianglong Song, Jianfu Fan, Jiangning Yin
**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES ASSESSMENT
SOFTWARE TO GIS-BASED PROSPECTIVITY ANALYSIS AT DEPTH**

Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences

Abstract: The work of mineral resources assessment contains the estimation and evaluation of the minerals, the types, the location, the quantity and the economic value for the undiscovered mineral resources underground, which give an answer to the decisions of the government and the exploration companies. With the development of the geosciences and mining results, it shows a great mineral resources potential at depth. It is an urgent to build up a method for deep mineral resources assessment and develop a software to GIS-based prospectivity analysis at depth.

With the increasing prediction depth, the effective information is relatively scarce. By the metallogenic spatial three-dimensional reconstruction for the mineral resources at depth, it collects the effective information which are favorable for mineralization. It build up an integrated information model which is a comprehensive application of geology, geo-geophysical, and geo-geochemical. The software realizes the data - knowledge depth fusion in 3D geological modeling, geo-geophysical modeling which can reduce the multiresolution of the 3D inversion results of geophysics and improve the identification of physical differences, the visualization and analyzation for the massive multi-source datasets, the identification and extraction of uncertainty factors for the ore-forming information at depth, multi-source heterogeneous data processing and visualization, mineralization information synthesis.

In all, it is an urgent that developing a mineral resources assessment software to GIS-based

prospectivity analysis at depth. The software can not only realize deep metallogenic spatial three-dimensional reconstruction and visualization, but also deep metallogenic geological geophysical and geochemical information extraction and depth prediction, three-dimensional geological information extraction and quantitative prediction, deep earth space-time multiscale numerical simulation prediction of mineral resources evaluation.

**Анташук М.Г., Загайный А.К., Лобкова Л.П., Сомов Н.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОСТПАЛЕОЗОЙСКИХ
КИМБЕРЛИТОВ НА СЕВЕРЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ:
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

В северной части ВЕП достоверно установлены проявления кимберлитового магматизма пяти эпох: раннепротерозойской (кимберлиты Кимозера); среднерифейской (кимберлиты и лампроиты Костомукши, Кумо-Лентеры); позднерифейской (кимберлиты Куусамо); венд-кембрийской (кимберлиты Каави-Куопио); среднепалеозойской (кимберлиты Терского и Зимнего берега).

На значительной части территории ВЕП поиски докембрийских и палеозойских кимберлитов экономически нецелесообразны, поскольку они перекрыты мощными платформенными отложениями Русской плиты. В этой связи большое практическое значение приобретает решение вопроса: проявилась ли на севере ВЕП мезозойская и кайнозойская эпохи кимберлитового магматизма, установленные в пределах других древних платформ?

В настоящее время, несмотря на многолетние геологические исследования, достоверные факты обнаружения здесь постпалеозойских магматических образований не установлены. Информация о Илезских трубках взрыва, мелалейцититах р. Сухоны, силлах и дайках Мезенской синеклизы требует дополнительного детального рассмотрения.

Интерес к поискам кимберлитов в пределах Московской и Мезенской синеклиз не угасает до сих пор. Обоснованием постановки поисковых работ служат благоприятные структурно-тектонические и глубинные предпосылки алмазоносности, но главное – находки индикаторных минералов кимберлитов (ИМК) и алмазов в терригенных образованиях триаса и полифациальных четвертичных отложениях. Предполагается, что их коренными источниками являются мезозойские кимберлитовые тела, развитые на незначительном удалении.

Решение вопроса о принципиальной возможности проявления постпалеозойского кимберлитового вулканизма на севере ВЕП требует проведения всесторонних комплексных исследований по следующим основным направлениям:

1. Сбор, систематизация и анализ материалов региональных геологических исследований, оценка степени достоверности результатов проведенных поисковых работ на мезозойские кимберлиты.
2. Проведение палеотектонического анализа с выделением региональных уровней несогласий – индикаторов эпох проявления платформенного магматизма.
3. Выявление основных элементов блоковой архитектуры, особенностей глубинного строения территории.
4. Установление комплекса факторов контроля алмазоносности для территории исследований.
5. Изучение ледниковых отложений и ИМК с целью установления дальности и направления переноса.
6. Изучение и опробование горизонтов грубообломочных мезозойских образований с целью выявления следов ТМА (продуктов разрушения местных магматических пород) и обнаружения ИМК и алмазов.

В результате проведения указанного комплекса исследований появится возможность сделать обоснованный вывод о целесообразности продолжения поисков мезозойских и кайнозойских кимберлитов на севере ВЕП.

**Волков А.В., Сидоров А.А., Галямов А.Л., Чиждова И.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
ВОПРОСЫ ГЛОБАЛЬНОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ
ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА: ВЫВОДЫ ДЛЯ ПРОГНОЗНО-
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ**

Тихоокеанский рудный пояс (ТРП) огромным кольцом охватывает активные континентальные окраины континентов вокруг одноимённого океана. Протяжённость внешней границы свыше 56 тыс. км, а ширина варьирует от нескольких сот до тысяч км. Недр ТРП богаты не только благородными, но и черными, цветными и редкими металлами, а также разнообразными драгоценными и поделочными цветными камнями и другими ценными полезными ископаемыми. Современные, мезозойские, палеозойские и еще более древние вулканоплутонические пояса широко представлены в составе ТРП – хранят, богатейшие клады различных металлов, созданные ими в периоды своей жизни. Работа С.С.Смирнова «О Тихоокеанском рудном поясе» (1946) выдающееся обобщение металлогенических знаний сороковых годов, значение которого с годами только возрастает. Идеи новой глобальной тектоники в определенной мере ассимилировали результаты исследований этой школы. Однако элементы глобальной металлогенической однородности и зональности ТРП оказалось не просто объяснить с позиций террейновой концепции. Воспринимая последнюю с методологических позиций структурно-формационных зон, в докладе мы предлагаем объяснение этих элементов, привлекая рудноформационный анализ.

В пределах ТРП окраинно-континентальные вулканогенные пояса нередко наложены на островодужные, кратонные и другие террейны пассивных континентальных окраин. Именно специфика оруденения, распространенного в разнообразных террейнах фундамента, окраинно-континентальных вулканоплутонических поясов и их перивулканических зонах позволяет говорить о ТРП как особой глобальной по С.С.Смирнову (1946) металлогенической структуре.

В докладе охарактеризованы элементы глобальной металлогенической однородности ТРП. Детально рассмотрена металлогеническая зональность андийского и северо-западного сегментов ТРП. Показано металлогеническое значение Ag/Au отношения в рудах эпитермальных месторождений ТРП. Показано, что с течением времени представления С.С.Смирнова (1946) о зональности ТРП получили существенное развитие с позиций новой глобальной тектоники. Его представления о внешней зоне ТРП послужили определенным стимулом при разработке новых научных направлений о тектоно-магматической активизации, об аккреционных и постааккреционных металлогенических поясах. Однако природа металлогенических однородностей внутренней и внешней зон ТРП («Ag-Cu» и «Sn-W») представляется нам более сложной и неоднозначной. Сопоставление металлогении внутренней и внешней зон в северо-западном сегменте ТРП, прежде всего, показывает исчезновение месторождений Sn в его внутренней зоне. Более «меденосный» характер последней очевиден, что по всей вероятности связано с островодужными террейнами в ее основании. Во внешней зоне – фундамент, в отличие от внутренней зоны представлен мощными оловоносными толщами верхоянского комплекса.

Глобальная металлогеническая однородность и зональность ТРП позволяет предположить широкое развитие аналогов американских месторождений в его азиатской половине, в том числе и в северо-западном сегменте – на Северо-Востоке России. Во внутренней зоне этого сегмента ТРП, весьма реальны перспективы открытия новых колчеданных месторождений (типа Кууроко) и их сателлитов, а также месторождений Fe-Cu-Au оксидных, Cu-Ag типа Манто и других, широко развитых в американской половине ТРП.

Григоров С.А. (ФГБУ «ИМГРЭ»)
СТРУКТУРЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, КАК ИНСТРУМЕНТ
ЛОКАЛИЗАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ
НА СТАДИИ СРЕДНЕМАСШТАБНЫХ ПОИСКОВ

Эмпирический опыт исследования структур геохимических полей хорошо изученных рудных объектов позволяет утверждать, что формирование обширного класса рудных месторождений является продуктом необратимого нелинейного, прерывисто-непрерывного процесса эволюции геохимического поля рудообразующей системы. Концептуальным обоснованием является фундаментальная теория самоорганизации в процессе рассеянии (диссипации) энергии и вещества, применимая к любым системам в живой и не живой природе. Законы самоорганизации, из всего класса естественных наук, не приемлет только поисковая геология и металлогения, традиционно основанные на исторических принципах и линейных моделях. Несоответствие законов природы и поисковых моделей является основной причиной низкой эффективности поисков вообще, решения прикладных задач геологии в частности.

На реальных примерах установлено, что рудные объекты в иерархическом ряду от рудных узлов, до рудных тел, адекватно отражаются в упорядоченных структурах геохимических полей, которые и являются аномалиями. Критериями локализации и ранжирования таксонов иерархической системы рудообразования служат четыре основных вида геохимической зональности в контексте фрактальной структуры. Концентрическая зональность центробежного и центростремительного типа, синхронная зональность и латеральная зональность. Фрактальная структура представляет собой системы таксонов в виде разложенной в ряд или собранной матрёшки, каждый из которых подобен по форме, но бесконечно разнообразен по набору элементов, что объясняет неповторимое многообразие минерального состава месторождений и характеризует геохимическую (рудную) специализацию. Концентрическая зональность центробежного типа формируется в процессе рассеяния химических элементов относительно центров приложения внешней энергии. Концентрическая зональность центростремительного типа образуется в границах замкнутого пространства рудообразующей камеры за счёт внутренней энергии и направлена от периферии к центру. Синхронная зональность характеризует взаимоотношения пар, триад и более, геохимических полей, сопряженных между собой без наложений в виде пазлов в контексте концентрических структур и фрактальной дробности. Синхронно-зональные взаимоотношения сохраняются без изменения в каждом таксоне системы.

В рамках указанных критериев геохимические поля рудных объектов представляют концентрические морфоструктуры, что служит обоснованием природных границ, рудной специализации, оценки локализованных прогнозных ресурсов категорий P_3 и P_2 , оценки полноты поисковой изученности и др. характеристик прикладного плана. Физические размеры и концентрическая зонально-волновая структура таксонов системы служит основанием для ранжирования локализованных объектов по относительному минерагеническому потенциалу и позволяет на ранней стадии поисков отбраковывать рудопроявления и концентрировать ГРП на объектах первой очереди.

Приведён пример геохимического строения Тенькинской Золотоносной Зоны, в пределах которой с исчерпывающей полнотой локализованы и оценены ресурсы золота категории P_3 , – Омчакский ($n \cdot 1000$ тонн, реализовано 70%) Дегдеканский ($n \cdot 100$ тонн, реализовано 50%) и Детринский рудные узлы ($n \cdot 10$ тонн, реализовано 0%). Также обоснованы площади размещения рудных полей, где следует провести поиски следующего масштабного уровня для полной реализации прогнозной оценки.

Григоров С.А., Кременецкий А.А. (ФГБУ «ИМГРЭ»)
СТРУКТУРА ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ ОРЕОЛООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ
И КРИТЕРИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗНОРАНГОВЫХ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

По результатам структурно-геохимического анализа баз геохимических данных (аллювиальные, донные, почвенные и коренные пробы) показано, что геохимическое поле Земли является продуктом самоорганизующейся дифференциации под воздействием эндогенных сил различной природы. Предполагается, что первичное геохимическое поле имеет структуру аналогично глубинному строению Земли и, по всей видимости, представляет собой послойную волновую сферическую конструкцию. Такое строение, на примере распределения золота и плотностных характеристик вмещающего геологического субстрата, подтверждается наблюдениями в разрезе Кольской сверхглубокой скважины.

Предлагается инновационная методика геохимического прогноза и поисков на основе фундаментальных законов самоорганизации диссипирующей среды с выявлением *структурных* признаков эволюции рудо- и ореолообразования на всех уровнях формирования геохимического поля. Такой подход обеспечивает прогнозируемый результат при картировании искоемых геохимических объектов в линейке масштабов от 1:20 000 000, до 1:2000 в системе: мегаблоки – провинции – минерагенические зоны – минерагенические области – рудные районы – рудные узлы – рудные поля – рудные зоны – рудные тела – рудные столбы. При детализации на завершающих стадиях поисков выполняется ранжирование выявленных объектов по их перспективности и отбраковка рудопроявлений и точек минерализации, не имеющих практического значения.

Характеризуются критерии локализации разноранговых таксонов геохимического поля, как элементов его структурной упорядоченности. Последняя обусловлена сочетанием четырёх основных видов геохимической зональности: синхронной, латеральной, центробежной и центростремительной в контексте фрактальной дробности.

Сформулировано иное, чем общепринято, представление о содержании понятия «аномалия геохимического поля» (АГХП). *Аномалией является высокоупорядоченная структура геохимического поля, отражающая рудные объекты в естественных границах таксонов иерархического ряда: рудный столб – рудное тело – рудная зона – рудный блок – рудное поле – рудный узел.* Фундаментальными признаками аномальности геохимического поля рудообразующей системы является структурная упорядоченность таксонов в виде замкнутой по периметру концентрической, синхронной и латеральной зональности в контексте фрактальной структуры, что позволяет обнаруживать в нём отражение рудных объектов и ранжировать их по относительной перспективности. Фрактальная структура АГХП на каждом иерархическом уровне, в виде самоподобных, ранжированных по размерам структур, имеет свои особенности, но единый морфологический облик. На каждом уровне образуется только один главный объект, который является энергетическим центром АГХП соответствующего уровня. *Самоорганизация фрактальной структуры аномалии АГХП исключает возможность образования какой-либо иной конфигурации.*

Приведены примеры строения разноранговых таксонов ореолообразующей системы в российском секторе Арктики севернее параллели 60°. На обзорном уровне плотность опробования в масштабе 1:20 000 000, позволяет оценить крупные неоднородности геохимического поля, характеризующие глобальную дифференциацию минерального вещества. Последние обусловлены блоковой тектоникой ортогональной системы и латеральной зональностью по меридиану и широте. В секторе высоких широт накапливаются редкие и рассеянные элементы, марганец, фосфор, уран, кобальт, ванадий, цинк, свинец, серебро, медь, молибден, вольфрам и олово. Минерагенические потенциалы Восточного и Западного мегаблоков близки в силу сопоставимых физических размеров. Оценка их геохимической специализации, из-за многокомпонентности и низкой структурной информативности ореольных содержаний химических элементов, в этом масштабе не имеет обоснования.

Структурно-геохимическая детализация площади Верхояно-Колымского аккреционно-надвигового пояса выполнен в масштабе 1:5 000 000. На уровне минерагенической провинции обнаруживается концентрически-зональная блоковая геохимическая структура. При этом, АГХП меди и молибдена, золота и олова образуют синхронно-зональные ансамбли в контексте концентрической структуры, внешнее обрамление которой представлено золотом. В ядре ансамбля – не структурированные геохимические поля перечисленных элементов указывают на геохимическую специализацию таксона.

Структурно-геохимический анализ ядра системы в масштабе 1:500 000 так же выявляет синхронно-зональные пары элементов (медь + молибден), (золото + серебро), фиксируя крупный фрагмент в ранге минерагенической зоны.

Иллюстрацией строения таксонов в ранге минерагенической области и рудного района могут служить результаты структурно-геохимического анализа данных по потокам рассеяния в масштабе 1:200 000–1:100 000 в Колымском регионе. В синхронно-зональном АГХП меди + молибдена, в контексте концентрической зональности, отражена минерагеническая область и рудный район с медно-молибденовой рудно-геохимической специализацией. При детализации участка в пределах ядра системы проявляются детали строения, отражающие ранг рудного района. Концентрическая синхронная зонально-волновая структура АГХП молибдена и меди локализует рудный район и позволяет ориентировочно оценить размещение потенциальных рудных узлов в составе рудного района.

Фрактальная структура ансамбля в ядре описываемой системы определяет ранжирование выявленных объектов по минерагеническому потенциалу, который закономерно убывает от центрального таксона на север и юг в пределах основной зоны ядра. Таксоны-сателлиты обладают наименьшим минерагеническим потенциалом на медь и молибден, но с ними могут быть связаны рудные объекты подчиненной размерности, сопутствующие благороднометалльному оруденению, например, медно-молибденовой формации.

Дементеев Л.И., Головкин А.В. (ГП ЦГГЭ, Узбекистан)
РУДОНОСНОСТЬ АНДЕЗИТОВОЙ ФОРМАЦИИ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ
ГИССАРСКОГО ХРЕБТА (ЮЖНЫЙ УЗБЕКИСТАН)

Андезитовая формация в настоящем объеме выделена по работам 1986–1993 гг. на юге Южносурхантауской вулcano-тектонической структуры (ВТС). Она представлена полнодифференцированным рядом: оливиновые базальты, трахиандезибазальты, трахиандезиты, латиты, трахиты, трахидациты, трахириодациты с преобладанием эффузивно-экструзивных фаций. Так как эти породы ранее включались в разнообразные свиты и комплексы, то был выделен средне-верхнекаменноугольный хаузский вулканогенный комплекс.

В стратотипе в нижней части разреза обнажаются лавобрекчии оливиновых базальтов, переходящие в шальштейны мощностью порядка 25 м. Выше они постепенно сменяются миндалекаменными оливиновыми базальтами, мощностью 50 м. Вверх по разрезу обнажаются массивные андезибазальты (80 м). Лавовый разрез завершается миндалекаменными трахиандезитами (40 м). Трахиандезиты перекрыты маломощным (15 м) прослоем игнимбритоподобных пород риодацитового состава. Верхняя часть разреза представлена толщей туфов, переслаивающихся с игнимбритоподобными породами (85 м). В основании туфовой толщи встречаются карбонатно-кремнистые линзы и выдержанный прослой пизолитовых туфов с удлинённо-вытянутыми аккреционными лапиллями мелкопесчистой размерности и единичными обломками андезибазальтов. Он встречается во всех вулканоструктурах и является маркером. Наиболее полные разрезы изучены в Ю.Сурхантауской, Чакчарской и Якабагской ВТС.

В разрезе Хандизинской ВТС отмечается отсутствие в основании базальтоидов и высокая степень динамометаморфических преобразований. Мощность толщи на водоразделе Чинарсай-Майдансай – 90 м. На горизонте штольни 15 отмечается резкое увеличение мощ-

ности (до 400 м), которое возможно при наличии экструзивного купола сложного строения. Становление купола происходило синхронно надвигообразованию и сопровождалось как гидротермально-метасоматическими, так и динамо-метаморфическими процессами, преобразующими вязкие кислые породы в пористые пенные потоки, благоприятные для рудообразования. Лавы трахириодацитов-трахидацитов флюидально-ликвационные с обломками и обособлениями различной формы и размерности. В обломках преобладают перлиты розового или коричневого цвета, заключенные в хлоритизированный базис. В ликвационных лавах хлоритовые обособления концентрируются в виде ориентированно-вытянутых линз с крупными (до 2 мм) порфиrowыми выделениями полевого шпата (10–15%). Характерной чертой хандизинских трахитов и трахириодацитов является их повышенная щелочность с резким преобладанием калия над натрием.

Верхний контакт с известняками глыбового горизонта проходит по зоне интенсивного расщепления, гематитизации, серицитизации и карбонатизации мощностью 10 м. На этом уровне расположена рудная залежь месторождения Чинарсай с золото-серебряной минерализацией.

Комплексный анализ диаграмм идентификации геодинамических обстановок пород андезитовой формации позволяет сделать выводы о приуроченности данной формации к группе континентальных или окраинно-континентальных субщелочных серий, типичных для областей сопряженной активизации, формирующихся над зонами субдукции.

**Иванов Д.В. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО)), Толстов А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)),
Иванов В.В. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО))**

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ В ПРЕДЕЛАХ АЛАКИТ-МАРХИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ (АМПК)

Реконструкция рельефа карбонатного цоколя на карбоновое время успешно применяется в практике поисков кимберлитовых тел в Западной Якутии. Перекрытые площади имеют сложное геологическое строение и многоярусное расположение осадочных коллекторов алмазов. Палеорекострукции применяются с целью установления областей размыва кимберлитового материала, направлений его переноса и захоронения, к которым могут быть приурочены кимберлитовые поля. Методика этих исследований заключается в составлении комплекта литолого-палеогеографических, литолого-геологических карт, карт палеорельефа и др. для определенных временных срезов, отвечающих времени накопления коллекторов минералов-спутников алмаза (МСА). Эти карты позволяют восстановить области денудации и сноса, восстановить палеорельеф с использованием реперных поверхностей на момент захоронения отложений (промежуточных коллекторов алмазов и МСА), локализовать прогнозное положение коренных кимберлитовых тел.

Для построения комплекта специальных карт с палеорекострукциями выполняется проходка поисковых скважин по регулярной сети с комплексом ГИС и опробованием. По керну скважин производится литолого-стратиграфическое расчленение разрезов с использованием ГИС (гамма-каротаж), шлихового опробования базальных каменноугольных отложений и «подвешенных» внутриформационных грубообломочных отложений и отбором проб. Реконструкция древнего рельефа является весьма важной, но и очень сложной задачей, особенно в районах распространения интрузий основного состава, искажающих структурный план АМПК и затрудняющих палеорекострукции. Карты погребенного палеорельефа карбонатного цоколя на территорию АМПК являются важными составляющими прогноза и поисков коренных источников алмазов. В практике здесь давно применяются карты восстановленного палеорельефа, построенные на основе анализа остаточных мощностей силурийских

отложений, карты рельефа погребенного карбонатного цоколя, отстроенные по его абсолютным отметкам, а также литолого-геологические планы.

Применение комплекта карт позволяет получить представление об общем региональном, а также локальном направлении переноса обломочного материала и минералов-спутников алмаза, определить вероятные области размыва с локализацией источников кимберлитовых минералов. Подтверждается факт тяготения кимберлитовых тел к поднятиям в палеорельефе – к водораздельным частям и их склонам. Составление карт погребенного рельефа кимберлитовмещающего цоколя и литолого-геологических планов является важной составной частью прогнозных построений по выделению участков перспективных на обнаружение коренных источников алмазного сырья.

**Котельников Е.Е., Третьякова И.Г., Гирфанов М.М. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОТДЕЛ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА:
ЗАДАЧИ, ПРОЕКТЫ, ВОЗМОЖНОСТИ**

Институт ЦНИГРИ, созданный в 1935 году и специализирующийся в области научно-методического обеспечения поисковых и оценочных работ на благородные (золото, серебро, платиноиды), цветные (медь, никель, кобальт, свинец, цинк) металлы и алмазы, имеет значительный опыт участия своих специалистов в проведении экспертных, геолого-разведочных и научно-исследовательских работ за рубежом. В системе Мингео СССР организация таких работ централизованно выполнялась производственным объединением «Зарубежгеология». В дальнейшем формы участия российских геологов в работах за рубежом диверсифицировались, государство в значительной степени утратило контроль в этой сфере. В настоящее время, в целях укрепления роли Минприроды РФ в международном геологическом сотрудничестве, организован отдел международного сотрудничества ФГУП ЦНИГРИ. Ниже формулируются основные цели и направления работ отдела ОМС ФГУП ЦНИГРИ.

Основными задачами отдела международного сотрудничества являются:

- подготовка предложений по планированию и организации международного взаимодействия института в области изучения минерально-сырьевой базы и сопровождения геологоразведочных работ на благородные и цветные металлы и алмазы, проводимых в рамках заданий Минприроды России и Федерального агентства по недропользованию (Роснедра);
- обеспечение подразделений Минприроды РФ и института современными данными по конкретным видам минерального сырья; анализ возможностей использования минерально-сырьевых ресурсов зарубежных стран в интересах Российской Федерации;
- внедрение передового зарубежного опыта и результатов НИР в области поисков и оценки месторождений ТПИ в практику проведения геологоразведочных работ;
- оказание содействия российским и зарубежным участникам внешнеэкономической деятельности в сфере геологоразведки с целью расширения перспектив взаимодействия геологической службы РФ с зарубежными компаниями;

Основными направлениями деятельности отдела в рамках решения перечисленных задач являются:

- подготовка и участие в международных организационных мероприятиях по вопросам, входящим в сферу деятельности Минприроды РФ и Роснедра, в том числе участие в работе межправкомиссий и международных совещаниях;
- подготовка международных геологоразведочных проектов, обеспечение участия в них ФГБУ ЦНИГРИ;
- разработка проектов научно-исследовательских и производственных работ; разработка технических заданий, методических и рабочих программ, технико-экономических обоснований, прогнозов и предложений по внедрению разработанных методик (методических рекомендаций) проведения геологоразведочных работ в практику работы института и в геологи-

ческую отрасль в соответствии с профилем института;

- проведение геологоразведочных, опытно-методических работ в России и за рубежом в целях совершенствования существующих и разработки новых методик ГРР;

- участие в выставках, конференциях, симпозиумах и других научно-производственных мероприятиях международного уровня как в РФ, так и за рубежом, в том числе в составе делегаций Роснедра;

- подбор кадров для выполнения плановых научно-исследовательских и производственных работ;

- подготовка информационных и аналитических материалов о состоянии мирового рынка алмазов, благородных и цветных металлов (АБЦМ) с характеристикой количественных показателей МСБ по странам и регионам, основных показателей деятельности горнодобывающей промышленности, степени сырьевой обеспеченности отраслей перерабатывающей промышленности, конъюнктуры мирового рынка минерального сырья и направлений международной торговли сырьевой продукцией и продуктами ее переработки;

- сбор, систематизация и анализ данных по результатам зарубежных научно-исследовательских и геологоразведочных работ на АБЦМ;

- подготовка информационных и аналитических материалов о состоянии и тенденциях развития методов, техники и технологий прогноза, поисков, оценки, месторождений АБЦМ и подготовка соответствующих методических материалов;

- участие в создании разрабатываемых в ФГУП ЦНИГРИ методических руководств по проведению ГРР и продвижение их за рубежом;

- внедрение разработанных методических рекомендаций по проведению геологоразведочных работ в практику работы института и в геологическую отрасль;

- обеспечение практического применения результатов исследований, авторский надзор и оказание технической помощи при их внедрении.

- организация международных геологических экскурсий в РФ и участие в геологических экскурсиях и семинарах за рубежом;

- организация обучения и повышения квалификации зарубежных специалистов.

В структуре ФГУП ЦНИГРИ задачей отдела является информационное обеспечение выполнения важнейших научно-исследовательских и геологоразведочных работ института.

**Кривко Т.Н. (ОАО «УГСЭ»), Коротеев В.А. (ФГБУ ИГГ УрО РАН),
Юриш В.В. (ООО «Запрудгеология»)
КУНДЫЗДИНСКОЕ МЕДНОКОЛЧЕДАННОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ
В МУГОДЖАРАХ**

Кундыздинское месторождение находится в пределах Западно-Мугоджарской зоны (южная часть Магнитогорского прогиба). Кундыздинское месторождение одно из немногих, если не единственное на Урале, сохранившееся в недеформированном виде свою структуру и неизменной всю схему синрудных гидротермальных преобразований вмещающих пород без последующего метаморфизма.

В структурном отношении приурочено к северной части одноименной дугообразно вытянутой (27х5 км) вулcano-тектонической депрессии, обрамляющей Кучукбайское базальтовое поднятие протяженностью около 70 км, которое с запада срезано системой Западно-Мугоджарских разломов. Рудоносная структура представляет собой купол из гиадокластитового состава с подводящим гидротермальным каналом.

Экструзивы и экструзивно-лавовые сооружения имеют слабовыраженную грибообразную форму с потоками растекания на северо-запад и юг, мощность которых меняется от 200 (юг) до 500 м (юг-юго-запад). Кровельная часть экструзивов по периферии брекчирована. В ку-

польных частях и в кровле потоков растекания преобладают шлакоподобные породы.

Руды месторождения медно-цинковые, медные и цинковые.

Вулканогенный разрез рудоносной кальдерной депрессии состоит из эффузивной части, где преобладают андезибазальты, долериты, и экструзивно-лавовой, характерной особенностью которой является полицикличность. В пределах рудного разреза насчитывается 5 эруптивных циклов. По составу экструзивы представлены плагиориолитами, плагиоридацитами и редко дацитами.

Кудрявцева Н.Г. (ФГУП ЦНИГРИ)
ГИДРОТЕРМАЛЬНО ИЗМЕНЕННЫЕ ПОРОДЫ КОЛЧЕДАННО-
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
РУДНОГО АЛТАЯ И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Вулканогенно-осадочные породы, развитые в пределах рудных полей и месторождений с колчеданно-полиметаллическим оруденением претерпели многократные изменения: региональные, поствулканические, контактовые и гидротермальные (околорудные). При этом поисковое значение имеют только околорудно измененные породы. Минеральный же состав пород, претерпевших региональный, поствулканический и гидротермальный метаморфизм очень сходен. Они сложены преимущественно кварцем, серицитом, хлоритом, карбонатом, что создает трудности диагностики при выявлении околорудных метасоматитов среди других видов метаморфизма.

Региональному метаморфизму подвержены осадочные породы раннего-позднего девона, в результате чего они преобразуются в условиях фации филлитов. При этом за счет алевролитов и песчаников с глинистым или известковистым цементом образуются кварц-серицит-хлоритовые или кварц-серицит-кальцит-хлоритовые породы, а за счет кварц-полевошпатových песчаников – кварц-альбит-хлоритовые. Особенностью филлитов является удивительное постоянство их состава на больших площадях.

Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы девона претерпели двукратный метаморфизм: поствулканический и региональный, который рассматривается как суммарный эффект двух процессов. При этом по вулканогенным породам кислого состава образуется альбит-кварц(пирит)-серицитовая минеральная ассоциация, а по породам среднего и основного – альбит-кварц-карбонат-серицит(пирит)-хлорит-эпидотовая. Данные минеральные ассоциации соответствуют фациям пропилитов.

Главными особенностями регионально и поствулканически измененных пород являются: площадное распространение; развитие вне связи с разрывными нарушениями; совпадение их контуров с границами выходов осадочных и вулканогенно-осадочных образований; выдержанный состав на больших площадях и отсутствие зональности. Гидротермально измененные породы, которые сопровождают колчеданно-полиметаллическое оруденение классифицируются как околорудные. Последние формируются в процессе кислотного выщелачивания и отвечают кварц-серицитовой формации (Жариков, Омеляненко, 1965). По характеру ведущих процессов различаются метасоматиты гипогенного выщелачивания, осаждения и гидролитического разложения (Чекваидзе, 1981). Продукты гипогенного выщелачивания широко развиты на месторождениях Змеиногорского, Золотушинского и Рубцовского рудных районов. Они представлены кварцитами, кварц-серицитовыми, кварц-серицит-хлоритовыми и кварц-серицит-хлорит-карбонатными метасоматитами. Состав продуктов выщелачивания определяется составом вмещающих пород. По породам кислого состава (туфами, лавам, риолитам) образуются кварциты, кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые метасоматиты, а по породам основного состава (долеритам, габбро-долеритам)-кварц-серицит-хлорит-карбонатные.

В распределении продуктов выщелачивания в поперечном к рудоносным структурам се-

чении отмечается зональность, выраженная в развитии (при выщелачивании пород кислого состава) в центральной зоне кварцитов и кварц-серицитовых метасоматитов, а во внешних – серицит-хлорит-кварцевых. На периферии рудных зон формируются альбит-кварц-серицит-хлоритовые и альбит-кварц-хлорит-карбонатные породы, которые смыкаются с продуктами поствулканического и регионального метаморфизма. В продольном сечении околорудные метасоматиты выщелачивания приурочены к лежащему боку рудных тел. При этом надрудные отложения не затронуты околорудными изменениями.

Процесс гипогенного выщелачивания сопровождается выносом и переотложением основных петрогенных компонентов из вмещающих пород, в результате чего формируются метасоматиты осаднения: хлоритовые, серицит-хлоритовые, хлорит-карбонатные, серицитовые, серицит-карбонат-хлоритовые. Эти породы образуют метасоматические тела и линзы длиной от 50–100 м до 1,0 км при мощности от 0,5 до 100 м. Формируются эти тела обычно в нижней или верхней части рудных тел.

По сравнению с метасоматитами гипогенного выщелачивания и осаднения наибольшим распространением пользуются околорудно измененные породы гидролитического разложения. По своему составу они близки к породам, развитым в периферических частях околорудных метасоматитов гипогенного выщелачивания. В зависимости от состава вмещающих пород преимущественное развитие приобретают ассоциации кварца, серицита, хлорита, альбита (по вулканитам кислого состава), либо серицита, хлорита, карбоната, альбита (по породам среднего и основного состава). Такие новообразования образуют пятнисто-вкрапленные скопления, составляющие не более 20–25% от объема породы. Ореолы продуктов малоинтенсивного гидролитического разложения распространены от рудных тел на 300–350 м и более (до нескольких км) и они фиксируют не только месторождения, но и рудные поля.

Колчеданно-полиметаллические месторождения и рудопроявления в северо-западной части Рудного Алтая подвержены воздействию гранитоидных интрузий, в результате чего отмечается наложение продуктов контактового метаморфизма на околорудно измененные породы. В результате контактового метаморфизма метасоматитов гипогенного выщелачивания (кварц-серицитовых, кварц-серицит-хлоритовых) в них формируются пятнисто-прожилковые выделения биотита, эпидота, актинолита, пирротина, а в метасоматитах осаднения (хлоритовых и хлорит-карбонатных породах) – скопления талька, иногда калиевого полевого шпата.

Поисковые значения околорудно измененных пород состоит в следующем: наличие на площади метасоматитов гипогенного выщелачивания и осаднения является прямым поисковым признаком на колчеданно-полиметаллическое оруденения. Косвенным признаком является наличие ареалов метасоматитов гидролитического разложения, отвечающих рудным полям и ореолов околорудных пород внешних зон метасоматитов гипогенного выщелачивания, отвечающих месторождениям.

**Куликов Д.А., Красносельских А.А., Карпухина М.В., Рогизный В.Ф., Черемисин А.А.,
Александрова А.Е., Алеко С.В. (ФГУП ЦНИГРИ)**

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ПО УКРУПНЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Работы по государственной программе «Воспроизводство и использование природных ресурсов» направлены в том числе на достижение целей устойчивого обеспечения экономики страны запасами минерального сырья и получения достоверной геологической информации о недрах (подпрограмма «Воспроизводство минерально-сырьевой базы (МСБ), геологическое изучение недр»). По большинству объектов в рамках подпрограммы воспроизводства МСБ ожидаемыми результатами являются прогнозные ресурсы полезных ископаемых в заданных количествах.

Согласно определению «прогнозные ресурсы – это кол-во минерального сырья промышленных кондиций...», соответственно, для обоснования оценки прогнозных ресурсов необходимо показать их промышленную значимость, что можно сделать, выполнив квалифицированную геолого-экономическую оценку (ГЭО).

С целью геолого-экономической оценки объектов прогнозных ресурсов сотрудники отдела геолого-экономической оценки месторождений (ОГЭОМ) на основе материалов технико-экономических обоснований кондиций, укрупненных технико-экономических соображений, технических проектов разработки месторождений осуществляют мониторинг технико-экономических показателей объектов цветных и благородных металлов.

Анализ результатов мониторинга показал, что некоторые данные можно с высокой степенью достоверности аппроксимировать семейством кривых в зависимости от различных факторов. Например, показано, что изменение себестоимости добычи руды открытым или подземным способом достаточно надежно коррелируется с годовой производительностью добычи и местоположением объекта относительно существующей инфраструктуры (степень освоенности территории).

Подобный подход при анализе себестоимости вскрыши и обогащения показал более скромные результаты. Это связано с тем, что факторов, которые оказывают влияние на результаты геолого-экономической оценки достаточно много – более 40. Каждый вносит свой вклад в результирующие технико-экономические параметры индивидуально. Можно выделить несколько первостепенных факторов, таких как годовая производительность добычи, освоенность района, способ добычи, обогащения и прочее.

ГЭО позволяет обосновать промышленную значимость объектов по укрупненным показателям даже при их слабой изученности с целью оценки прогнозных ресурсов, в связи с тем, что такие важные для оценки факторы как геолого-промышленный тип, географо-экономическое положение, климат, рельеф и многие геологические факторы известны уже на ранних этапах изучения объекта.

Многие параметры ГЭО (себестоимости добычи и переработки, общекорпоративных и вспомогательных служб рудника) могут быть установлены на основе зависимостей от факторов, оказывающих основное влияние, с высокой степенью достоверности.

Взаимодействие геологических, географо-экономических факторов и параметров ГЭО сложное и порой неоднозначное. Это требует от исполнителей ГЭО опыта и соответствующей квалификации и, что очень важно, тщательно подобранной базы объектов, по которым параметры ГЭО можно сравнивать и использовать для оценки новых объектов.

Лось В.Л. (ТОО «Горно-экономический консалтинг», Казахстан) ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, БАЗОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ОПЫТ И КОНЦЕПЦИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Изучение недр территории РК за последние 2–3 десятка лет не привело к выявлению новых значимых рудных объектов. Это делает особенно **актуальным формирование и использование новых нетрадиционных подходов** для проведения прогнозно-поисковых работ, которые обеспечат восполнение и развитие рудной минерально-сырьевой базы Казахстана. При формировании новых подходов должны приниматься во внимание ограниченные финансовые ресурсы (отсюда, отказ от принципа «комплексности»), коренное изменение геологоразведочной ситуации (ориентация на выявление рудных объектов с низким статусом открываемости), а также необходимость использования новых металлогенических представлений, новой информации о недрах, современных методов математического моделирования и компьютерных технологий (цифровой прогноз).

Новое направление прогнозно-поисковых работ на рудные полезные ископаемые в Казахстане можно сформировать, взяв в качестве базовой **геохимическую технологию Ionex**.

Эта технология основывается и органически вытекает из металлогенических представлений о формировании рудных объектов в результате иерархически организованного перераспределения элементов в геологической среде «на месте». Предполагается, что перераспределение рудных, сопутствующих и других элементов происходит в геоэлектрохимических системах, хотя условия, особенности и механизмы этого перераспределения изучены недостаточно. Информационная основа технологии Ionex создаётся путем картирования полей концентрации рудных, сопутствующих и антагонистичных к ним элементов на основе высокоточных и, что очень важно, фазовых анализов проб, отобранных на дневной поверхности. С помощью фазового анализа определяется содержание слабозакрепленных (подвижных) форм нахождения элементов. Выбор информационной основы определяется моделью перераспределения рудных и других элементов «на месте». Надо отметить, что концентрации элементов являются наиболее естественными прогнозно-поисковыми характеристиками геологической среды (сами рудные месторождения представляют собой участки геохимического поля с резко повышенными содержаниями рудных элементов). Отсюда ясно, что все геологические процессы связаны с процессами формирования рудных объектов через соответствующие поля концентраций (геохимические поля). В научном и прикладном аспектах важным является то, что содержания элементов являются наиболее простыми и фундаментальными характеристиками геологической среды и что они определяются в шкале отношений, что открывает путь к цифровой металлогении и цифровому прогнозированию. Обработка данных и моделирование осуществляется с помощью программ, входящих в авторский программный комплекс ELAN. Кроме того, при обработке данных используются стандартные системы Excel, Surfer, MapInfo. Интерпретация полученных результатов обработки данных и моделирования опирается на представления о формировании рудных объектов в рудообразующих системах и особенностях развития систем с самоорганизацией.

Геохимическая технология Ionex в качестве базового метода прогнозно-поисковых работ использовалась в следующих регионах Казахстана:

Лениногорский и Зырянский районы Рудного Алтая. Площадь работ 24 000 км², м-б 1:500 000 и 1:100 000 (2005–2007 гг.).

Западный Торгай. Площадь 11 000 км², м-бы 1:500 000 и 1:100 000 (2007–2008 гг.).

Жезказганский рудный район. Площадь 137 000 км², м-б 1:1 000 000 (2014–2015 гг.).

Спасская меднорудная зона (Центральный Казахстан). Площадь работ 12 000 км², м-б 1:200 000 (2015–2017 гг.).

Во всех регионах проведенные работы по картированию геохимических полей и их интерпретация позволили выявить новые закономерности в размещении рудных объектов и выделить новые потенциально перспективные на золотое, медное и полиметаллическое оруденение площади. Особый интерес на выявление нового крупного золоторудного района представляет площадь в Жезказганском рудном регионе.

Накопленный опыт позволил предложить концепцию программы прогнозно-поисковых работ на основе технологии Ionex, которая включает 4 этапа:

1 этап. Масштаб 1:2 500 000 (вся территория РК). Выделяемые объекты: рудные районы, крупные рудные узлы. Стоимость 1 км² – 0.8 DUS.

2 этап. Масштаб 1:500 000 (9–12 площадей по 15–40 тыс. км²). Выделяемые объекты: рудные узлы, крупные месторождения. Стоимость 1 км² – 11 DUS.

3 этап. Масштаб 1:100 000 (4–10 участков на каждой площади). Выделяемые объекты: месторождения. Стоимость 1 км² – 150 DUS.

4 этап. Масштаб 1:25 000 (1–3 объекта для постановки оценочных работ). Выделяемые объекты: месторождения, рудные зоны. Стоимость 1 км² – 1400 DUS (без стоимости геофизики и буровых работ).

В настоящее время разработана и утверждена проектно-сметная документация на проведение 1-го этапа работ. Выполнение этого этапа работ является наиболее важным и во многом определяющим успешное выполнение всей программы, создавая фундамент (инфраструк-

туру) для работ всех последующих стадий. Реализация предложенной программы позволит выявить 15–20 существенных по размерам рудных объектов Au, Cu, Zn других металлов в течение 6–12 лет.

Масленникова Э.А. (АК «АЛРОСА» (ПАО))
ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО
И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ
НАКЫНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

Площадь расположена в зоне сочленения крупных мегаструктур Сибирской платформы – Анабарской антеклизы и Вилюйской синеклизы. Общее структурно-тектоническое, морфо-структурное строение территории предопределяют особенности палеогеоморфологического и литолого-фациального строения площади.

В составе осадочного чехла скважинами вскрыты верхнекембрийские, нижнеордовикские, юрские и четвертичные отложения, а также среднепалеозойские магматические образования трапповой и кимберлитовой формаций.

Отложения кор выветривания (T_{2-3}), подошвенные горизонты дяхтарской толщи (J_{1dh}), базальные горизонты укугутской (J_{1uk}) и тюнгской (J_{1tn}) свит являются потенциально продуктивными горизонтами и осадочными коллекторами алмазов на площади Накынского кимберлитового поля.

Формированию погребенных **кор выветривания** (T_{2-3}) элювиальной и карстовой формаций мощностью от 1,5 м до 29,0 м, способствовали интенсивная раздробленность пород нижнепалеозойского цоколя и широкая проявленность процессов карстообразования в поле развития карбонатных пород раннего ордовика.

Дяхтарская толща (J_{1dh}) геттанг-ранне-плинсбахского возраста сформировалась в континентальной обстановке на расчлененной закарстованной низменной равнине в продробленных областях карбонатных пород нижнего ордовика, т.е. является продуктом переотложения и контролируется Вилюйско-Мархинской зоной тектонических разломов северо-восточной ориентировки. Отложения свиты приурочены к разломно-карстовой зоне и выполняют более-менее протяженные эрозионно-карстовые депрессии и изолированные карстовые воронки, полости погребенного рельефа – так называемый «подземный» карст (инфлювиальные образования). Мощность толщи от нескольких метров до 50,0–65,0 м. Наблюдается четкая закономерность – приуроченность эрозионно-карстовых и карстовых депрессий, выполненных дяхтарскими отложениями, к зонам разломов. При наличии кимберлитовых минералов и алмазов, и последующем погребении карстовыполняющих образований укугутскими и тюнгскими осадками обеспечивается их сохранность, так как изолированные понижения превращаются в седиментационные ловушки.

Осадки укугутской свиты (J_{1uk}) раннего плинсбаха нижней юры, сформировались в континентальной обстановке и представлены комплексом пойменно-русловых фаций постоянных коротких и временных водотоков, прибрежно-континентальными и бассейновыми осадками. Отложения свиты выполняют Дяхтар-Уолбинскую палеодепрессию с притоками, заложение которой контролировалось разломами северо-западной ориентировки. Основной постоянный палеоводоток юго-восточного направления протяженностью 30–35 км. На северо-восточном борту палеодепрессии на разных морфоструктурных уровнях располагаются кимберлитовые тела. Мощность свиты составляет до 48,5–56,4 м. Минералы-спутники алмазов в укугутских отложениях образуют ореолы, локализующиеся по бортам и по тальвегу Дяхтар-Уолбинской палеодепрессии.

Отложений **тюнгской свиты** (J_{1tn}) позднего плинсбаха формировались в условиях морской прибрежной зоны и островной суши. В северной и западной частях площади – непосредственно на нижнепалеозойском цоколе, базальные горизонты отложений становятся одним из

главных коллекторов алмазов и их минералов-спутников. Состав свиты представлены одно-тонной пачкой тонкозернистых песчаников (алевропесчаников).

Молчанов А.В., Терехов А.В., Шатов В.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
И ЕЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА МАСШТАБА 1:2 500 000 КАК ОСНОВА
ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛОЩАДЕЙ ПОД ПОСТАНОВКУ
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ СРЕДНЕГО МАСШТАБА И ГДП-200

В настоящее время в нашей стране региональное прогнозно-минерагеническое картографирование проводится на двух масштабных уровнях: средне-мелкомасштабном и сводном-обзорном. Первый из перечисленных видов работ выполняется в рамках планомерно издаваемых полистных комплектов Государственных геологических карт масштаба 1:1 000 000 (ГК-1000/3) и 1:200 000 (ГК-200/2), второй – в масштабе 1:2 500 000 (1:5 000 000) в авторских вариантах.

В 2016 году с учетом материалов комплектов Госгеолкарт-1000/3 и 200/2, созданных, начиная с 2005 г. и 1996 г., соответственно, в ФГБУ «ВСЕГЕИ» составлена «Прогнозно-минерагеническая карта Российской Федерации и ее континентального шельфа масштаба 1:2 500 000. В работу было вовлечено 140 листов ГК-1000/3 и более 250 листов ГК-200/2. На созданной Прогнозно-минерагенической карте выделено: *343 минерагенические зоны*, из которых, по сравнению с картой 2008 г. издания, выделено 119 новых зон, а у 211 минерагенических зон подкорректированы границы; *542 рудных района*, из которых, по сравнению с картой 2008 г. издания, появились 316 новых рудных районов; *2474 рудных узла*, из которых новыми, по сравнению с картой 2008 г. издания, являются 1181 узел. Чрезвычайно важным обстоятельством является то, что в рамках минерагенических провинций локализованы *66 потенциальных минерагенических зон*, *142 потенциальных рудных района* и *1081 потенциальный рудный узел*, которые и представляют собой тот прогнозно-минерагенический задел на ближайшее десятилетие для постановки среднемасштабных прогнозно-поисковых работ и ГДП-200/2.

На основе полученных материалов проведен прогнозно-минерагенический анализ территории Российской Федерации с обоснованием перспективных площадей, в рамках которых возможно выявление месторождений остродефицитных и высоколиквидных видов твердых полезных ископаемых (золото, платина, редкие и редкоземельные элементы и др.). Высокими перспективами, в частности в пределах Алдано-Становой минерагенической провинции, характеризуются Угуйский, Олдонгсинский, Ломамский Эвотинский, Токско-Алгоминский, Верхне-Амгинский, Гувилгра-Токориканский, Улканский, Усть-Тимптонский, Арбарастахский и многие рудные и потенциально рудные районы и узлы.

На основе полученных данных даны рекомендации по постановке региональных геолого-геофизических исследований масштаба 1:200 000 (ГДП-200/2, ГМК-200 и крупнее) в пределах высокоперспективных рудных узлов с целью локализации площадей для постановки поисковых работ на определенные виды полезных ископаемых и (или) их геолого-промышленные типы. В целом же по Российской Федерации, авторами карты было рекомендовано 200 планшетов для первоочередного проведения ГДП-200/2, характеризующихся высокими перспективами для постановки поисковых работ на различные виды твердых полезных ископаемых.

Созданная с использованием современных компьютерных технологий электронная карта представляет собой «многослойный» ГИС-проект, подготовленный в формате ArcGIS 10.3 и позволяющий проводить комплексный (с привлечением геофизических, космогеологических, геохимических и других картографических материалов) прогнозно-минерагенический анализ территории России с выделением площадей, перспективных на выявление месторождений остродефицитных и высоколиквидных видов полезных ископаемых различных геолого-промышленных типов.

Мурзин О.В. (АО «СНИИГГиМС»)
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВУ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ РАБОТ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Проводимые в настоящее время поисковые работы во многих случаях имеют невысокую эффективность, что связано в первую очередь с постановкой данного вида исследований на оставшихся слабо перспективных и слабо подготовленных площадях, а также с применением устаревших методов геологоразведочных работ. Поэтому в настоящее время назрела необходимость широкого внедрения в практику геологического изучения недр прогнозно-металлогенических работ, нацеленных на прогноз и количественную оценку и переоценку прогнозных ресурсов категорий P_2 и P_3 в пределах крупных металлогенических единиц – минералогенических зон, рудных районов. Объектами прогноза данного вида работ должны являться перспективные рудные поля и, в меньшей степени, рудные узлы. Это позволит ликвидировать дефицит поисковых площадей, существенно расширить выбор участков для постановки геологоразведочных работ следующих стадий.

Обзорным при проведении данных работ должен быть масштаб 1:200 000, а рабочим – масштаб 1:50 000.

Целью работ должны являться выявление, оконтуривание и оценка прогнозных ресурсов площадей, перспективных в отношении размещения месторождений минерального сырья заданного вида, как выходящих на дневную поверхность, так и скрытых.

Постановка данного вида работ целесообразна в пределах:

- старых горнорудных районов с действующими, либо действовавшими, но прекратившими работу в связи с истощением запасов горнодобывающими предприятиями, и имеющих неясные перспективы увеличения запасов профилирующих полезных ископаемых;
- слабо изученных районов, перспективы которых в отношении возможностей обнаружения месторождений конкретных видов полезных ископаемых в настоящее время пока не выяснены.

При этом, следует подчеркнуть следующее принципиальное положение: постановка вышеназванного вида работ должна быть направлена *не на выяснение перспектив территории в целом на все полезные ископаемые, а ориентироваться на выявление перспектив оруденения конкретной рудной формации, либо узкой группы формаций определенного полезного ископаемого (например, золота), имеющего основное значение в экономике изучаемого региона.*

Важнейшей целью работ должно являться создание современного прогнозно-поискового комплекса, ориентированного на выявление новых разноранговых объектов оруденения (рудных узлов, полей, перспективных площадей) конкретных видов полезных ископаемых.

В связи со значительным объемом выполняемых работ срок их проведения не может быть короче 4–5 лет. Поскольку в современных условиях планирования проведение ГРР по объекту не может превышать 3 лет, предлагается перейти на двух этапную схему выполнения работ.

Первый этап (2 года) должен быть направлен на подготовку геолого-геофизических, геохимических основ прогнозирования, предварительных прогнозно-металлогенических карт масштаба 1:50 000 и карт размещения проектных видов и объемов работ следующего этапа исследований.

Второй этап (3 года) должен быть направлен на подготовку карт закономерностей размещения и прогноза искомого оруденения масштаба 1:50 000 (с картами-врезками более крупных масштабов), разработку современного прогнозно-поискового комплекса, выявление, локализацию перспективных площадей, оценку прогнозных ресурсов кат. P_2 и P_3 и выдачу рекомендаций по направлению дальнейших ГРР.

Проценко Е.В., Горев Н.И., Толстов А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО))
ПЕРСПЕКТИВЫ КИМБЕРЛИТОНОСНОСТИ ФЛАНГОВ
ВИЛЮЙСКО-МАРХИНСКОЙ ЗОНЫ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ

Вилуйско-Мархинская зона (ВМЗ) глубинных разломов располагается на северо-западном борту Патомско-Вилуйского авлакогена. В современном структурном плане – это переходная область между Вилуйской синеклизой с одной стороны, и платформенными структурами – Непско-Ботуобинской антеклизой, Сюгджерской седловиной и Анабарской антеклизой с другой.

В пределах Вилуйско-Мархинской зоны известны три кимберлитовых поля Мирнинское (МКП), Накынское (НКП) и Сюльдюкарское (СКП). До открытия в 2015 г. СКП считалось, что кимберлитовые поля тяготеют к осевой (центральной) части зоны. СКП, расположенное у крайней западной границы зоны, позволило несколько иначе взглянуть на перспективы коренной алмазонасности ВМЗ.

Известные кимберлитовые поля занимают обычно узлы пересечения кимберлитоконтролирующих разломов ВМЗ с рифтоподобными структурами, выходящими из Патомско-Вилуйского авлакогена. Так МКП располагается в узле пересечения осевой части ВМЗ с Джункун-Хампинской зоной, НКП – на пересечении центральной ветви ВМЗ со Среднемархинской зоной, а СКП находится у внешней границы западной ветви ВМЗ, на ее пересечении с Ыгы-аттинской зоной. То есть, области приуроченные к узлам пересечения отдельных ветвей ВМЗ (не только ее осевая часть) с секущими структурами заслуживают повышенного внимания и более детального изучения. При выделении перспективных площадей привлекаются и другие прогнозно-поисковые признаки, и критерии: минералогические, геофизические (глубинные) и прочие.

Специалистами ГРК АК «АЛРОСА» (ПАО) на флангах ВМЗ были выделены две площади: Юлегирская и Верхнемурбайская, перспективные на обнаружение алмазонасных кимберлитовых полей.

Юлегирская площадь располагается на левобережье среднего течения р. Тюнг в бассейнах его левых притоков. В тектоническом отношении площадь приурочена к северному флангу ВМЗ, находясь в узле пересечения с Тюнгской секущей зоной (ТСЗ), выделенной комплексом геолого-геофизических методов. Узел пересечения осевой части ВМЗ и ТСЗ характеризуется более сложным, относительно сопредельных участков, структурным планом, что характерно для известных кимберлитовых полей Центрально-Сибирской субпровинции.

На Юлэгирской площади установлены многочисленные находки алмазов и их минералов-спутников. Ореолы МСА имеют площадной характер и в большинстве случаев не обладают надежными векторными характеристиками, позволяющими определить направление их перемещения. Но находки высокосохранных кимберлитовых минералов не исключают возможности их поступления из собственных (неизвестных) коренных источников. Исходя из новых реалий, Юлэгирская площадь требует, возможно, доизучения.

Верхнемурбайская перспективная площадь находится в 35 км к югу от МКП. В тектоническом плане территория приурочена к южному флангу ВМЗ, на пересечении ВМЗ с Вилуйчанской секущей зоной (ВлСЗ), выделенной по сейсморазведочным данным. В верхних горизонтах нижнепалеозойского чехла ВлСЗ выделяется входящим углом (отрицательной желобообразной структурой), вдающимся со стороны Патомско-Вилуйского авлакогена. Находок алмазов и контрастных ореолов ИМК на Верхнемурбайской площади не установлено, что, обусловлено слабой изученностью и неблагоприятной палеогеографической обстановкой.

Таким образом, по комплексу прогнозно-поисковых признаков и предпосылок на флангах ВМЗ выделяются две площади Юлегирская и Верхнемурбайская, требующие доизучения с целью выявления новых кимберлитовых полей. Для их более уверенного выделения необходимо реализовать комплекс дистанционных методов с локализацией площадей под постановку поисковых работ.

Толстов А.В., Горев Н.И., Проценко Е.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО))
НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ
ЧАРО-СИНСКОЙ ЗОНЫ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)

Вилуйско-Мархинская зона глубинных разломов, вмещающая известные и наиболее продуктивные поля кимберлитов (Мирнинское, Накынское) приурочена к северному крылу Вилуйского авлакогена. Южный его борт трассируется аналогичной Чаро-Синской зоной глубинных разломов, перспективы алмазности которой неоднократно высказывались исследователями. Наиболее благоприятными в плане выявления кимберлитовых полей являются Намана-Синский и Центральнo-Якутский алмазные районы, где трассируются разломы, залеченные дайками базитов, образующие Чаро-Синскую, Тамминскую и другие зоны глубинных разломов, активизированные в среднем палеозое, близсинхронном по времени с внедрением продуктивных кимберлитов. Однако попытки выявить признаки наличия кимберлитовых полей шлихоминералогическим методом не привели к желанным результатам.

На восточном фланге этой зоны в Центральнo-Якутском алмазном районе в 2007 г. ЦПСЭ ГУГПП РС (Я) «Якутскгеология» при заверке аэромагнитной аномалии на глубине 104 м вскрыта кимберлитовая трубка Манчары. В 2011 г. БГРЭ ГРК АК «АЛРОСА» на Хомпу-Майской площади при заверке магнитных аномалий вскрыто еще 2 кимберлитовых тела. Возраст кимберлитов среднепалеозойский, они содержат пикроильменит, хромшпинелид, пироп и др. Алмазопроисковые работы продолжаются. Намана-Синский алмазный район в структурно-тектоническом плане благоприятен для локализации кимберлитовых полей. Территорию с ю-з на с-в секут разломы Чаро-Синской зоны, схожие с Вилуйско-Мархинскими, к которым приурочены известные в Якутской алмазной провинции Мирнинское, Накынское и Слюдякарское кимберлитовые поля. С северо-запада, со стороны Патомско-Вилуйского авлакогена, трассируются разломы, образующие с нарушениями Чаро-Синской зоны тектонические узлы, подобные контролируемому Хампу-Майское кимберлитовое поле.

Шлихоминералогическая изученность Намана-Синского района ограничивается редким опробованием современного аллювия левых притоков р. Лена от р. Намана до р. Синяя, в результате чего выявлены единичные мелкие изношенные зерна кимберлитовых минералов и один кристалл алмаза. Существующие материалы не позволяют оконтурить Мархинский и другие ореолы МСА и дать им достоверную прогнозную оценку. Одной из важнейших причин низкой эффективности поисков в Намана-Синском и Центральнo-Якутском алмазных районах является крайне низкая шлихоминералогическая информативность нижнеюрских морских терригенных коллекторов и неблагоприятная палеогеографическая обстановка. Анализ имеющихся геолого-геофизических материалов позволяет рассматривать зону как благоприятную по региональным и среднемасштабным критериям (тектоническим, магматическим и др.) для выявления новых кимберлитовых полей. Поиски погребенных месторождений алмазов сопряжены с большими финансовыми затратами, очевидна необходимость локализации перспективных участков до размеров кимберлитового поля.

На первом этапе рекомендуется геолого-геофизическая подготовка площадей для проведения алмазопроисковых работ по юрскому обрамлению севера Алданской антеклизы. Эффективные поиски коренных месторождений алмазов возможны, по нашему мнению, только при использовании дистанционного зондирования.

Последовательность работ в Чаро-Синской зоне выглядит следующими образом:

Постановка космического зондирования территории с целью выделения перспективных с точки зрения локализации кимберлитовых полей.

Выполнение АМС-25 для уточнения структуры тектонических узлов. Картирование текущих Чаро-Синской зоне нарушений и выделение локальных «трубочных» аномалий.

Проведение маршрутных поисков по водотокам с применением методики «ключевых точек», с целью наработки представительного количества кимберлитовых минералов.

При наложении структурно-тектонических, минералогических и других признаков постановка АМС-10 (АМС-5) с выделением и заверкой трубочных аномалий.

При получении положительного результата – детальные поиски и оценка.

**Третьякова И.Г.^{1,2,3}, Белоусова Е.А.², Гриффин В.Л.², Фиорентини М.³,
Мальковец В.Г.^{2,4}, Мартин Л.³**

**СТАБИЛЬНЫЕ И РАДИОГЕННЫЕ ИЗОТОПЫ
В ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

¹ ФГУП ЦНИГРИ,

² Center for Exploration and Targeting, University of Western Australia, Perth, Australia (CET),

³ ARC Center of Excellence for Core to Crust Fluid Systems, Sydney, Australia (CCFS),

⁴ ИГМ СО РАН

Современные изотопно-геохимические и изотопно-геохронологические аналитические методы широко применяются для фундаментальных и прикладных геологических исследований. В последние годы особый упор в развитии аналитических технологий делается на так называемые in-situ методы, дающие возможность проводить анализ крайне малого количества материала и концентраций. Таким образом можно определять возраст отдельных зон цирконов (U-Pb) или различных сульфидов и минералов платиновой группы (Re-Os). Кроме того, in-situ методы активно применяются для анализа стабильных изотопов (S в сульфидах, O в цирконах, C, Li, He и др.).

В российской практике прогнозно-минерагенических исследований применение современных аналитических технологий развито не так широко. Для большинства построений используются изотопно-геохронологические данные, полученные валовым методом, что в некоторых случаях дает высокую погрешность, а иногда и заведомо неверный возраст датируемых пород. Кроме того, зачастую корректная интерпретация изотопно-геохронологических результатов возможна только при рассмотрении комплекса данных. Так, для правильного понимания возраста нижней коры в областях распространения кимберлитов важно иметь данные изотопного анализа U-Pb и Lu-Hf систем в цирконах, а также результаты катодолюминесценции, анализа редкоземельных элементов и изотопного состава кислорода.

Например, возраст коры Биректинского террейна, в котором развит кимберлитовый магматизм, считался протерозойским по результатам U-Pb датирования цирконов. Согласно правилу Клиффорда, алмазоносные кимберлитовые трубки внедряются в пределах кратонов с архейской корой, поэтому Биректинский террейн считался неперспективным на алмазоносные кимберлиты. Однако, проведенные нами детальные исследования, включавшие также анализ изотопного состава кислорода и Lu-Hf системы, показали, что кора Биректинского террейна существовала в архее, а в протерозое уже претерпевала изменения. Таким образом, новые данные показывают, что Биректинский террейн, ранее считавшийся неперспективным в силу своего возраста, может вмещать алмазоносные кимберлиты.

Анализ стабильных изотопов in-situ также имеет большое значение, особенно для прогнозно-минерагенических работ на золото и цветные металлы. В частности, изотопный состав серы сульфидов из руд разных стадий дает возможность выяснить источник серы. Эти данные указывают на наиболее рудопродуктивный этап магматизма или метасоматоза, и могут применяться для уточнения перспективных площадей. Так, на медно-никелевом месторождении Лонг-Виктор в Западной Австралии существуют два этапа внедрения коматиитовых расплавов. При помощи анализа изотопов серы было показано, что контаминация коровым материалом магм, внедрявшихся на втором этапе, приводила к разубоживанию сульфидной составляющей и снижению рудоносности. Поэтому, области распространения коматиитов только второго этапа были исключены из площадей, предлагаемых для постановки ГРП.

Таким образом, применение современных изотопно-геохимических и изотопно-геохроно-

логических аналитических методов является необходимой составляющей прогнозно-минералогических исследований.

Устинов В.Н. (ФГУП ЦНИГРИ)
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА АЛМАЗЫ

Актуальной проблемой алмазодобывающей промышленности Российской Федерации является сокращение сырьевой базы, связанное с истощением запасов месторождений, подавляющая часть которых была выявлена до 2000 г. Балансовые запасы в стране составляют около 1200 млн карат, по классификации JORC – более 600 млн кар. Очевидно, что при текущем уровне добычи (36–40 млн кар./год) запасы алмазов без дополнительных открытий иссякнут довольно быстро.

Основными направлениями работ на алмазы с целью увеличения МСБ являются:

1) поиски коренных и россыпных месторождений; 2) оценка ресурсов алмазов в хвостах действующих предприятий; 3) оценка потенциала кимберлитовых тел с низкими содержаниями и крупными алмазами.

В результате *поисковых работ* в Море с 2001 г. с использованием традиционных методов (магнито-, электроразведка и шлиховое опробование терригенных коллекторов) на новых площадях выявлено 10 коренных и одно россыпное месторождение с ресурсным потенциалом более 1050 млн карат. За это время в России открыто погребенное месторождение Майское (15,0 млн карат).

Главными факторами открытия месторождений алмазов являются (в порядке приоритета: 1) Квалифицированный персонал и правильный выбор поисковой площади (особенно для закрытых территорий, где стоимость работ выше) – 70% успеха; 2) использование современной аппаратуры и соответствующих поисковых методов – 30% успеха. Если не выполняется пункт 1, то реализация пункта 2 не принесет ожидаемого результата. На бесперспективной территории использование любой современной аппаратуры и инновационных методов становится бессмысленным.

Показатель эффективности поисков месторождений алмазов определяется средствами, затраченными на обнаружение одного карата. Стоимость поисков одного карата алмазов в России в 2001–2016 гг. составляла 80–85 долл./карат и была самой высокой в Море. Для сравнения, в основных алмазодобывающих странах, где активно проводится ГРП на алмазы, аналогичные показатели равняются: Ботсвана (17–18 долл./кар.), Канада (10–12 долл./кар.), Ангола (15 долл./кар. – без учета месторождения Луаше, 1–2 долл./кар. – с его учетом). Таким образом, очевиден системный кризис в области поисков месторождений алмазов в России.

Оценка ресурсов алмазов в хвостах действующих предприятий может увеличить МСБ алмазов России, а их отработка позволит компенсировать падение добычи действующих рудников, особенно при переходе на подземный способ добычи.

Оценка потенциала кимберлитовых тел с низкими содержаниями и крупными алмазами. В последние годы были «вновь выявлены» уникальные по стоимости сырья трубки со сверхдорогими алмазами, которые считались забалансовыми. Примерами являются месторождения Карове (Ботсвана) и Летсенг (Лесото), стоимость алмазов в которых составила в 2017 г. соответственно 800 долл./кар. и 2067 долл./кар. Трубки с низкими содержаниями, которые могли бы стать месторождениями при наличии в них крупных алмазов, имеются как в Европейской части России, так и в Сибири. Работу по выявлению критериев диагностики нетрадиционных месторождений целесообразно выполнить в кратчайшие сроки.

Основные проблемы в области ГРП на алмазы в России представляются следующими:

1) Сокращение уровня квалификации геологов-алмазников, что влияет на обоснован-

ность выбора площадей для поисков; 2) Недоопроискованность лицензионных площадей; 3) Декларативные попытки повышения эффективности ГРР на алмазы в России результатов не дали; 4) Низкая эффективность работ и проведение повторных поисков на уже изученных площадях; 5) Отсутствие общегосударственной Программы (стратегии) восполнения МСБ алмазов РФ.

Предложены пути решения проблемы восполнения сырьевой базы алмазов России.

Черных А.И. (ФГУП ЦНИГРИ)
НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО
В АЛТАЕ-САЯНСКОЙ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РУДНО-ФОРМАЦИОННОЙ
ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Алтае-Саянская минерагеническая провинция (АСМП) относится к «старым горнорудным районам» с почти двухсотлетней историей добычи золота. Золотое оруденение изучалось при проведении частных и государственных разномасштабных тематических, научно-исследовательских, геологосъемочных, поисковых, оценочных и разведочных работ. Характерными особенностями изученности АСМП на золото является ее значительная неравномерность (особенно горной и буровой) и ориентация на объекты всего нескольких рудных формаций. Масштабные поиски коренного золотого оруденения начались во второй половине XIX века вслед за отработкой наиболее богатых россыпей. В XX веке поисковые работы также концентрировались в россыпных узлах. Как следствие хорошо изученной оказалась незначительная часть золоторудных районов, характеризующаяся наличием россыпеобразующих коренных источников с крупным золотом – золотоносных кварцевых жил и скарнов (Мрасский, Ольховско-Чибежекский, Каахемский и др.).

По мере изучения золотоносности АСМП накапливались фактические данные о наличии объектов не только традиционно выделяемых золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, золото-скарновой, золотосодержащей колчеданно-полиметаллической, но и других формаций – золото-сульфидной в углеродистых толщах, золото-сульфидно-кварцевой в метасоматитах различного состава, золото-серебряной, золото-кварцовой и др. Однако во второй половине XX века, несмотря на отсутствие положительных результатов, подавляющее большинство поисковых работ было по-прежнему ориентировано на объекты традиционно выделяемых формаций, а основной объем прироста запасов производился на флангах и глубоких горизонтах выявленных в конце XIX и в первой половине XX века месторождений.

В последние 15 лет в большинстве проектов ГРР за федеральный бюджет в АСМП объектами поисков также являются прожилково-жильные объекты золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций. При этом обычно авторы предложений при обосновании работ предполагают, что выявленные в «советское время» жилы и жильные зоны (мощностью 0,5–3 м со средним содержанием 4–15 г/т), за счет снижений требований к среднему и бортовому содержанию, трансформируются в жильно-прожилковые и штокверковые зоны (мощностью 5–15 м со средним содержанием 1,5–3 г/т). К сожалению, чаще всего такая стратегия поисков не оправдывает себя. Показателен пример изучения наиболее богатых россыпных узлов АСМП – Кундат-Кундусульского, Федоровско-Кедровского и Анзас-Кизасского. Здесь поиски золото-сульфидно-кварцевого оруденения велись более 100 лет и в результате были выявлены лишь отдельные кварцевые жилы и прожилки. Изменение поисковой парадигмы для Федоровско-Кедровского узла позволило в 2007–2014 гг. выявить золоторудные объекты в кварц-серицит-анкеритовых метасоматитах с ресурсами категории P_1 около 92 т.

Анализ материалов по золотоносности АСМП и рудно-формационной принадлежности золотого оруденения позволяет определить следующие приоритетные для дальнейшего изуче-

ния типы золотого оруденения:

Золото-сульфидно-кварцевое штокверковое в венд-кембрийских вулканогенно-осадочных толщах и гранитоидах;

Золото-сульфидно-кварцевое в метасоматитах кварц-серицит-анкеритового состава в кембрийских вулканогенно-осадочных породах;

Эпитермальное золото-серебряное в девонских вулканогенных комплексах;

Золото-сульфидное в углеродистых терригенных толщах;

Эпитермальное золото-сульфидное в терригенно-карбонатных толщах;

Золотоносных кор выветривания по кембрийским вулканогенно-осадочным породам.

На данный момент для АСМП, как и для многих других «старых горнорудных районов», характерно исчерпание поискового задела. Это в первую очередь связано с тем, что выявленные в прошлом веке объекты с жильным золото-кварцевым, золото-сульфидно-кварцевым и золото-скарновым оруденением, пригодные для постановки поисковых и оценочных работ, закончились, а ГРР на новые перспективные типы почти не проводилось. Как следствие, начиная с 2014 года по результатам поисковых работ за федеральный бюджет в АСМП наблюдается резкое снижение объемов и увеличение стоимости прироста прогнозных ресурсов золота категорий P_1 и P_2 . Для преодоления этого кризиса необходима постановка тематических и прогнозно-минерагенических работ для изучения золотого оруденения перспективных, но слабо изученных в регионе формаций. Именно формат прогнозно-минерагенических работ позволит понять закономерности распространения и локализации золотого оруденения не изученных формаций в пределах перспективных узлов, и обосновать границы перспективных участков с ресурсами категорий P_3 и P_2 для постановки поисковых работ.

Шаповалов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ)

ЕЩЁ РАЗ О ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПЯХ ЗОЛОТА КОЛЫМЫ

Сегодня, спустя более 70 лет существования повторной разработки россыпей золота на Центрально-Колымском районе (ЦКР) (первые официальные данные по оценке принятых на балансовый учёт техногенных ресурсов относятся к геолого-промышленному отчёту Н.А.Шилов в 1946 г.), вопрос о значении техногенных россыпей (ТР) не стоит. Более половины колымского россыпного золота добывается сейчас из техногенных россыпей.

Наиболее актуальным остаётся пообъектная количественная оценка их ценности, масштабов и эффективности освоения на ближайшую и дальнюю перспективы. У подавляющего большинства недропользователей эта проблема сводится к более простым вопросам: сколько и где осталось золота, которое можно взять без особых затрат (*без затрат – не выйдет!*). Речь, конечно, идет о техногенных объектах, так как целиковых (балансовых) запасов в отсутствие госбюджетной разведки осталось ничтожно мало, в основном в трудных горно-геологических условиях.

Имеющиеся к настоящему времени научно-тематические и экспертные оценки по региону весьма противоречивы, а крайние оценки различаются почти на порядок. Более того, даже понятийная и терминологическая база у геологов и горняков, эксплуатирующих ТР не имеет единообразия; в частности, многие специалисты до сих пор относят к техногенным россыпям исключительно отвальные образования. Почти все техногенные россыпи не являются чисто отвальными или остаточными, а обязательно характеризуются взаимосочетаниями. Меняется лишь роль (промышленная значимость) этих комплексов в последующей отработке в зависимости от их объёмов и ценности запасов.

Известно, что величина и качество запасов ТР определяется суммой эксплуатационных и технологических потерь предшествующих разработок: подземных – существенно эксплуатационными потерями, дражных существенно технологическими, открытой раздельной добычи – переменными соотношениями тех и других в зависимости от горно-геологических

условий, уровня действующих лимитов и технико-технологических средств разработки. *Эксплуатационные* потери, составляющие суть остаточно-целикового комплекса ТР, до сих пор сохраняют значительную (более 50% по металлу) ценность преимущественно в недоработках плотика на глубину 0,2–0,5 м и более и бортовых прирезках в большинстве россыпей ЦКР. *Технологические* потери, накопленные, в многомиллионных отвальных образованиях, представляют собой наиболее рентабельный объект отработки сплошным, реже раздельным способами. Их ценность определяется уровнем содержания весьма мелкого золота и его гранулометрией в первичных песках, а также промывистостью последних и технологическим уровнем обогатительных циклов промывки и доводки. Современные оценки уровня технологических потерь на типичных по крупности металла россыпях ЦКР определены большинством исследователей в 20–30%, для россыпей с преобладанием весьма мелкого золота до 50% и более.

Выполненная автором в 2001 году прогнозная оценка техногенных ресурсов россыпного золота по более 900 россыпям в ЦКР (около 500 т) до сих пор актуальна и наряду с вероятностной оценкой в 1000 т (Толпегин, Федотов, 1986 ф.) характеризует оставшиеся ресурсы на уровне рентабельности. Она основана на показателях добычи почти всех учтенных здесь разрабатываемых россыпей и дифференцированном (классифицированном) подходе к оценке общих потерь при их эксплуатации. Методика оценки предполагает выбор (определение) искомого уровня общих потерь и, соответственно, величины прогнозных запасов каждого оцениваемого объекта по основным факторам: богатству первичной россыпи, крупности металла и кратности вовлечения в отработку; излагается в работе автора «Особенности прогнозирования запасов золота техногенных россыпей Колымы» (Геология и разведка, № 5, 2003).

**Шаповалов В.С., Конкина О.М., Алексеев Я.В., Голубева Ю.В., Тарасов А.С.,
Ермакова Ю.В., Витковская Л.И., Тучина М.В., Корчагина Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ «ВИПР»
МСБ АЛМАЗОВ, ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ РФ**

Общее состояние работ по геологическому изучению недр, выполняемому за счет всех источников, определялось по уровню выполнения задач и количественных показателей (индикаторов) измененной Госпрограммы (далее ГП) ВИПР, утвержденной Правительством РФ 31.03.2017 г. № 384 на период 01.01.2013–31.12.2020 гг. Работа по оценке состояния и анализа МСБ АБЦМ проводилась под руководством Б.И.Беневольского.

Оценка результатов выполнения ГП ВИПР отражается в годовых изменениях, характеризующих апробированные прогнозные ресурсы (ПР) категорий P_1+P_2 и полученные приросты запасов категорий C_1+C_2 по алмазам, благородным и цветным металлам (АБЦМ) в период 2013–2017 гг. В 2016–17 гг. завершены проекты преимущественно за средства федерального бюджета, по которым получены новые положительные результаты, и по ряду из них оцененные объекты отнесены к высокоперспективным, рекомендуемым для последующей реализации в лицензионном процессе.

Прогнозные ресурсы категорий P_1+P_2 и запасы C_1+C_2 в рассматриваемый период сохраняют положительный тренд воспроизводства *по золоту, серебру и меди*, обеспечивая передачу участков в распределенный фонд недр. Апробированные прогнозные ресурсы кат. P_3 позволяют планировать проведение прогнозно-минерагенических и поисковых геологоразведочных работ с видимой перспективой до 2020–2035 гг.

По всем изученным ТПИ ожидается прирост ресурсов категорий P_1+P_2 , обеспечивающий выполнение заданий измененной ГП, за исключением *никеля, МПГ и алмазов*, что можно объяснить неясными геологическими предпосылками обнаружения новых медно-никелевых с МПГ и собственно платиново-палладиевых месторождений, а также алмазоносных трубок в

известных провинциях без проведения прогнозно-минерагенических работ.

Результаты ГРР на *свинец и цинк* расширили полиметалльные перспективы МСБ свинца, цинка и меди Змеиногорско-Березовогорской площади в Алтайском крае в сфере действующих предприятий: около 1 млн т ресурсов свинца, 3,5 млн т цинка, 0,44 млн т меди с попутными серебром – 1,2 тыс. т и золотом – 54 т. Отставание (не достижение плановых индикаторов ГП в 2017 г.) по запасам свинца и цинка явилось следствием переутверждения запасов для подземной отработки Горевского месторождения в Красноярском крае.

Основные мероприятия ВИПР по геологическому изучению недр в 2017 г. были сосредоточены на Дальнем Востоке и юге Восточной Сибири с целью оценки МСБ АБЦМ для создания там новых горнорудных центров экономического развития. Положительные результаты по золоту достигнуты как по прогнозным ресурсам кат. P_1+P_2 (822 т), так и по запасам кат. C_1+C_2 (52 т) в Республике Саха (Якутия) – на Тарынском рудном поле (4 объекта) и Горе Рудной (45 т запасов и 100 т ресурсов), в Магаданской области – на объектах Верхне-Хакчанском (123 т ресурсов) и Олбот (100 т ресурсов). К важному достижению можно отнести оценку ПР золота Гитче-Тырныаузского месторождения (238 т) в Республике Кабардино-Балкария. Общий прирост запасов золота кат. C_1+C_2 с учётом Олимпиадинского месторождения (760,4 т) составил 797,2 т (увеличился на 8,9% к 2016 г.). Ресурсы Пони-Мулинского золото-медного месторождения в Хабаровском крае оценены в 395 тыс. т меди и 72 т золота. Определены перспективы медно-порфировых месторождений в районах действующих предприятий Южного Урала (1,8 млн т ресурсов меди) с дальнейшими обнадеживающими перспективами (кат. P_3 – 6,4 млн т).

Результаты изменений МСБ АБЦМ за рассматриваемый период указывают в целом на достижение возможности выполнения показателей ГП ВИПР за 2017 г. накопительным итогом (в %) к плану до 2020 г. Продолжающие поступать на апробацию прогнозные объекты также подтверждают эту позитивную тенденцию.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ЗА СЧЕТ СРЕДСТВ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АБЦМ

**Вартанян С.С., Волчков А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ)
НАДЕЖНО ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР ПОИСКОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ –
ЗАЛОГ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ГРР НА ТПИ В УСЛОВИЯХ ИСЧЕРПАНИЯ
ПОИСКОВОГО ЗАДЕЛА**

Поисковый задел по большинству востребованных видов ТПИ к настоящему времени исчерпан. Основным поставщиком объектов в формируемые ежегодно Перечни ГРР Роснедра являются материалы по когда-то изучавшимся и отложенным до лучших времен проявлениям ПИ, не готовым тогда (и сейчас!) для проведения поисковых работ. Отчетливым подтверждением сказанного является:

- досрочное завершение ряда объектов Госзаказа без получения положительного результата (в период с 2014 по 2017 г. по благородным металлам таких объектов – 11);

- явно обозначившееся в последние несколько лет невыполнение (полное или существенное) заданий по значительному числу Госконтрактов в части получения апробированных ПР ТПИ. Особенно это заметно на примере благородных металлов, где этот вывод статистически обоснован. Доля выполнения заданий по локализации ПР золота кат. $P_1+0,6P_2$ составила по годам: 2014 – 24,2%, 2015 – 54,6%, 2016 – 44,2%, 2017 (имеющиеся данные) – 28,1%.

Основной причиной сложившейся ситуации по мнению авторов является исчезновение из проводимых в настоящее время ГРР работ м-ба 1:50 000 – ГС-50, ГДП-50, ГГК-50. При работах этого масштаба предусматривалось изучение участков распространения ПИ, установление геологической природы выявленных геофизических, геохимических аномалий, уточнение параметров выявленных рудных полей и перспективных участков с оценкой их прогнозных ресурсов, а также рекомендациями для постановки поисковых работ. Именно такие работы в свое время обеспечивали высокую результативность поисковых работ.

Предпринимаемая в настоящее время попытка решения перечисленных выше задач в рамках ГДП-200 с выделением площадей для постановки поисковых работ пока успеха не имеет. При формировании Перечней объектов ГРР Роснедра для проведения поисковых работ за счет средств ФБ упомянутые выше площади по тем или иным причинам почти не включаются. Например, в Перечне объектов ГРР до 2020 г. ограниченно представлены объекты, «рожденные» по итогам ГДП в 2015–2017 гг.

С точки зрения авторов решение задачи подготовки надежно обоснованных поисковых площадей может решаться по следующим направлениям:

- проведение опережающих геолого-геохимических (геофизических) работ на недостаточно изученных территориях ранга рудного района (узла) с оценкой по результатам работ ПР ТПИ кат. P_3 (возможно, P_2) и выделением конкретных площадей для проведения поисков;

- проведение в пределах известных горнорудных районов с истощающейся МСБ ревизионно-поисковых геолого-геофизико-геохимических работ, включая горно-буровые, с вовлечением в углубленное изучение и оценку ранее недостаточно опоискованных площадей. По результатам таких работ составляются прогнозные карты м-ба 1:500 000–1:200 000, специализированные на определенный вид ТПИ с врезками 1:50 000 и детальнее и рекомендациями по направлению дальнейших ГРР.

Работы этого типа за последние 7–8 лет выполнялись и выполняются сейчас на Ю. Урале (на медно-цинковоколчеданное и медно-порфировое оруденение), на Алтае, Салаире, в Забайкалье на полиметаллическое оруденение. В результате выделена большая группа перспективных площадей, определены направления ГРР для постановки поисковых работ за счет

средств ФБ; на ряде из них поиски уже завершены, получены ожидаемые ПР кат. P_2 и P_1 ; такие площади представляются к лицензированию.

– в этом же ряду могут быть рассмотрены пока еще нелегитимные прогнозно-минерагенические работы (ПМР) м-ба 1:200 000 с комплексом поисковых работ.

Изложенные подходы, подразумевающие подготовку площадей с применением комплекса опережающих геологических, геохимических, геофизических и горно-буровых работ, несомненно, будут способствовать повышению результативности ГРР, выполняемых за счет средств ФБ.

Волоковых Т.С. (Управление природных ресурсов и экологии министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области) ПЕРСПЕКТИВЫ АЛМАЗОНОСНОСТИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Территория Архангельской области обладает несомненными перспективами выявления в ее пределах новых промышленно значимых месторождений алмазов, обусловленными как наличием на севере субъекта двух успешно осваиваемых месторождений – им. М.В.Ломоносова и им. В.П.Гриба, так и множеством проявлений и перспективных площадей с оцененными и апробированными прогнозными ресурсами.

Одной из наиболее перспективных территорий, равно как и наиболее изученных геологоразведочными работами на алмазы, является северная часть субъекта, включающая в себя Зимнебережный алмазоносный район. В пределах Зимнебережного района находятся два месторождения, являющиеся на сегодняшний день единственными промышленно значимыми алмазоносными объектами Европейской части России, а также множество убого алмазоносных проявлений.

Месторождения алмазов Архангельской области обеспечивают ей второе место по запасам в России после Республики Якутии (26,4% общероссийских запасов). Общие запасы алмазов месторождений Архангельской области составляют по состоянию на 01 января 2018 года по промышленным категориям $B+C_1$ – 227 млн карат, по категории C_2 – 22,4 млн карат, и забалансовые запасы – 44,5 млн карат. По отдельным убого алмазоносным проявлениям (трубка Снегурочка) апробированы прогнозные ресурсы по категории P_1 в количестве 6,7 млн карат.

Несмотря на достаточно полномасштабную изученность Зимнебережного алмазоносного района региональными исследованиями, тематическими, съемочными и алмазопромышленными работами, результаты геологоразведочных работ, проведенных в 2016–2017 годах ООО «ПРОЭКС СЕРВИС» и характеризующиеся открытием 7 новых трубок, показывают, что возможности открытия в районе новых перспективных на алмазы тел далеко не исчерпаны.

Наряду с перспективами Зимнебережного алмазоносного района по результатам проведенных тематических, региональных и прогнозно-поисковых работ выделено множество площадей Архангельской области ранга прогнозируемых кимберлитовых полей с оцененными прогнозными ресурсами по категории P_3 . Общее количество оцененных, апробированных и утвержденных прогнозных ресурсов алмазов на территории субъекта по категории P_3 составляет 742 млн карат, в том числе по перспективным площадям, прогнозируемым и выявленным полям: Ручьёвская перспективная площадь – 105 млн карат; Ергинское прогнозируемое рудное поле – 30 млн карат; Летнеозерское прогнозируемое рудное поле – 65 млн карат; Средне-Онежское прогнозируемое рудное поле – 23 млн карат; Нёнокское рудное поле, включая Белозерскую перспективную площадь – 20 млн карат; Лёвушкаозёрская перспективная площадь – 50 млн карат; Ижмозерская перспективная площадь – 24 млн карат; Шенкурская перспективная площадь – 50 млн карат; Золотицко-Кепинское рудное поле, включая Падунский участок и Первомайско-Кольцовскую площадь – 110 млн карат; Верхотинское рудное поле – 150 млн карат; Орлецкое прогнозируемое рудное поле – 30 млн карат; Важское прогнозируемое рудное поле, включая Сывтугскую перспективную площадь – 85 млн карат.

На отдельных территориях выполнена авторская оценка прогнозных ресурсов. Одним из наиболее значимых перспективных объектов является Шенкурское прогнозируемое поле, алмазоносность которого подтверждается находками ООО «Архангельские алмазы» в пробах небольшого объема из четвертичных отложений 9 кристаллов алмаза различного размера, в том числе ювелирного качества.

Потенциал алмазоносности Архангельской области раскрыт не полностью. Открытие новых промышленно значимых месторождений находится в прямой зависимости от степени изученности и опробованности перспективных территорий. По состоянию на 01 января 2018 г. 22% (159,5 млн карат) апробированных прогнозных ресурсов по категории P_3 , предоставлено в пользование по 14 лицензиям, результатом поисковых работ по которым уже в ближайшее время может стать открытие новых месторождений. Остальные площади находятся в нераспределенном фонде недр.

Иванов Н.М., Краснов А.Н., Филиппов В.П. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТИТАНО-ЦИРКОНИЕВЫХ
РОССЫПЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В центральной части Русской платформы наиболее перспективные площади на россыпное золото локализованы в меловом осадочном комплексе Воронежской провинции. Источником золота как попутного компонента в титано-циркониевых россыпях являются золоторудные проявления, связанные со структурно-формационным комплексом Пачелмского авлакогена. В западной части (вдоль прибортовой зоны Окско-Донского прогиба) возникли два поднятия субмеридионального простирания - Данковское и Зимаровское. С указанными системами положительных структур связаны известные россыпные поля золотосодержащих титано-циркониевых месторождений Рязанской, Липецкой и Тамбовской областей. В результате проведенных поисковых работ (ГГП «Центргеология») в 1983 году в пределах Липецкого россыпного района была выделена Липецко-Скопинская зона комплексных титано-циркониевых россыпей в песчаных отложениях нижнего мела. Протяженность зоны составляет около 100 км при ширине 25 км. К настоящему времени в пределах Липецкой зоны наиболее перспективными золотосодержащими объектами следует рассматривать Волчинскую и Корневскую россыпи, а в целом в пределах зоны локализовано 5 россыпей и 14 слагающих их залежей. Россыпное поле Волчинской россыпи хорошо изучено на участках, где установлены богатые продуктивные горизонты. Продуктивные пески россыпи прослежены на расстоянии до 4,5 км при средней ширине залежи 450 м и средней мощности пласта 3,3 м. Средняя мощность вскрыши пород 14 м. В целом по россыпи оценено 100 млн m^3 по категории P_2 продуктивных песков со средним содержанием золота в них 0,15 г/ m^3 . С учётом оценённых в них прогнозных ресурсов продуктивных песков и среднего содержания золота в них, ресурсный потенциал его может составить около 15 т по категории P_2 . В Липецко-Скопинской зоне наиболее подробно изучена Корневская россыпь. Авторами была опробована верхняя залежь россыпи; по всему опробованному разрезу установлено золото, содержание его составляет от 80 до 1500 г/ m^3 при среднем – около 280 мг/ m^3 . В целом, учитывая содержания попутного золота в россыпях Липецко-Скопинской зоны для оценки её ресурсного потенциала принято среднее содержание 0,22 г/ m^3 . Совокупный объём продуктивных песков Липецко-Скопинской зоны составляет по категории P_1 – 63 млн m^3 , P_2 – около 300 млн m^3 . Необходимо отметить, что в настоящее время минерально-сырьевая база титана и циркония (особенно последнего) истощена – многие отрасли, связанные с их потреблением, в значительной степени зависят от импорта титано-циркониевых концентратов (Быховский, 2000). Наличие на Окско-Донском междуречье и сопредельной площади (территории Рязанской, Тамбовской, Липецкой, Пензенской, Воронежской, Волгоградской и Нижегородской областей) значительных не востребуемых

ресурсов золотосодержащего титано-циркониевого сырья – благоприятная предпосылка для промышленной добычи попутного золота из комплексных россыпей, в то же время, достаточно высокий золотороссыпной потенциал создаёт инвестиционную привлекательность комплексных титано-циркониевых россыпей. Несмотря на отчётливо проявленный комплекс прогнозно-поисковых критериев, а также прямых признаков коренной и россыпной золотоносности, ресурсный потенциал золота рассмотренного региона явно недооценён.

Конышев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ)
ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ
НА ТЕРЕНСИНСКОЙ ПЛОЩАДИ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

Теренсинская площадь (680 км²) в ранге прогнозируемого рудного узла входит в состав Уйбатского золоторудного района Республики Хакасия. В пределах Ужунжуйского и Тибек-Майского золоторудных узлов района открытым способом с использованием метода кучного выщелачивания добыто 16 т золота из окисленных руд Кузнецовского, Восточного, Чазыгольского, Тибекского и Майского месторождений, где имеются остаточные суммарные запасы первичных руд кат. С₂ – 15 т до глубины 100 м и апробированные прогнозные ресурсы кат. Р₁ – 60 т.

Впервые перспективы Теренсинской площади определились в результате региональной геохимической съемки по потокам рассеяния м-ба 1:500 000 (1984ф), в результате которой выявлена аномалия на площади 450 км² с содержанием золота более 0,1 г/т, а в эпицентре – более 1 г/т. Эта аномалия, золотоносность которой заверена штучным и шлиховым опробованием, по размерам и интенсивности превысила аномалии Саралинского, Коммунар-Балахчинского и Тибек-Майского смежных золотоносных узлов с крупными, средними и мелкими промышленными месторождениями золота. Ранее выполненными общими поисками в 70-х годах XX века при геологической съемке и доизучении м-ба 1:50 000 геохимические пробы по вторичным ореолам рассеяния не анализировались на золото на Теренсинской площади, имеющей медно-молибденовую специализацию.

Также, поиски рудного золота не осуществлялись при ГДП-200 листа N-45-XXIV в 2008–2010 гг.

Обоснование поисковых работ на Теренсинской площади было подготовлено в 2015 г. ООО «СибГео». Материалы геохимических работ были дополнены анализом пространственного положения частично отработанных россыпей в долинах рек Каинзас и Багзас. Золотоносность подтверждена шлиховыми пробами с видимым золотом, отобранными среди свалов глыб кварца по руслу р. Теренсуг ниже устья р. Каинзас, а также – в левобережье р. Алтаз, вблизи выявленной аномальной зоны естественного электрического поля. Составлена карта районирования территории на ландшафтно-геоморфологической основе для обоснования применимости различных видов геохимических методов поисков. Полученные фактические материалы по золотоносности, шлиховому, штучному опробованию и параметрам геохимических аномалий нашли отражение на геолого-формационной карте м-ба 1:50 000, составленной для прогнозирования золоторудных объектов ряда геолого-промышленных типов.

Теренсинская площадь сложена вулканогенно-терригенно-кремнисто-карбонатными флишевыми толщами следующих формаций: верхнерифейской кремнисто-карбонатной (биджинская свита темноокрашенных известняков и светлых доломитов с горизонтами кремнистых, углеродисто-кремнистых сланцев и силицилитов, вмещающих потоки эффузивов основного и среднего состава); вендской известняково-доломитовой (мартюхинская свита светлоокрашенных органогенных доломитов с пластами темно-серых слоистых известняков и силицилитов); венд-раннекембрийской фосфатоносной кремнисто-карбонатной (сорнинская и тамалыкская свиты известняков при подчиненной роли доломитов, кремнистых сланцев, силицилитов,

вмещающих эффузивы и туфы основного состава); раннекембрийской терригенно-рифокарбонатной (бродовская, богградская и усинская свиты пестрого литологического состава, сложенные рифогенными известняками, брекчиями известняков, песчанистыми известняками, известковистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами с горизонтами темноокрашенных известняков, кремнистыми, глинисто-кремнистыми, углеродисто-кремнистыми сланцами и силицилитами, среди которых локально развиты зеленокаменно измененные эффузивы основного и среднего состава и туфотерригенные породы).

Интрузивные породы представлены следующими формациями: среднекембрийской габбро-монцонит-сиенитовой (когдахский комплекс биотит-двупироксеновых монцодиоритов, монцонитов, кварцевых монцонитов при подчиненном развитии субщелочных диоритов и габбро-диоритов, несущих золото-кварцевые штокверковые и жильные тела на смежных с севера рудных узлах Саралинско-Коммунарковского золотоносного района); позднекембрийско-раннеордовикской гранитоидных батолитов (тигертышский комплекс двуполевошпатовых биотитовых и биотит-роговообманковых гранитов главной фации, а также пёстрыми по составу гибридными кварцевыми диоритами, кварцевыми монцонитами, монцонитами, диоритами, габбро-диоритами, горнблендитами и граносиенитами краевых фаций, сопровождаемых дайками лейкогранитов, лейкократовых микрогранитов, гранит-порфиров, аплитов и пегматитов, несущих медно-молибденовую и шеелитовую минерализацию в грейзенах и березитах, а также медь-вольфрам-золотоносные сульфидно-кварцевые жилы и штокверки); средне-позднеордовикской (?) сиенит-граносиенитовой (юлинский комплекс сиенитов, кварцевых сиенитов, граносиенитов, субщелочных гранитов и пегматитов, редко - монцонитов, несущих промышленное медно-молибденовое оруденение).

В экзоконтактах интрузивных массивов когдахского и тигертышского комплексов, помимо мраморизации, ороговикования и графитизации пород, развиты актинолит-тремолитовые метасоматиты с залежами золото-магнетитовых руд и метасоматические кварциты. Эти кварциты образуют тела мощностью до первых десятков метров и протяженностью в несколько сотен м в карбонатных породах. Они залегают вдоль ряда (3–8) сближенных швов расщепления и брекчирования, сгруппированных в мощных (до 150–500 м) зонах региональных разломов СВ (Теренсинского) и ЗСЗ (Саксырского) простирания.

Кварциты несут прожилково-вкрапленную золото-сульфидно-анкерит-кварцевую минерализацию и характеризуются повышенными содержаниями вольфрама, молибдена, меди, свинца, цинка, серебра и золота. Подобными кварцитами представлены рудные тела Тибекского, Майского, Кузнецовского, Чазы-Гольского, Восточного промышленных золоторудных месторождений Уйбатского золотоносного района, а также Еловое, Кварцевое и Юзикское месторождения Саралинско-Коммунарковского и Урюпского рудных районов Кузнецкого Алатау.

Наряду с минерализованными зонами, штокверками и жилами золото-кварцевых руд в гранитоидах, на Теренсинской площади прогнозируются стратонидные залежи золото-сульфидных руд в кварцитах среди дислоцированных терригенно-карбонатных пород, в качестве одного из главных промышленных типов. Аналогом для этого типа объектов является ныне разрабатываемое Кузнецовское месторождение Ужунжувского рудного узла. По площадной продуктивности этого рудного узла 0,015 тм/км² на глубину 1 м ФБГУ ЦНИГРИ на 01.01.2016 г. до глубины 100 м утверждены прогнозные ресурсы категории Р₃ – 90 т золота при среднем содержании 4,5 г/т для Теренсинской площади по аналогии.

Для выявления новых золоторудных полей, уточнения прогнозных ресурсов для расширения масштабов золотодобычи в экономически освоенном Уйбатском золоторудном районе, предлагается в 2018–2020 гг. на Теренсинской площади (680 км²) выполнить геохимические поиски по потокам рассеяния масштаба 1:50 000. Детализацию аномалий на 50 км² в пределах 2-х рудных полей, прогнозируемых по комплексу критериев и признаков, планируется выполнить поисками масштаба 1:10 000 по вторичным ореолам рассеяния и геофизическими исследованиями методами магниторазведки и электроразведки на основе естественного электрического поля, возникающего в зонах окисления золото-сульфидных залежей. Заверочные

работы проектируется осуществить поверхностными горными выработками и колонковым бурением.

Предложенный комплекс работ позволит выполнить целевое задание проекта: оценить перспективы выявления минерализованных зон, штокерков и жил золото-кварцевых руд в гранитоидах и стратоидных залежей золото-сульфидных руд в кварцитах среди дислоцированных терригенно-карбонатных пород; локализовать прогнозные ресурсы категории P_2 – 50 т и P_1 – 10 т; разработать направление дальнейших поисковых работ и предложения по лицензированию участков Теренсинской площади Республики Хакасия.

**Махоткин И.Л., Кочнев В.Э., Матвеева Е.В. (ФГБУ «ВИМС»)
ОТКРЫТИЕ ЗАПАДНО-ОЛЕКМИНСКОГО РАЙОНА ДЕВОНСКОГО
ЭРУПТИВНОГО МАГМАТИЗМА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЯКУТСКОЙ
АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ И ОЦЕНКА ЕГО АЛМАЗОНОСНОСТИ**

Комплексный анализ геолого-структурного положения среднепалеозойского магматизма и распределение индикаторных минералов кимберлитов по территории северного обрамления Байкало-Патомской области Сибирской платформы, а также общерегиональных анализ структуры кристаллического фундамента и строения верхней мантии Сибирской платформы позволил выделить в южной части Якутской алмазоносной провинции несколько перспективных районов, в которых прогнозируется проявление среднепалеозойского кимберлитового магматизма.

В пределах одного из таких перспективных районов, выделенного в качестве Западно-Олекминской площади (8000 км²) в процессе проведения ревизионных работ в устье р. Бирюк, левого притока р. Лена, были идентифицирована пятидесятиметровая толща среднепалеозойских вулканогенно-осадочных пород, прорванных дайкой верхнедевонских долерит-базальтов Чаро-Синьского дайкового пояса. Исследуемый разрез вулканогенно-осадочной толщи идентичен по своему строению верхним кратерным фациям краевых частей трубок взрыва. На небольшом участке обнажения около 25 м по горизонтали, толща пород видимой мощностью около 40 м разбита несколькими субвертикальными разломами, по которым отдельные её блоки погружаются от периферии к центральной зоне этой структуры, расположенной в русле р. Бирюк. Периферические блоки верхней части разреза вулканогенно-осадочной толщи подстилаются хаотичным нагромождением мегабрекчий и брекчий вмещающих верхнекембрийских пород и самих вулканогенно-осадочных пород. Подобные структуры определяются нами в качестве брекчий обрушения, связанных по своему происхождению с формированием и расширением жерловых каналов трубок взрыва. На основании проведенного структурно-фациального анализа выявленная вулканогенно-осадочная толща была идентифицирована в качестве трубки взрыва Анфиса.

Изученный состав вулканогенно-осадочной толща трубки Анфиса представлен туфоалевролитами, туфоаргиллитами и мелколапилевыми туфами. В туфах присутствуют ядерные и безядерные аккреционные лапилли (пизолиты), оболочки которых сложены смешанным вулканогенно-кластическим материалом пелитовой размерности. Магматический материал пород полностью изменен и представлен преобладающей ассоциацией серпентина и слюдистой массы с примесью гидрограната и кальцита, которая развивается по оливину и мелилиту. По петрохимическому и геохимическому составу все исследуемые вулканогенно-осадочные породы относятся к высокомагнезиальной ($Kmg=75-84$) и высококалиевой серии ($K_2O=4,4-7,5$). Низкие содержания Ni, Cr и повышенные Al_2O_3 , Yb=2–2,7 указывает, что такие породы должны образовываться в процессе контаминации измененного в коре выветривания терригенно-карбонатного материала и первично вулканогенного материала в отношении 60/40, при этом первично магматическая часть таких смешанных пород вероятно была представлена калиевыми мелилитсодержащими низкотитанистыми кимберлитами (мелноитами).

Среди ИМК в трубке взрыва Анфиса установлены высокохромистые ксенокристовые шпинелиды, в том числе алмазоносной ассоциации, высокомагнезиальный форстерит $OL_{mg} = 93-95$ и микроксенолиты хромититов с единичными включениями форстерита, хромдиопсида, образовавшегося при 25–30 Кбар. В основной массе хромититов присутствует клинохлор и гидрогроссуляр, перовскит и кальцит, развивающиеся по хромдипсиду. Помимо вышеуказанной минеральной ассоциации ИМК, в русловом аллювии р. Бирюк установлены единичные зерна пиропов алмазной ассоциации (все 1–2 группы сохранности, до 52 КБар), ед. зерна пикроильменита и высокотитанистые хромшпинелиды магматической ассоциации. Это указывает на присутствие поблизости других тел алмазоносных кимберлитов, немного отличающихся по составу от трубки взрыва Анфиса, что в целом предполагает разнообразие форм кимберлитового магматизма в 3.-Олекминском районе.

Филиппов В.П., Краснов А.Н., Иванов Н.М. (ФГУП ЦНИГРИ)
ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ
ОТДЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
(ТАЙМЫРО-СЕВЕРОЗЕМЕЛЬСКАЯ И ЧУКОТСКАЯ
ЗОЛОТОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ)

На территории Таймыро-Североземельской провинции золото (коренное и россыпное) распространено практически повсеместно. В пределах 10 золотороссыпных районов установлено около 100 коренных проявлений золото-кварцевого, золото-сульфидно-кварцевого и золото-сульфидного типов. К первой очереди промышленного освоения следует отнести (как наиболее изученные) Большевикский (о. Большевик) и Челюскинский районы. В южной части о. Большевик прогнозируются 29 россыпей с оценёнными ресурсами золота: P_1 – 1 т, P_2 – 14 т, P_3 – 10 т. Всего из россыпей района добыто около 2 т металла. Ресурсы коренного золота составляют 30 т по категории P_2 . В пределах Челюскинского района наиболее высокие содержания золота установлены в аллювии юрских и верхнеплейстоценовых долин. Прогнозные ресурсы коренного золота оцениваются в 180 т по категории P_3 . Прогнозные ресурсы россыпного золота оценены в 5 т ($P_2 + P_3$). К южной части района примыкает перспективная Барковская площадь с широким распространением золоторудных проявлений золото-кварцевого и золотосульфидного типов с содержаниями золота до 1–1,5 г/т. В отдельных долинах установлены россыпепроявления с содержаниями золота до 4,4 г/м³. В целом суммарная протяжённость долин с продуктивным аллювием составляет около 40 км. С учётом линейной продуктивности разведанных россыпей о. Большевик (150 кг/км) предполагаемые прогнозные ресурсы площади могут составить около 6 т по категории P_3 . Необходимо отметить крайне низкую степень освоения площади поисковыми работами. В связи с указанным потенциальные ресурсы россыпного золота могут оцениваться не менее, чем в два раза выше и составить около 10 т по категории P_3 . Общая авторская оценка (с учетом утверждённой ЦНИГРИ на 01.01.2014 г) россыпного золота Таймыро-Североземельской провинции составляет около 40 т ($P_1 + P_2 + P_3$). Дополнительным ресурсным потенциалом могут являться россыпи мелководного арктического шельфа, поскольку отдельные россыпные узлы локализованы в прибрежной части. Вынос золота из речных долин является важным фактором формирования россыпей морского генезиса.

Значительным золотороссыпным потенциалом в пределах арктической зоны обладают приморские равнины *Чукотской провинции*. Наиболее крупным среди россыпей провинции является уникальное Рывеемское месторождение, локализованное в пределах Валькарайской низменности. Продолжение Рывеемской россыпи установлено в лагуне Рыпильхин в виде четырёх самостоятельных струй. Одна из них прослежена на дне моря до глубины 30–35 м, мощность торфов – 5–30 м, золотоносный пласт 0,5–0,8 м, содержания золота – 2,0–7,5 г/м³.

Прогнозный потенциал морской россыпи оценён в **40 т** при среднем содержании 4,5 г/м³. За период эксплуатации Рывеемского месторождения (1965–1995 гг.) добыто порядка **250 т** золота и переработано более 250 млн м³ горной массы, причём в отдельных блоках содержания достигали ураганных значений – суточный съём металла доходил до 200 кг, а годовая добыча до 17 т (1978 г.). Промышленный интерес для добычи россыпного золота могут представлять в первую очередь техногенные образования, сформировавшиеся после отработки месторождения. Прогнозные ресурсы техногенных россыпей Рывеемского месторождения по авторским оценкам составляют **100 т** с содержаниями до 1 г/м³, а с учётом ещё не отработанных в лагуне Рыпельхин аллювиально-морских и ещё не оценённых пляжевых россыпей ресурсный потенциал в целом составляет порядка **150 т**.

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА АБЦМ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОГО И НЕРАСПРЕДЕЛЕННОГО ФОНДОВ НЕДР

**Аввакумов А.Е., Сергеев А.А. (АО «СНИИГГиМС»)
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЗОЛОТА
ЕЛОВСКО-КОТОРОВСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО РАЙОНА
(НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Еловско-Которовский рудно-россыпной район расположен в северо-западной части Салаирского кряжа, административно принадлежит к Новосибирской и частично к Кемеровской областям. Добыча россыпного золота в его пределах началась и с различной степенью интенсивности продолжается с 1830 года. Общая добыча гравитируемого металла из долинных россыпных месторождений оценивается в более 13 т, при максимальной уровне добычи – 272 кг/год (Кудрявцева, 2003ф). Границы района, охватывают породы тектонического блока, ограниченного региональными разломами северо-западного простирания. В составе тектонического блока распространены раннекембрийские вулканогенные образования печеркинской свиты, слагающие ядро Чесноковской антиклинали, карбонатно-терригенные образования суенгинско-анчешевской группы свит и вулканогенно-осадочные породы зелено-фиолетовой формации среднего кембрия – нижнего ордовика, распространенные на крыльях складки. Участками стратифицированные отложения прорваны субвулканическими силлами плагиогранит-порфиров и риолит-порфиров печеркинского комплекса, мелкими интрузивными телами плагиогранитов, диоритов и габбро новолушниковского интрузивного комплекса раннего ордовика.

Территория Еловско-Которовского района характеризуется широким развитием кор химического выветривания и продуктов их ближнего переотложения, занимающих не менее 30% площади узла. Мощность кор варьирует от 20–40 м (для площадных разностей) до более чем 100 м (для линейных кор). Золотоносность (близкая к промышленному уровню) доказана работами по глубинному геохимическому картированию (Нечаев, 1988ф) в целом ряде сечений на характеризуемой площади и в сопредельных районах. На территории смежного Егорьевского района известны многочисленные примеры участков развития золотоносных кор выветривания с оцененными ресурсами высокой степени достоверности и запасами промышленных категорий. По геолого-структурной позиции, геоморфологическим и металлогеническим особенностям, продуктивности долинных и погребенных отработанных россыпей в пределах Еловско-Которовского района выделяется 3 наиболее перспективных участка развития кор выветривания (потенциальных рудных узлов) – Еловский, Тайлинский, Золототайгинский. Прогнозные ресурсы золотоносных кор химического выветривания последнего апробированы ранее и составляют P_3 – 64 т. Прогнозные ресурсы Еловского и Тайлинского узлов апробированы в 2017 г. (Мурзин, 2017ф) и составляют (P_3) – 66 т. Достаточно высок и потенциал коренной золотоносности обозначенной территории. По результатам работ по ГМК-500 (Черных, 2007ф) прогнозные ресурсы рудного золота (P_3) составляют 82,5 т. Таким образом, объем апробированных прогнозных ресурсов металла Еловско-Которовского узла вполне отвечает требованиям к объектам федерального уровня.

Александров В.В. (ОАО УГСЭ), Кучеровский П.Г. (ФГУП ЦНИГРИ),
Кривко Т.Н. (ОАО «УГСЭ»)

ОСОБЕННОСТИ ОКОЛОРУДНЫХ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА НОВОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

В 2015–2017 гг. ОАО Уральской геологосъемочной экспедицией в пределах Вилуйской площади (Свердловская область) были проведены поисковые работы на рудное золото (работы проводились АО «Росгеология» за счет госбюджета). В результате проведенных работ в корах выветривания и коренных породах были оценены прогнозные ресурсы золота категорий P_1 и P_2 , локализованные в пределах участков Березовый Лог, Ключик, Рудноболотный, Родионовский и Сталинский.

В большинстве случаев выявленные рудные тела приурочены к системам вытянутых в виде полос порфировых и порфировидных интрузивных пород – тоналитов, плагиогранит-порфиров, гранодиорит-порфиров (C_1zv). Вмещающими для рудоносных интрузивных тел являются мраморизованные известняки, реже, вулканиты и сланцы (D_p). В пределах рудных тел интрузивные породы катаклазированы, метасоматически преобразованы, содержат прожилково-вкрапленную золото-сульфидно-кварцевую минерализацию.

Установлено, что минерализованные породы рудных тел представлены метасоматитами кварц-серицитовой формации. Метасоматиты характеризуются образованием минеральной ассоциации кварц+серицит+хлорит (пеннин 1-й генерации)+карбонаты (доломит, кальцит)+сульфиды. Сульфидная минерализация в рудоносных породах присутствует в количестве 0,5–4%. Распределение сульфидов неравномерное, в виде гнезд, вкрапленность которых контролируется трещиноватостью за счет катаклазированнойности пород. Главными рудными минералами, установленными во всех рудных телах, являются пирит и пирротин. В качестве второстепенных рудных минералов являются арсенопирит и халькопирит, редко – сфалерит, галенит, теннантит, шеелит и молибденит. Золото в рудах представлено самородной свободной формой, характеризуется крайне неравномерным распределением в минерализованных породах в виде гнезд, которые вкраплены в большинстве случаев среди нерудных минералов, в интенсивно метасоматически измененных, прокварцованных участках, а также в трещинах, залеченных поздней генерацией кварца. Самородное золото в рудах относится к тонкодисперсному, пылевидному и тонкому классам крупности. Пробность золота варьирует в диапазоне от 777 до 950‰. Основной примесью является серебро, реже отмечается Hg, Cu и Te. В ассоциации с золотом обнаружены теллуриды Bi, Ag и Pb, которые характерны для интервалов с высокими содержаниями золота и являются минералами, образовавшимися в одном с ним парагенезисе.

Золотое оруденение несет в себе некоторые признаки оруденения порфирового типа. К ним отнесены:

- площадное и зональное развитие метасоматитов пропилитовой, кварц-серицитовой и аргиллизитовой формаций с сульфидной минерализацией;
- оруденение представляет собой штокверки, зоны прожилково-вкрапленной минерализации, приуроченные к телам интрузивов средне-кислого и кислого составов;
- значительный масштаб оруденения с зоной минерализации по простиранию длиной 4 км, в ширину 0,8 км. Размеры рудных тел: по простиранию – сотни метров до 1 км; по падению – сотни метров, возможно более; мощность – десятки метров.

Установлено, что наиболее важными и очевидными являются структурно-тектонический, магматический и метасоматический факторы локализации золотого оруденения. Формирование оруденения, происходило в несколько стадий, подчиняясь разорванному по времени внедрению разнофазовых интрузий западноверхисетского комплекса (C_1zv).

Андреев А.В. (ФГУП ЦНИГРИ)

**ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОГОДНЕНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ –
ЭТАЛОННЫЕ ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ
ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ
МАЛОУРАЛЬСКОГО ВПП ПОЛЯРНОГО УРАЛА**

В пределах золоторудных месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское Новогодненского рудного поля северной части Малоуральского вулcano-плутонического пояса (ВПП) (территория Ямало-Ненецкого АО) выделено три основных структурно-вещественных типа руд золото-сульфидно-кварцевой формации: 1) золото-магнетит-сульфидный массивный, 2) золото-сульфидный прожилково-вкрапленный штокверковый, 3) золото-сульфидно-кварцевый жильно-прожилковый. Выделенные типы руд различаются структурно-текстурными особенностями, набором рудных и метасоматических минералов, температурой образования и составом рудообразующих растворов.

На основании полученных в ходе длительного изучения Новогодненского рудного поля данных по геологической позиции, пространственно-временным соотношениям, составу, изотопным и физико-химическим характеристикам выделенных типов золотых руд показано, что установленные типы руд являются продуктами последовательного развития единой долгоживущей рудообразующей магматогенно-гидротермальной системы, связанной с проявлением девонского интрузивного магматизма (собский габбро-кварцдиорит-тоналитовый интрузивный комплекс).

На ранней стадии происходит образование известковых скарнов и хлорит-альбитовых метасоматитов, завершающееся формированием руд золото-сульфидно-магнетитового и золото-сульфидного прожилково-вкрапленного (штокверкового) типов, соответственно. На поздней стадии сформировались хлорит-кальцит-серицит-кварцевые (филлизитовые) изменения и сопряжённые с ними золото-сульфидно-кварцевые жильно-прожилковые руды.

Промышленная значимость объектов Новогодненского рудного поля (Новогоднее-Монто и Петропавловское) обеспечивается пространственным совмещением «ранних» и «поздних» типов. Кроме того, «поздние» золотоносные зоны, как правило, не являющиеся промышленными, могут служить характерным поисковым признаком, указывающим на возможность обнаружения на глубине более богатых и объёмных «ранних» типов руд.

С учётом критериев соответствия параметрам названных эталонных месторождений проведена оценка перспективности и разбраковка известных и новых рудопроявлений в пределах южного сегмента Малоуральского ВПП и выделены перспективные площади для постановки поисковых работ на рудное золото. В результате этой оценки здесь выделено две площади в ранге рудных полей – Манюкуйская и Кокпельская. Площади соответствуют ареалам распространения малых интрузий рудоносного собского комплекса с приуроченными к ним проявлениями сульфидной минерализации с повышенными содержаниями золота и ряда элементов-спутников (Cu, Ag, As и др.), сопровождающимися геохимическими аномалиями этих элементов, аномалиями ВП и магнитного поля.

Для перспективных площадей подготовлены обоснования постановки ГРР. Предлагается использование стандартного комплекса работ с проведением геологических, геохимических и геофизических поисков масштаба 1:25 000–1:10 000 (в зависимости от степени изученности площадей) современными методами с заверкой выявленных перспективных аномалий достаточными объемами поискового бурения на глубину до 200–300 м (для более изученной Манюкуйской площади) и поверхностными горными выработками (для слабо изученной в геологическом и металлогеническом плане Кокпельской площади). По результатам предлагаемых работ ожидается локализация потенциально промышленных минерализованных зон с прогнозными ресурсами золота и попутных компонентов, оцененными по категории P_2 и P_1 .

Андреев А.В., Гирфанов М.М., Авилова О.В., Старостин И.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ
В ПРЕДЕЛАХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУДНЫХ РАЙОНОВ
ЮЖНОГО УРАЛА

В период 2014–2017 гг. ФГУП ЦНИГРИ выполнен комплекс прогнозно-металлогенических и поисково-ревизионных работ по оценке перспектив выявления промышленных месторождений медно-порфирового типа на территории Южного Урала (Челябинская, Оренбургская области, Республика Башкортостан). В рамках выполненных работ в пределах Тагильско-Магнитогорской и Восточно-Уральской металлогенических провинций оконтурены перспективные территории в ранге металлогенических зон (МЗ), для которых выполнено среднемасштабное районирование с выделением и оконтуриванием потенциальных рудных районов и узлов (170–650 км²) с известным и прогнозируемым медно-порфировым оруденением.

Выделенные рудные районы ранжированы на три группы по степени перспективности: (1) рудные районы (РР) с известными промышленными медно-порфировыми месторождениями – Биргильдинско-Томинский с Томинским месторождением в Увельской МЗ, Тарутинский с Тарутинским месторождением и Новониколаевский с Михеевским эксплуатируемым месторождением в Тарутинско-Новониколаевской МЗ; (2) прогнозируемые рудные районы (ПРР) с известными рудопроявлениями медно-порфирового типа – Вознесенский, Салаватский и Узункулевский ПРР Северо-Ирендыкской МЗ, Зеленодольский и Кособродский ПРР Увельской МЗ, Еленовский ПРР Еленовско-Синешиханской МЗ; (3) ПРР с неясной перспективностью на выявление промышленного оруденения (Круглогорский, Верхнеуральский, Ансукпайский, Кусемский, Тахталымский, Тептяргинский).

Оконтуривание и ранжирование по перспективности площадей в ранге рудных районов послужило основой для оценки прогнозных ресурсов меди кат. Р₃ этих площадей, а также позволило значительно сократить площадь рекомендуемых последующих прогнозно-поисковых и поисковых работ на медно-порфировое оруденение. Общее количество апробированных прогнозных ресурсов меди кат. Р₃ составило 6400 тыс. т при прогнозируемых средних содержаниях меди около 0,42%, попутного золота около 0,2 г/т и молибдена – 0,004%. Полученная цифра демонстрирует возможность удвоения разведанных запасов медно-порфировых месторождений Южно-Уральского региона, сосредоточенных здесь в настоящее время на двух месторождениях – Михеевское и Томинское.

К наиболее перспективным на выявление промышленного медно-порфирового оруденения отнесены четыре рудных района: Вознесенский, Узункулевский, Зеленодольский и Еленовский. В их пределах намечены первоочередные для постановки дальнейших поисковых работ площади в ранге потенциальных рудных полей (30–70 км²). Локальные площади выделялись как ареалы распространения малых интрузий порфировых фаз рудоносного комплекса с приуроченными к ним проявлениями медно-порфирового и сопряженных рудно-формационных типов, сопровождающимися геохимическими аномалиями Cu, Mo, Zn, Pb, Ag, Au, аномалиями ВП и магнитного поля.

Для перспективных площадей подготовлены обоснования постановки ГРР. Предлагается использование стандартного комплекса работ с проведением геологических, геохимических и геофизических поисков масштаба 1:25 000–1:10 000 современными методами с заверкой выявленных перспективных аномалий достаточными объемами поискового бурения на глубину до 300–400 м. По результатам предлагаемых работ ожидается локализация потенциально промышленных минерализованных зон с прогнозными ресурсами меди и попутных компонентов, оцененными по категории Р₂, что позволит существенно пополнить резерв перспективных объектов для лицензирования и проведения работ оценочной стадии.

Прочие потенциальные рудные районы с неясной перспективностью требуют специализированного доизучения в рамках работ типа геолого-минералогического картирования.

**Арсентьева И.В., Брысин М.П., Черных А.И., Гвоздева И.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ АНЗАС-КИЗАССКОЙ ПЛОЩАДИ
(РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)**

Анализ состояния МСБ золота Республики Хакасия позволяет предполагать, что в 2022–2023 гг. может произойти значительное снижение добычи золота. Обеспеченность запасами золотодобывающих предприятий варьирует от 2 до 10 лет, а все имеющиеся балансовые запасы рудного золота находятся в распределенном фонде. Ежегодная добыча золота из россыпей в последние 4 года превышает прирост запасов. Начиная с 2005 года прирост прогнозных ресурсов золота на территории Хакасии обеспечивается преимущественно за счет геолого-разведочных работ (ГРР) за федеральный бюджет. Однако в последние несколько лет отмечается существенное снижение показателей прироста прогнозных ресурсов. Одной из причин снижения эффективности работ является то, что большинство ГРР в Хакасии были ориентированы на выявление месторождений жильного типа золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций, известных с конца XIX века. Перспективные участки с оруденением такого типа закончились, а работы на новые типы оруденения проводились преимущественно в Федоровско-Кедровском узле. В результате здесь удалось получить принципиально новые положительные результаты и выявить золоторудные объекты в кварц-серицит-анкеритовых метасоматитах с ресурсами категории P_1 около 92 т.

Комплексный анализ материалов предшественников свидетельствует о том, что одной из наиболее перспективных в Хакасии для выявления золотого оруденения в метасоматитах различного состава является Анзас-Кизасская площадь. Она характеризуется наличием богатых россыпей, из которых добыто свыше 24 т золота, а также многочисленных проявлений и пунктов минерализации золота. В пределах Анзас-Кизасской площади апробированы прогнозные ресурсы коренного золота: P_3 – 40 т, P_2 – 21,1 т, P_1 – 16,5 т. Кроме проявлений золота в кварцевых жилах здесь известны признаки золото-сульфидно-кварцевого оруденения жильно-прожилкового и штокверкового типов в метасоматитах различного состава и зонах дробления.

Для обоснования перспектив на золото Анзас-Кизасской площади в 2017 году сотрудниками ФГУП ЦНИГРИ были проведены опытно-методические и прогнозно-ревизионные работы в ее центральной части (Кизасский участок). Работы были направлены на заверку ранее известных геохимических и шлихо-минералогических аномалий и выделение потенциальных минерализованных зон с использованием методики поисков перекрытых месторождений золота в сложных ландшафтно-геоморфологических условиях, разработанной А.И.Ивановым.

Изучение рыхлых отложений Кизасского участка в шурфах глубиной 1–1,5 м позволило выявить информативный элювиально-делювиальный слой, в котором над предполагаемыми минерализованными зонами установлено мелкое (0,1–0,2 мм) самородное золото (до 13 знаков). Золото преимущественно рудного облика, гипергенные преобразования проявлены незначительно. Примерно треть изученных золотинок обладает кристаллическими формами, чаще встречаются цементационные и трещинные образования (около 50%). Для трети знаков золота характерно срастание с кварцем и окисленными сульфидами. Резко преобладает (более 70%) золото с пробностью более 900‰, реже встречается с пробностью 800–900‰ и в единичных случаях – менее 700‰. Основной примесью в золоте является Ag, в высокопробном золоте встречается Cu. По результатам микрорентгеноспектрального анализа отмечается также примесь Te, Bi, в единичных случаях Pt и Pd. Были выявлены включения пирита и халькопирита в виде микровключений в самородном золоте, что может свидетельствовать о широком диапазоне температур кристаллизации. В литохимических пробах из шурфов на профиле, пройденном через гору Троицкую, характерно пространственное совмещение геохимических аномалий золота (по результатам химико-спектрального анализа), комплексной геохимической аномалии W^*Cu^*As (по данным ICP-MS) и аномалии шлихового золота.

Вновь полученные данные и материалы предшествующих работ позволяют сделать вывод о полистадийности процесса образования золота на Кизасском участке и предварительно вы-

делить несколько минерализованных зон субширотного направления. Зоны сложены метасоматически измененными (анкеритизация, сульфидизация и окварцевание) вулканогенно-терригенными породами.

Для определения закономерностей распределения и условий локализации золотого оруденения Анзас-Кизасской площади необходимо проведение прогнозно-минерагенических работ. Одним из результатов таких работ будет определение наиболее перспективных участков для дальнейшей постановки поисковых работ.

**Артемьев Д.С., Молчанов А.В., Терехов А.В., Козлов Д.С., Ашихмин Д.С.,
Кукушкин К.А., Соловьев О.Л. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ЛОМАМСКОГО ПОТЕНЦИАЛЬНОГО
ЗОЛОТОРУДНОГО РАЙОНА ПО МАТЕРИАЛАМ ГДП-200/2 (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)**

О потенциальной золотоносности Ломамского района известно с середины 20 века. В ходе составления ГТК-200 и проведения последующих поисковых работ (Амарский В.Г. 1974ф., Сидоров И.Т. 1976ф.) здесь было выявлено более 70 рудопроявлений и пунктов минерализации золота.

В 2013–2014 г. силами отдела металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых ФГБУ «ВСЕГЕИ» в районе проводились полевые работы в рамках создания ГТК-1000/3 листа О-52. В результате этих работ подтвердись перспективы обнаружения золотого и полиметаллического оруденения. Даны рекомендации для постановки работ по ГДП-200 в пределах листов О-52-XXVI и XXVII с целью обнаружения золотого оруденения лебединского, куранахского и морозкинского (Горы Рудной) типов.

С 2016 г. отделом металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых ФГБУ «ВСЕГЕИ» ведутся работы по ГДП-200/2 на листе О-52-XXVII, а с 2018 г. на листе О-52-XXVI. С первого года полевых работ подтвердились высокие перспективы Ломамского потенциального золоторудного района, закартированы обширные ореолы проявления гидротермально-метасоматических образований, подтверждены старые и выявлены новые рудопроявления и пункты минерализации золота, серебра, полиметаллов.

Интрузивный массив «Голец Билибина» сложен в основном гранитами, сиенитами, сиенит-порфирами и калиевыми ультраосновными щелочными породами, изотопный возраст кристаллизации гранитов и сиенитов составляет 119,5–123,7 млн лет. В пределах массива широко развиты крутопадающие (55–65°) зоны аргиллизации и березитизации, кварц-карбонат-пиритовые штокерки, с которыми связаны проявления золото-серебряного и полиметаллического оруденения, мощность зон изменяется от 0,3 до 500 м. Содержания Au составляют от 0,01 до 1,9 г/т, Ag – от 0,7 до 1740 г/т, Pb – до 0,45%, Zn – до 0,62%, Bi – до 0,44%, Cu – до 751 г/т, Mo – до 848 г/т, As – до 404 г/т, Li – до 97,2 г/т, Sb – до 30,7 г/т, W – до 63,5 г/т и Te – до 86,2 г/т.

В пределах Ломамского потенциального золоторудного района широко распространены отложения платформенного чехла – карбонатные породы венд-кембрийского и терригенные – юрского возраста. Осадочные образования прорваны силлами, дайками и штоками сиенит-порфиров, гранит-порфиров, лампрофиров, реже диоритов возрастом 118,5–122,1 млн лет. Породы чехла изменены гидротермально-метасоматическими процессами, с образованием ореолов пропилитов, березитов, гумбеитов, а также проявлены гипергенные новообразования в виде охр, лимонита, гематита и гетита. Рудные зоны образуют секущие крутопадающие и субгоризонтальные тела преимущественно в доломитах, по протяженности прослежены на первые сотни метров, мощность – до 1,5 м. Содержания Au составляют от 0,01 до 8,2 г/т, Li – до 150 г/т, Ni – до 504 г/т, Cu – до 665 г/т, Zn – до 3%, Ag – до 51,4 г/т, Sb до 69 г/т, Pb – до 1%, As – до 0,95%, W – до 990 г/т, Mo – до 102 г/т и Sn – до 20 г/т.

В пределах Ломамского потенциального золоторудного района в результате ГДП-200 авторами выделено 3 потенциальных рудных узла. Билибинский перспективный на обнаружение крупнообъемных объектов золото-медно-молибден-порфирового оруденения морозкинского типа, Ардайский и Бурпалинский – золотого малосульфидного оруденения лебединского типа. Суммарные ресурсы по категории P_3 составляют 347 т золота. В пределах выявленных потенциальных рудных узлов локализованы перспективные площади для постановки поисковых работ.

**Афанасьева Е.Н., Ляхницкая В.Д., Житникова И.А. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗОЛОТОНОСНОСТИ КУОЛАЯРВИНСКОГО ПРОГИБА
(СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ)**

Металлогения Куоляярвинского прогиба определяется наличием золоторудных и золото-урановых объектов различных рудно-формационных типов: золото-кварцевого (малое месторождение золота Майское), золото-сульфидно-кварцевого (проявления Аухти, Кайлары и др.), золото-уранового в метасоматитах (рудопроявления Озерное, Лагерное, Алакургити и др.). Золотое и урановое оруденение размещается в пределах единых рудоносных зон. Урановая минерализация, представленная уранинит-браннеритовым минеральным типом, локализуется среди карбонатных, альбит-карбонатных метасоматитов. Золоторудная минерализация, представленная самородным золотом, совместно с теллуридами и селенидами свинца и никеля, развивается по микротрещинам в уранините, молибдените и связана с проявлением более поздних анкеритовых изменений.

В результате работ последних лет получены новые данные по золотоносности северной части Куоляярвинского прогиба. Территория характеризуется гетерогенным разрезом, обусловленным чередованием метаморфизованных раннепротерозойских метаосадочных и метавулканогенных пород, в ассоциации с интрузивными телами базит-ультрабазитов, дайками карбонатитов и плагиодацитов. В керне скважин №№ 3–7, пробуренных АО «Северо-Западное ПГО», в зонах трещиноватости, дробления и брекчирования выявлены различные гидротермалиты, которые отнесены к следующим потенциально рудоносным гидротермально-метасоматическим формациям: альбититы, эйситы, листовениты, аргиллизиты и анкеритовые гидротермалиты по минеральному составу близкие к формации гумбеитов.

В керне скважин установлены единичные проявления альбититов, сходных с альбититами рудопоявлений Озерное, Лагерное и Аллакурти, но без признаков рудной минерализации. Широким распространением пользуется среднетемпературная фациальная разновидность эйситов с устойчивым минеральным парагенезисом: кварц+кальцит+альбит+биотит+клинохлор и локальными повышениями радиоактивности. Рудная минерализация, представленная пиритом, халькопиритом, пирротинном, молибденитом, приурочена к зонам развития эйситовых прожилков выполнения мощностью от 0,3–0,5 см до 10–15 см. Низкотемпературные анкеритовые метасоматиты являются наиболее поздними гидротермалитами, развитыми по всем разновидностям кристаллических пород, включая тела гипербазитов и плагиодацитов.

По данным аналитических исследований в ряде штучных проб, отобранных в зонах развития эйситов, установлены высокие содержания золота: от геохимических аномалий (0,18–0,35 г/т) до уровня рудных концентраций (0,99–14,0 г/т). В аншлифах установлены выделения самородного золота. Зерна золота размером свыше 5 мкм чаще всего включены в карбонат на участках развития мелкозернистых агрегатов пирита. По данным микрозондового анализа золото высокопробное. Золоторудная минерализация, вероятно, по аналогии с рудопоявлениями Озерное и Лагерное связана с проявлением низкотемпературных анкеритовых изменений. Различия заключаются в том, что на рудопоявлениях эти изменения наложены на альбититы, а в пределах исследуемой территории – на эйситы. Есть основания полагать, что выделенные гидротермалиты разного состава являются отражением многоэтапной тектоно-магма-

тической активизации вплоть до палеозойской. Они выявлены в сближенных скважинах №№ 6 и 7 и отстоящих от них на расстоянии 16 км скважинах №№ 3, 4 и 5 и имеют значительное распространение в вертикальном разрезе (до глубины 100–150 м.). Межскважинное пространство бурением не изучено, однако правомерно предположить и здесь развитие подобных гидротермалитов, в том числе рудоносных, значительно распространенных по вертикали.

Полученные данные существенно повышают перспективы золотоносности Куолярвинского прогиба. На основании вышеизложенного рекомендуется постановка поисковых работ на золото в пределах выявленных локальных рудоперспективных структур с многостадийным проявлением гидротермалитов, соотносимых с различными фациями потенциально рудоносных гидротермально-метасоматических формаций.

Бондаренко Н.В., Гвоздева И.А., Раков Н.Д. (ФГУП ЦНИГРИ)
ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТО-СУРЬЯНЫХ РУД ПРОЯВЛЕНИЯ БИЛЛЯХ
(РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

Проявление Биллях, расположенное в одноименном рудном районе Верхояно-Колымской металлогенической провинции, приурочено к центральной части Яно-Адычанского складчато-блокового поднятия Янского мегасинклинория. Здесь также известны крупные месторождения Сентачан (на юге) и Кючус (на севере), которые как и проявление Биллях относятся к золото-сурьмяной рудной формации, что и предопределяет интерес к проявлению, как к объекту изучения условий и особенностей формирования золото-сурьмяного типа оруденения в данном регионе.

В геологическом строении проявления Биллях принимают участие верхнетриасовые породы карнийского яруса, представленные алевролитами и песчаниками, дислоцированными в пологие линейные складки. Определяющую роль в формировании складчато-блоковой структуры проявления играют дизъюнктивные нарушения. Так, широко развиты соскладчатые линейные крутонаклонные до почти вертикальных нарушения (65–90°) взбросовой или сбросо-сдвиговой кинематики, характеризующиеся падением плоскостей сместителей на восток и юго-восток. Наиболее значимым в данном районе является Билляхский разлом, отделяющий одноименную зону смятия от Арга-Ыннах-Хайского и Бадайского участков пологих залеганий. На данной территории также фиксируется группа разломов субширотного простирания, к которым, как правило, приурочены дайки кислого и среднего составов. Следует отметить незначительную протяженность данных тектонических нарушений, не превышающую в среднем 5 км.

Таким образом, в структурно-тектоническом отношении участок Биллях, особенно его центральная часть, расположенные в зоне сочленения Арга-Ыннах-Хайского участка пологих залеганий пород с Билляхской зоной смятия, представляет собой систему сближенных разветвляющихся и сочленяющихся локальных дизъюнктивных нарушений с шириной влияния до 2–3 км.

Зоны влияния разрывных нарушений, являющиеся в центральной части Билляхской площади рудовмещающими структурами, представляют собой участки смятия и дробления с глинками трения. Разрывы, ориентированные поперек и диагонально к простиранию складчатых структур, не имеют признаков смещения вмещающих пород и часто переходят в зоны трещиноватости.

В результате развития разрывных нарушений сформировались тектонически ослабленные зоны и участки, благоприятные для локализации малых интрузий и связанных с ними гидротермалитов. Особо благоприятными участками локализации рудных образований являются дайки, отличающиеся по физико-механическим свойствам от вмещающих пород.

На Билляхской площади рудные тела представлены секущими жилами золото-кварцевого, золото-кварц-антимонитового и кварц-антимонитового составов, отмечено, что практически все оруденение, имеющее промышленный потенциал, приурочено к висячему зальбанду дайки. Рудная минерализация имеет неравномерное распределение от микроскопических выделений до массивных линз, гнезд, жил, прожилков и зон вкрапленности. При этом участки с высокими содержаниями золота чередуются с участками, характеризующимися рядовой и слабой минерализацией. Рудные тела редко обладают четкими геологическими границами и оконтуриваются, в основном, по данным опробования.

В результате исследований текстурно-структурных характеристик руд проявления Биллях авторами было отмечено различное выполнение жильного пространства с энергетических позиций в зависимости от воздействия разных тектонических процессов, принимая во внимание, что всякая деформация до достижения предела прочности характеризуется нарастанием напряжений, а затем – постепенным или относительно быстрым снятием. Очевидно, что если нарастание и снятие напряжений осуществляется путем преимущественно пластических деформаций, которые происходят при сравнительно небольших напряжениях, но захватывают большие объемы пород, то изменения будут проявлены широко, при незначительной глубине переработки субстрата. В случае, когда возрастание напряжений происходит в процессе упругих деформаций, а снятие их – путем разрыва, то область минеральных преобразований будет более локализована, при этом глубина их должна быть максимально возможной для данных условий.

Так, на проявлении Биллях для сурьмяных жил постепенное нарастание напряжений приводит к укрупнению агрегатов антимонита и их двойникованию по плоскостям {130}, {120} и, возможно {310}, что отвечает пластическим деформациям с закономерным уменьшением объема системы по мере увеличения давления. При достижении предела прочности снятие напряжения происходит в виде трещин скола, при этом фиксируется дефрагментация двойникованных минеральных индивидов антимонита, а трещины выполняются кварцем с формированием в итоге антимонит-кварцевых агрегатов. В случаях постепенного снятия напряжения без нарушения сплошности жильного объекта наблюдаются текстуры течения и двойникования. Следует отметить, что поскольку тектонические нарушения складчатые, то процесс формирования кварц-антимонитовых парагенезисов, изохронный с формированием гидротермальной системы, является одним из поздних этапов, характеризующийся текстурно-структурными особенностями руд.

В случае тектонического воздействия на кварцевые жилы, обладающие большей компетентностью, происходит снятие напряжения путем разрыва и дробления исходной жильной массы. Акцессорные минералы кварцевых гидротермальных образований, прежде всего, пирит и единичные идиоморфные кристаллы антимонита, реагируют на воздействие упругих деформаций согласно своим физико-механическим свойствам. Пирит при тектоногенезе катаклазируется, причем, по мнению авторов, степень его дефрагментации зависит от продолжительности нарастания напряжения. Кристаллы антимонита, представленные единичными идиоморфными кристаллами, в кварцевой жильной массе расщепляются по плоскостям спайности, в основном, по весьма совершенной {010}, образуя «веерные» агрегаты этого минерала. Сама кварцевая жильная масса подвергается грануляции и частичной перекристаллизации с приобретением ей теневой текстуры. Следует отметить, что фиксируется отсутствие смещения фрагментов катаклазированных кристаллов пирита и антимонита.

Золоторудная нагрузка описанных выше жильных объектов проявления Биллях во многом связана с тектоническими процессами, протекающими в ходе их формирования. Изучение состава золота показывает наличие двух принципиально различных трендов: золото-сурьмяного и золото-кварцевого, закономерное изменение составов которых в координатах Au-Sb и Au-Ag отражает изменение параметров рудной системы: температуры, давления, окислительно-восстановительного потенциала, а также изменение объема, как функции изменения давления. Так, для золото-кварцевого типа увеличение Ag/Au на фоне падения температуры и со-

ответственно давления является типичным для золоторудных объектов. Отсутствие сурьмы в выделениях золота объектов этого типа свидетельствует, прежде всего, о ее отсутствии (или недостатке) в гидротермальных рудно-солевых растворах, связанных с кислыми интрузиями. Для золото-сурьмяного типа характерна существенная примесь сурьмы (до 7%). Тенденция изменения содержания сурьмы в золоте хорошо коррелируется с текстурами сурьмяных руд, где по мере увеличения степени тектонической переработки падает сурьмянистость золота.

Таким образом, на формирование жильных объектов проявления Биллях большое влияние оказывали тектонические воздействия. Достижение прочности пород и следующей за ней декомпрессии привело к инверсии характера тектоногенеза с режима сжатия на режим разуплотнения. Данный процесс отразился на текстурно-структурных особенностях руд, типоморфных признаках акцессорных минералов и составе золота.

**Васильев А.А. (Российское геологическое общество),
Коваленко Н.И. (Ботуобинская экспедиция АК «АЛРОСА» (ПАО))**
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОТУОБИНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ В ПОИСКАХ КОРЕННЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ**

Ботуобинская экспедиция была создана, согласно Приказа Главгеологии РСФСР № 186 от 30 мая 1959 года, с целью поисков месторождений алмазов для треста «Якуталмаз».

За 58 лет поисковых работ на алмазы Ботуобинская экспедиция открыла в Якутии:

- три новых кимберлитовых поля: Тобукское (1964 г.), Накынское (1994 г.), Сюльдюкарское (2015 г.);

- три коренных месторождения алмазов в Мало-Ботуобинском алмазоносном районе: «трубка Имени 23-го съезда КПСС» (1966 г.), «трубка Интернациональная» (1969 г.), «трубка Дачная» (1972 г., 2000 г.);

- три коренных месторождения алмазов в Средне-Мархинском алмазоносном районе: «трубка Ботуобинская» (1994 г.), «трубка Нюрбинская» (1996 г.), «тело Майское» (2006 г.) и, связанные с ними глубоко погребённые россыпные месторождения алмазов в Мало-Ботуобинском и Средне-Мархинском алмазоносных районах.

Все открытые экспедицией месторождения были погребены под толщей юрских осадочных отложений и характеризуются очень высоким содержанием алмазов. Они не фиксировались высокоточной аэромагнитной съёмкой, в отличие от месторождений алмазов Архангельской провинции.

Самым эффективным методом поисков коренных месторождений алмазов в Ботуобинской экспедиции стала высокоточная наземная магниторазведка, с помощью которой экспедиция открыла четыре (из 6-ти) коренных месторождений алмазов.

По минералам-спутникам, алмазам и бурению скважин по детальной поисковой сети экспедиция открыла одно коренное месторождение алмазов «тело Майское» (2006 г.) и погребённые россыпные месторождения в Мало-Ботуобинском районе: «Новинка» (1969 г.), «Восточное» (1981 г.), «Солур» (1987 г.).

Трубка Ботуобинская не фиксируется традиционными геофизическими методами поисков и была открыта на площади, которая по результатам ранее проведённых работ (в условиях существования СССР), официально была признана не перспективной на поиски алмазов. Открыта трубка Ботуобинская без проведения детальных поисковых работ геологическими и геофизическими методами, которые были предусмотрены Проектом Разломной партии. Это кардинально ускорило и удешевило открытие вначале двух коренных, а потом – связанных с ними погребённых месторождений алмазов и дало огромный экономический эффект за счёт ускорения (на много лет, а, возможно, и десятилетий) добычи из них алмазов.

На трубке Ботуобинской были проведены опытные работы, которыми была зафиксирована

над нею биолокационная аномалия. Это даёт основание для продолжения начатых учёным Н.Н.Сочевановым в 1978 году исследований о возможности применения нетрадиционных способов поисков кимберлитовых тел и месторождений алмазов.

Проведение таких работ дополнительно к традиционным методам поисков может способствовать открытию тех объектов, которые были пропущены ранее проведёнными поисками. В первую очередь это касается Мало-Ботуобинского алмазоносного района, в котором после открытия месторождения «трубка Интернациональная» (1969 г.) найти новую кимберлитовую аномалию не удаётся до сих пор.

В результате проведённого нами анализа особенностей открытия месторождений алмазов в Якутии удалось установить ряд закономерностей, использование которых может привести к ускорению открытия новых кимберлитовых тел, пропущенных ранее проведёнными поисками.

Необходимо отметить, что геологи Ботуобинской экспедиции под руководством Шукина В.Н. провели разведку глубоких горизонтов месторождений алмазов «трубка Интернациональная» и «трубка Мир». Это позволило построить в 1999 году первый в нашей стране подземный рудник по добычи алмазов (4 млн карат) из трубки Интернациональной, а потом подземным способом возобновить разработку трубки Мир.

После распада СССР экспедиция вошла в состав ПНО «Якуталмаз» (1992 г.), затем в состав АК «АЛРОСА» (1993 г.). На базе открытых экспедицией месторождений алмазов (1994–1996 гг.), была создана новая компания ПАО «АЛРОСА-Нюрба» (1997 г.), добывающая ежегодно 7,5 млн карат алмазов.

Полученная экспедицией геологическая информация, может привести (со временем) к открытию новых промышленных месторождения алмазов.

В связи с открытием Ботуобинской экспедицией уникальных месторождений алмазов, которые успешно разрабатываются Мирнинским и Нюрбинским ГОКаами и приносят огромные доходы Республике Саха (Якутия), ПАО «АЛРОСА», ПАО «АЛРОСА-Нюрба» и её акционерам, эффективность работы специалистов экспедиции по поискам месторождений алмазов следует признать высокой.

Голубев С.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ) ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА АЛМАЗЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЯКУТИИ

В результате работ по объекту: «Поисковые работы на выявление нетрадиционных для России месторождений алмазов триасового возраста на севере Оленекского поднятия (Республика Саха (Якутия))» было выделено прогнозируемое кимберлитовое поле, в пределах которого локализованы участки возможного положения кустов кимберлитовых тел. При выделении перспективных площадей ранга прогнозируемых кимберлитовых (лампроитовых) полей, а в их пределах локальных перспективных участков ранга «куста» тел, были использованы методологические подходы, разработанные и применяемые ФГУП ЦНИГРИ. В пределах одного из участков, названного Верхненикабытским, буровыми скважинами на двух магнитных аномалиях вскрыты кратерные части кимберлитовых тел. Потенциальная алмазоносность этих объектов предполагается на основании того, что была установлена связь россыпи долины реки Никабыт с участком, где были вскрыты данные тела. Была поставлена задача вскрытия жерловых частей данных объектов и их опробование на алмазоносность.

Геологическими задачами, которые были поставлены для данных работ, являются: выявление алмазоносных тел на участках распространения выявленных ранее кратерных частей кимберлитов; выявление алмазоносных кимберлитовых тел на основе проведения шлихо-минералогического опробования водораздельных пространств; выделение и ранжирование пер-

спективных локальных магнитных аномалий (ЛМА) трубчатого типа под заверку бурением на основе интерпретации данных аэромагнитной съемки масштаба 1:10 000 с учетом данных шлихо-минералогического опробывания; оценка прогнозных ресурсов алмазов категории P_1 и P_2 вскрытых алмазоносных тел; рекомендации по направлению дальнейших геологоразведочных работ.

Для решения этих задач были предусмотрены следующие методы работ: обработка и интерпретации геофизических данных (в том числе переинтерпретацию данных высокоточной аэромагнитной съемки масштаба 1:10 000) с использованием современных компьютерных технологий. Проведение опытно-методических наземных геофизических работ масштаба 1:5000 – магниторазведка и электроразведка МПП, что позволит отработать комплекс наземных геофизических методов для данного вида работ на ЛМА в пределах других частей территории. Выполнение шлихо-минералогического опробования поверхностных отложений с целью выявления ореолов рассеяния МИК от их источников. Ожидается, что опробование позволит разбавить, выделенные по наземной геофизике аномальные точки для последующей постановки заверочного бурения. Заверка бурением всех аномальных участков, выделенных на основании проведения наземных геофизических работ с учетом данных шлихо-минералогического опробования. При этом основной диаметр бурения составит 95,6 мм и будет проходить высокоскоростным станком. При вскрытии жерловых частей кимберлитовых тел, для набора представительных проб, диаметр бурения составит 112 мм. Для оценки ресурсов алмазов категории P_1 по опыту работ планируется набор кимберлита не менее 3,5 т с каждого объекта.

Данная методика исследований позволит оценить прогнозные ресурсы алмазов по категории P_1 кимберлитовых тел, вскрытых ранее, выявить новые кимберлитовые тела в пределах участков прогнозируемых кустов Келимьжского поля с оценкой прогнозных ресурсов по категории P_2 , составить рекомендации по направлению дальнейших геологоразведочных работ.

В соответствии с поставленными задачами был составлен проект поисково-оценочных работ на объект.

Голубев Ю.К., Прусакова Н.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ С АНАЛИЗОМ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ
ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ АЛМАЗОВ

Архангельская область в РФ является вторым после Якутии алмазодобывающим регионом. Балансовые запасы алмазов Архангельской области составляют немногим более 20% от общероссийских и сосредоточены в 2-х месторождениях, расположенных в пределах Беломоро-Кулойского плато (Зимнебережный алмазоносный район). В 2017 году добыча алмазов на двух месторождениях составила около 6,4 млн карат. При этом добыча на трубке им. В.Гриба составила 3,7 млн карат, что превышает добычу на месторождении им. М.В.Ломоносова более чем на 1 млн карат. Планы добычи алмазов на трубке им. В.Гриба рассчитаны только до 2027 года. В дальнейшем если не будет принято дополнительных решений добыча алмазов в Архангельской области сократится более чем в 2 раза.

В тоже время потенциал алмазоносности Архангельской области оценивается весьма высоко. Прогнозные ресурсы категории P_3 составляют 742 млн карат, при этом 62% ресурсов данной категории связаны с Зимнебережным районом. Ресурсы категории P_1 оценены для трубки Снегурочка 6,7 млн карат и 38,1 млн карат для Первомайской и Кольцовской трубок. Вызывает большие сомнения перевод в запасы ресурсов последних двух трубок. Геолого-экономическая оценка потенциала трубки Снегурочка показала, что при любом способе отработки добыча алмазов будет нерентабельна. Ресурсы категории P_2 20 млн карат оценены для

трубки ЦНИГРИ-Архангельская. В связи с крайне низкими содержаниями алмазов данные ресурсы отнесены к категории некондиционных. Таким образом с одной стороны потенциал алмазоносности Архангельской области оценивается достаточно высоко, с другой стороны существуют серьезные трудности в реализации данного потенциала. Следует отметить, что с 1996 года, с момента открытия алмазоносной трубки им. В.Гриба, новых открытий промышленно алмазоносных трубок в Архангельской области не было, несмотря на значительные объемы ГРП выполненных в период с конца 90-ых годов и 1-ое десятилетие XXI века. При этом основные объемы ГРП были сосредоточены в пределах Зимнебережного района.

Практически все кимберлитовые трубки Зимнебережного района были открыты, в основном, с помощью магниторазведки. Шлихо-минералогический метод поисков в поисковых обстановках Архангельской области малоэффективен в силу особенностей строения осадков перекрывающих кимберлиты. К настоящему времени все контрастные аномалии заверены бурением. В тоже время алмазоносные трубки могут быть связаны со слабоконтрастными магнитными аномалиями или вообще не выделяться в магнитном поле. Для выявления подобных трубок ЦНИГРИ разработал методику опережающей локализации прогнозных участков размером первые десятки км², где с наибольшей степенью вероятности можно ожидать обнаружение кимберлитовых тел, и уже только в пределах данных участков проводить заверочные геофизические и буровые работы на геофизических аномалиях, направленные на вскрытие кимберлитов. Данный подход рекомендуется при проведении ГРП в пределах Зимнебережного района.

За пределами Зимнебережного района на основании геолого-геофизических предпосылок выделено 7 потенциально перспективных на обнаружение коренных алмазов площадей. Размеры этих площадей составляют от 4000 до 10 000 км². Степень геолого-геофизической изученности данных территорий в настоящее время не позволяет локализовать в их пределах площади ранга прогнозируемых кимберлитовых полей.

Исходя из имеющихся данных наибольший интерес в настоящее время представляет Шенкурская площадь, где возможно обнаружение алмазов постпермского возраста. Определенные перспективы имеет площадь в пределах Онежского полуострова.

Для постановки поисковых работ на алмазы за пределами Зимнебережного района необходимо доизучение площадей в рамках проведения прогнозно-минерагенических работ.

Захаров И.О. Котельников Е.Е (ФГУП ЦНИГРИ)
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПРЕССНОЙ МЕТОДИКИ ПОИСКОВ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ
УСЛОВИЯХ БОДАЙБИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

В 2013–2015 гг. ФГУП ЦНИГРИ в процессе поисковых работ по госконтракту была применена экспрессная методика поисков золоторудных месторождений в сложных ландшафтных условиях, разработанная А.И.Ивановым. Ранее, её апробация привела к открытию автором месторождений Ожерелье и Ыканское в Мараканском рудном узле. Методика включает в себя металлогенический анализ и собственно поисковые работы.

При металлогеническом анализе в южной части Бодайбинского рудного района локализована и прослежена Успенско-Чанчиковская субширотная рудоконтролирующая зона складчато-разрывных деформаций (ЗСРД) третьего порядка. ЗСРД имеет ширину около 3 км и протяженность более 60 км. Ранее центральная ее часть выделялась В.В.Вохминцевым (1961) как «зона бурошпатизации», А.Л.Александровым с соавторами (1974) – как «рудная зона».

В пределах ЗСРД проявлена более интенсивная складчатость 4-го и более высоких порядков. Амплитуда складок 4-го порядка 150–200 м. Они сложены многочисленными продольными вязкими разломами. ЗСРД трассируется аномалиями Au и As по вторичным ореолам

рассеяния, интенсивными гидротермально-метасоматическими процессами: пиритизацией (нескольких генераций), Fe-Mg карбонатизацией («бурошпатизацией»), развитием кварцевых жил и прожилков, серицитизацией (мусковитизацией).

В пределах зоны, на основании сочетания благоприятных рудоконтролирующих факторов и поисковых признаков (литологический состав пород – переслаивание углеродистых метапесчаников, метаалевролитов с редкими углеродистыми алевроитовыми сланцами и известняками; проявление секущих разломов и изгибов продольных структур; проявление наиболее интенсивных гидротермально-метасоматических процессов; наличие интенсивных аномалий Au и As по вторичным ореолам рассеяния) выделен перспективный участок Шилкинский.

Участок характеризуется преобладанием «закрытых» ландшафтов – залесенных, задернованных и заболоченных «моховых» склонов и водоразделов, что в значительной степени осложняет поиски золоторудных объектов.

Здесь проведены поисковые работы, в процессе которых в соответствии с методикой, на первом этапе, пройдены шурфы глубиной до 1 м и бульдозерные канавы до 1 м вкостростирирования ЗСРД. Шлиховым, точечным, литохимическим по первичным ореолам (ПО) и вторичным ореолам рассеяния (ВОР) опробованием выявлены субпараллельные золотоносные минерализованные зоны Южная, Центральная, Северо-Восточная и Северная. Зоны характеризуются отчетливыми геологическими признаками – интенсивным проявлением складчатости и рассланцевания, Fe-Mg карбонатизации – «бурошпатизации» (до 45%), сульфидизации (до 5%), жильно-прожилкового окварцевания, серицитизации (мусковитизации). Содержания в их пределах по результатам опробования по ВОР составили Au >0,01 г/т и As >5*10⁻³%. Ширина локализованных зон до 500 м, ширина ЗСРД до 3 км.

На втором этапе поисковых работ, эпицентры ВОР и шлиховых ореолов, в пределах в минерализованных зон, вскрыты канавы до коренных пород и прослежены на глубину скважинами колонкового бурения. По результатам кернового и бороздового опробования в пределах наиболее перспективной Центральной минерализованной зоны выделено пять рудных зон с содержаниями Au >0,5 г/т и As >10*10⁻³%, шириной 30–100 м, длиной до 700 м.

В результате, на участке Шилкинском выделены локальные участки для проведения более детальных поисковых работ, в процессе которых, как на уровне денудационного среза, так и по падению, прогнозируется выявление промышленного золотого оруденения.

Зубова Т.П., Черемисина Е.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВЫХ РАБОТ
НА ЗОЛОТОНОСНЫЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ
ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОБСТАНОВКАХ

Особенности геолого-геоморфологического строения района работ определяют комплекс методов, используемых на начальной стадии поисковых работ на золотоносные коры выветривания (ЗКВ).

Наиболее благоприятная обстановка для формирования золотоносных кор выветривания создавалась в пределах площадных региональных морфоструктур длительной стабилизации. Пенепленизированные поверхности выравнивания развивались в режиме чередования тектонических пульсаций небольшой амплитуды с этапами тектонического покоя, что определило их сложное блоковое строение и различия в условиях сохранности кор выветривания. В морфоструктурах, испытавших на неотектоническом этапе умеренные, реже интенсивные поднятия, поверхности выравнивания сохранились фрагментарно и подняты на различную высоту. В горных районах наибольший интерес представляют борта впадин, представленные чередованием эрозионных останцов с древними долинами, заполненными аккумулятивными толщами небольшой мощности. На пенепленизированных водоразделах ЗКВ сохраняются в

локальных впадинах, в карстовых полостях, в понижениях, связанных с зонами повышенной трещиноватости.

Морфоструктурные исследования, в сочетании с геоморфологическими и палеогеоморфологическими, позволяют в пределах площадных морфоструктур выделить локальные морфоструктуры: эрозионно-структурные и денудационно-структурные депрессии, благоприятные для формирования золотоносных кор выветривания различных морфогенетических типов. Как правило, депрессии наследуют древние отрицательные пликативные разрывные структуры (грабен-синклинали, грабены) и часто приурочены к зонам развития карбонатных пород. Особый интерес представляют депрессии, контуры которых совпадают с рудоконтролирующими разломами, участками развития погребенного карста.

При постановке поисковых работ на золотоносные коры выветривания, особенно на закрытых территориях, необходимо проведение анализа россыпей, их золотоносности, учитывая их пространственные и генетические связи с корами выветривания. По архивным и фондовым материалам анализируются данные о запасах россыпей, их литолого-фациальном и минералогическом составе, степени глинистости, присутствии остаточных, в том числе, рудных и гипергенных минералов, гранулометрии золота и его типоморфизме, строении плотика, наличии в нем зон минерализации, кор выветривания и т.д. В результате составляется предварительная карта золотоносных кор выветривания с целью выделения участков проведения площадных и профильных поисковых работ.

Площадные шлихо-геохимические работы (отбор шлиховых и геохимических проб) возможны только на участках с незначительной мощностью осадков, перекрывающих КВ – непленнизированные водоразделы и эрозионные останцы в пределах межгорных впадин. Шлиховые (минералогические) пробы дают информацию о составе коренных пород, рудной минерализации, их преобразовании в зоне гипергенеза, наличии самородного золота. Выявленные минералогические аномалии в комплексе с геохимическими позволяют локализовать участки в пределах перспективных минерализованных зон для постановки горно-буровых работ.

В пределах аккумулятивных осадочных толщ, перекрывающих КВ в эрозионно-структурных депрессиях и межгорных впадинах целесообразно проведение мелкометражного бурения, а в случае увеличения мощности рыхлых отложений – поисково-картировочного бурения по отдельным профилям с отбором минералогических и геохимических проб из вскрытой скважинами коры выветривания.

**Конкин В.Д. (ФГУП ЦНИГРИ), Шеметов В.А.,
Матвейчук А.А. (АО «Иркутскгеофизика»)**

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ В СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ОЛОКИТО-МАМСКОГО И ВЕРХНЕМАМСКОГО РУДНЫХ РАЙОНОВ

1. Олокито-Мамский и Верхнемамский рудные районы выделены в пределах западного сегмента Олокито-Делюн-Уран-Сюльбанской минерагенической зоны Северного Прибайкалья на тектоническом стыке двух крупных блоков - Байкало-Муйского (островодужного) и Байкало-Патомского (миогeosинклинального). Контакт указанных блоков – тектонический по серии субпараллельно ветвящихся и сходящихся в плане зон тектонических нарушений, входящих в систему глубинного Байкало-Делюн-Уран-Сюльбанского разлома. В пределах его западного сегмента выделены зоны тектонических нарушений второго порядка. По одному из них (Абчадскому по А.И.Иванову 2014 г., по предшественникам Мамскому) с учетом формационного выполнения блоков проведено условное разделение блоков.

Площадь *Олокито-Мамского района* сложена рифейскими метаморфизованными сложно

дислоцированными углеродсодержащими толщами терригенно-карбонатного и карбонатно-терригенного состава флишеидного строения, с подчиненной долей вулканогенно-терригенных и туфолгенно-вулканогенных толщ, В пределах *Верхнемамского района* развиты метаморфизованные преимущественно туфогенно-терригенные и вулканогенные толщи синхронные по времени накопления вышеупомянутым толщам рифея. Рифейские толщи прорваны разновеликими телами габброидов и гранитоидов позднего рифея и перекрыты чехлом терригенных и терригенно-карбонатных отложений венд-кембрийского времени.

Все стратифицированные рифей-кембрийские и интрузивные комплексы рифея интродуцированы разновеликими массивами и дайками гранитоидов потенциально золотоносного конклюдеро-мамаканского комплекса среднего карбона и гранитоидами щелочного ряда сынырского комплекса среднего карбона и осложнены серией длительно развивавших зон тектонических нарушений различных порядков.

2. Основными элементами-признаками выделения и оконтуривания потенциально золоторудных полей в анализируемых рудных районах служат:

Структурные – зоны складчато-разрывных дислокаций (ЗСРД) второго и более высоких порядков по породам различного состава, включая дорудные интрузивные образования, сопровождающиеся интервалами повышенного тектонического расслабления;

– характерным элементом строения тектонических зон служит их разветвление и схождение в плане при общем генеральном плане их простирания, что обуславливает линзовидно-блоковое строение и сложность увязки их фрагментов контролирующей локализацию минерализованных золотоносных зон.

Гидротермально-метасоматические образования представлены различными сочетаниями и различной степенью интенсивности проявления продуктов железо-магнезиально-карбонатного (бурошпатизации), березито- и листвениноподобного (в зависимости от фациального состава вмещающего субстрата), кварц-альбит-анкеритового метасоматоза и жильной – жильно-прожилковой кварцевой, кварц-бурошпатовой и кварц-кальцитовой, реже пиритовой минерализацией, а в зонах повышенного динамосланцевого метаморфизма – кварц-дистеновых и кварц-турмалиновых жил;

Наиболее продуктивными на золото служит пространственное сочетание арела вкрапленной бурошпатизации, пиритизации (мелко вкрапленного, прожилкового и метабластического), (лиственизации) и березитизации (хлорит)+ серицит+кварц-альбит-бурошпатового состава), жильной и жильно-прожилковой кварц-карбонат-сульфидной (кварц+карбонат+пирит+халькопирит+галенит ± их гипергенные образования) минерализации; примером служат выявленные рудные пересечения на Тесинском и Правомамском рудных полей;

– характерной особенностью размещения зон (мощность от первых метров до 30 м и протяженность до первых км в зонах шириной до 2,5 км) метасоматических образований, служит их отчетливо выраженная удлиненно-линзовидная морфология субсогласная общему структурному плану в пределах тектонизированных ЗСРД;

– для площадей с преобладанием вулканогенных и терригенно-туфогенных образований, интродуцированных разновозрастными гранитоидами (рудные поля Верхнемамского района) характерно сочетание метасоматических образований березит-листвениноподобного (хлорит)+серицит+кварц-альбит-бурошпатового) состава.

Геохимические – аномалии вторичных ореолов рассеяния золота с концентрациями от 0,005 г/т и выше;

– спектр элементов, с учетом коэффициента их концентрации в ВОР, характеризуется преимущественно следующим мажоритарными рядами с сочетанием: $Au \rightarrow Ag, Li, Mn \rightarrow Co, Cr, Ni \rightarrow Cu, V, Pb, Ba \rightarrow Sn, Zn, Ti (Mo)$. Мышьяк (*As*), в количестве от 0,001% до 0,1%, был установлен в единичных случаях на участках отдельных рудных полей *Грамаданское, Манюканское, Дала, Далакан, Мукодекское и Правомамское*. На Правомамской рудопроявлении в незначительных количествах (<0,02%) присутствуют сурьма (*Sb*). Наиболее тесно ассоциируют с аномалиями золота аномальные поля **Li и Ag**.

– характерной особенностью строения геохимических полей ВОР золота служит их отчетливо выраженная удлиненно-линзовидная морфология, субсогласная общему структурно-тектоническому плану строения анализируемой территории трассирующая зоны метасоматитов.

Золоторудной (месторождения, рудопроявления и пункты золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой формаций) и *экзогенной золотоносности* (шлиховые ореолы, потоки и месторождения россыпного золота; на площади отрабатываются малообъемные месторождения россыпного золота с признаками золота ближнего сноса).

3. Установлено что все минерализованные зоны с метасоматитами моно- и сложного составов, а также аномалии ВОР золота контролируются зонами «сквозного» тектонического расщепления вне зависимости от состава вмещающей среды.

В частности на площади Мукадеского рудного узла с Мукадеским и Правомаским рудными полями такие рудовмещающие зоны контролируются СВВ ответвлением от ЗСРД второго порядка с ССВ генеральным простиранием.

Площади рудных полей оконтуриваются по ареалам сближенных аномалий ВОР и геолого-структурной приуроченности к конкретным ЗСРД.

4. По результатам геохимических поисков масштаба 1:50 000 и поисковых работ с опережающими геохимическими поисками того же масштаба с заверочными горными работами на локальных участках в период 2006–2017 гг. выделены перспективные площади рудных полей с оценкой их прогнозных ресурсов категорий P_2 , а для отдельных локальных участков с выявленными аномалиями золота в полях минерализованных зон с метасоматитами железо-магнезиально-карбонатного (буропатового) и березит-лиственитового составов с жильной золото(±)сульфидно-кварцевой минерализацией в минерализованных зонах с выявленными рудными пересечениями категории P_1 с учетом современных требований для их оценки и разработаны рекомендации по дальнейшему проведению на них поисковых и поисково-оценочных работ на рудное золото.

5. На площади *Мамского рудного района* выделено 7 золоторудных полей (РП) площадью от 25 км² до 106 км² с участкам площадью от 5 км² до 15 км², часть из которых рекомендована проведению детализационных заверочных работ. В том числе: *Мамско-Олонгринское РП* с участками Олонгро, Конкудера, Скалистый; *Каверга-Конкудерское РП* с участками Базовый, Якдокар, Кудускит, Сосновский, Каверга, Якса; *Довгакитское Грамдаканское и Альтыликанское ПРП* (рекомендовано к доизучению) и *Тесинское РП* (рекомендовано к лицензированию с ресурсами категорий P_1 и P_2); Сининда-Нерундинское РП (с лицензированным месторождением Нерунда и группой недоизученных проявлений. Апробированные прогнозные ресурсы рудного золота составляют: P_3 – 185 т, P_2 – 96,3 т.

На площади *Вернемамского рудного района* выделено Мукадеское РП с рудопроявлениями Мукадек и Правомамское РП с одноименным рудопроявлением, Яно-Оркаликанское (Горбыляхское) РП с рудопроявлением Янское (не доизучено) в пределах территории Иркутской области и Оркаликанское РП с рудопроявлением Северное и Анамакитское РП с рудопроявлением Наледное на территории Республики Бурятия.

Апробированные прогнозные ресурсы рудного золота составляют: P_3 – 60 т, P_2 – 246 т, P_1 – 20 т.

С учетом результатов работ предшественников (1960–1990 гг.) площади *Нерундинского и Мукадеского рудных полей* с одноименными месторождения были лицензированы. Месторождение Нерундинское отрабатывается, а Мукадеское месторождение подготавливается к отработке.

Приведенные сведения свидетельствуют о перспективах золотоносности характеризуемых районов и необходимости продолжения поисковых и поисково-оценочных работ на рудное золото. Особое внимание при продолжении работ необходимо обратить на зональность строения минерализованных зон для выявления элементов-признаков их разбраковки по степени их золотоносности.

Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ
И МЕДНО-ЦИНКОВО-КОЛЧЕДАНЫХ РУД ДАВЫДОВСКОГО
РУДОПРОЯВЛЕНИЯ РУДНОГО АЛТАЯ

В результате поисковых работ в пределах Новокузнецовской площади выявлено Давыдовское рудопроявление и оценены его прогнозные ресурсы. На рудопроявлении вскрыты гнездовые, гнездово-вкрапленные, вкрапленно-прожилковые колчеданно-полиметаллические и цинково-медно-колчеданные рудные тела линзовидной формы. Руды в целом характеризуются содержаниями свинца 1,04%, цинка 2,13%, меди 0,65%, серебра 12 г/т, в некоторых интервалах также содержатся селен до 71 г/т, висмут 3–10 г/т, теллур около 2 г/т. Содержания серебра и висмута значительно повышаются в зонах развития полиметаллической ассоциации.

Колчеданно-полиметаллическая минерализация локализована в зонах кварц-хлоритовых метасоматитов с наложенной на них эпидотизацией и приурочена к туфогенно-осадочному разрезу удаленной фации эмс-нижеживетского возраста. Главными минералами колчеданно-полиметаллических руд являются сфалерит и пирит. В качестве второстепенных минералов встречаются халькопирит и галенит, редкие – арсенопирит, сульфосоли серебра. Сфалерит образует массивные разбитые трещинами выделения размером до нескольких сантиметров. Участками сфалерит смят и раздроблен, насыщен тонкой вкрапленностью халькопирита, более крупной, чем эмульсионная. Это, вероятно, объясняется перегруппировкой вещества и укрупнением его под действием метаморфизма. Халькопирит в ассоциации с галенитом развиваются по трещинам и замещают сфалерит. Встречаются также самостоятельные выделения халькопирита размером 5–7 мм в пределах гнезд полиметаллов, где халькопирит цементирует зерна пирита.

Пирит образует как гипидиоморфные (субгедральные по В.В.Масленникову, 2006), интенсивно разбитые трещинами зерна, так и аллотриоморфные скопления. После диагностического травления выявляется тонкоглобулярное строение центра пиритовых зерен и радиально-лучистое у периферии. Данная реликтовая структура позволяет предполагать первичное гидротермально-осадочное происхождение этого пирита с последующим преобразованием его в гипидиоморфный и цементацию поздним кварцем.

Цинково-медно-колчеданная минерализация характеризует зону подводящего канала и приурочена к зонам окварцевания, хлоритизации риолитов и участкам их брекчирования. Цинковая составляющая является переменной величиной. Выделяются как обогащенные, так и практически полностью обедненные цинком участки. Главными рудными минералами являются халькопирит и пирит, содержание сфалерита варьируется в широких пределах. В качестве редких минералов отмечаются галенит, сульфосоли серебра. Халькопирит является наиболее распространенным здесь минералом, слагающая «основу» большинства гнезд и прожилков в участках развития медной и медно-колчеданной минерализации. Также халькопирит развит в цементе брекчий. Выделяется две генерации халькопирита. Халькопирит-1 встречается в виде разбитых трещинами выделений размером 0,1–0,4 мм. Ассоциирует со скоплениями пирита, развиваясь в его интерстициях, часто раздроблен и деформирован вместе с пиритом и образовался, по-видимому, близко одновременно с ним. Халькопирит второй генерации образует крупные выделения, корродируя и замещая пирит, развивается в интерстициях минералов основной массы, ассоциирует с хлоритом и кварцем. Сфалерит массивный, встречается в пределах гнезд вместе с другими сульфидами в обогащенных цинком участках. Для него характерно отсутствие эмульсионной вкрапленности халькопирита. Этот сфалерит интенсивно разбит трещинами, в некоторых участках катаклазирован, иногда смят.

Таким образом, наличие глобулярного пирита в скоплениях сульфидов позволяет установить первичную, гидротермально-осадочную природу минерализации. Далее ранние минералы подвергались деформационно-метаморфическим воздействиям, в результате чего ранние минералы были перекристаллизованы, разбиты трещинами, раздроблены, часть веще-

ства могла быть мобилизована и переотложена. К ранним минералам относятся глобулярный, аллотриоморфнозернистый, субгедральный и гранобластовый пирит, массивный, разбитый трещинами сфалерит и некоторое количество халькопирита и галенита. К более поздним образованиям можно отнести метазернистый пирит, халькопирит-2, сульфосоли серебра, переотложенные в тонкие прожилки вместе с кварцем и развивающиеся в интерстициях основной массы.

**Кукушкин К.А., Терехов А.В., Молчанов А.В., Козлов Д.С., Соловьев О.Л.,
Титов Д.Ю., Хорохорина Е.И. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ УГУЙСКОЙ И ОЛДОНГСИНСКОЙ
ГРАБЕН-СИНКЛИНАЛЕЙ ЧАРО-ОЛЕКМИНСКОГО БЛОКА АЛДАНСКОГО ЩИТА
(ПО МАТЕРИАЛАМ ГДП-200)**

На основе результатов работ по составлению комплекта геологических карт масштаба 1:1 000 000 листа О-51 (Алдан), проведенных отделом металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых ФГБУ «ВСЕГЕИ» в 2012–2014 гг. был выделен ряд площадей, перспективных на выявление рудных объектов золота и меди. В связи с этими рекомендациями, в 2015–2017 гг. были выполнены работы по ГДП-200 листа О-51-XIX в пределах Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей, в ходе которых изучалось геологическое строение грабен-синклиналей, уточнялись границы стратиграфических подразделений, определялись степень проявленности наложенных гидротермально-метасоматических процессов и положение рудной минерализации в них.

В плане геологического строения, обе рассматриваемые структуры относятся к верхам разреза Удоканского рифтогенного прогиба. Нарастивание разреза отмечается от Олдонгсинской грабен-синклинали к Угуйской. В геологическом строении данных структур принимают участие толщи терригенных пород, залегающих с резким угловым несогласием на породах архейского фундамента.

Нижнепротерозойские терригенные, терригенно-карбонатные и черносланцевые толщи чародоканской, намсалинской и ханинской свит (соответственно), в свою очередь, перекрыты со стратиграфическим несогласием терригенными отложениями верхнепротерозойской кебектинской серии.

В ходе полевых работ выявлены зоны гидротермально-метасоматических изменений в областях деформаций песчаников кебектинской и ханинской свит. Изучение в прозрачно-полированных шлифах позволило установить 4 типа гидротермалитов – кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты, пропилиты, березиты и гумбеиты. По результатам аналитических исследований (ICP-MS) установлены повышенные концентрации редкоземельных элементов Се-группы в кварц-альбит-микроклиновых метасоматитах; золота (до 0,5 г/т), меди (до 7225 г/т), Zn (до 180 г/т), Ag (до 19 г/т), Pb (до 425 г/т) в березитах и U (до 382 г/т) в гумбеитах.

В краевых частях грабен-синклиналей выявлены гематитовые брекчии по гранитоидам, характеризующиеся повышенными значениями U (до 70 г/т) и Zn (до 120 г/т), схожие по своим петрографо-геохимическим параметрам с брекчиями месторождения «Олимпик-Дэм» в Австралии. Кроме того, впервые на данной территории обнаружены крупноглыбовые развалы дунитов с содержаниями Cr (ICP-MS) от 0,1 до 1,5%. Повышенные концентрации Cr (0,04% и выше) зафиксированы также в фукситсодержащих кварцитах, развалы которых закартированы вблизи вышеупомянутых ультрабазитов.

По итогам проведенных авторами работ по ГДП-200 листа О-51-XIX, в пределах южного фланга Угуйской грабен-синклинали впервые выделена Кондинская потенциальная золото-рудная зона, пространственно совпадающая с одноименной зоной долгоживущих разломов, вмещающей на соседнем листе крупные по запасам месторождения золота – Таборное и Гросс.

Подсчитанные по категории P_3 ресурсы Au для Кондинской потенциальной золоторудной зоны составляют 100 т. Промышленные перспективы гематитовых брекчий, ультрабазитов и Cr-содержащих кварцитов требуют дальнейшего уточнения.

Лаломов А.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
РОССЫПНОЙ ПОТЕНЦИАЛ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Россыпи арктического региона России представлены месторождениями золота, платиноидов, олова, алмазов, редких металлов, титана и мамонтового бивня. Хотя многие объекты осваиваются более 50 лет и к настоящему времени в значительной части выработаны, оставшиеся ресурсы представлены объектами, достигающими масштабов крупных и средних месторождений.

Преобладание россыпей над коренными объектами в балансе добычи по сравнению с балансом запасов указывает на повышенный интерес производителей к россыпным объектам, что объясняется более высокой рентабельностью отработки россыпных месторождений, быстрой окупаемостью капитальных вложений, пониженной энергоемкостью добычи и относительной технологической простотой процесса обогащения.

Выделяются три направления развития минерально-сырьевой базы россыпных месторождений: (а) исследование потенциала освоенных районов на нетрадиционные типы россыпей (техногенные, с мелкими размерами полезных компонентов, попутные компоненты традиционных россыпей); (б) использование новых методов отработки традиционных россыпей, относящихся к забалансовым по горнотехническим условиям эксплуатации (скважинная гидродобыча); (в) поиск традиционных типов россыпей в малоисследованных районах. Исследование процессов техногенеза, использование новых технологий добычи и обогащения, а также проведение поисковых работ на шельфе и прибрежных равнинах позволят нарастить запасы полезных ископаемых Арктики за счет россыпных объектов.

Микоев И.И. (ФГУП ЦНИГРИ)
НАЗЕМНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ
КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ В РАЗЛИЧНЫХ
ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВКАХ

Наземные геофизические работы при поисках кимберлитовых тел проводятся как для оценки перспективности аномалий, выявленных аэрогеофизическими работами, и выбора мест заложения заверочных буровых скважин, так и на небольших поисковых площадях, где проведение аэрогеофизических работ нецелесообразно по экономическим соображениям.

При проведении алмазопоисковых работ, начиная с середины прошлого века, опробовались, наверное, все существующие геофизические методы, но практика и результаты применения сформировали комплекс наиболее эффективных из них.

Анализ применения наземных геофизических методов при поисках кимберлитов в России и на Африканском континенте, где эти работы ведутся наиболее активно, показывает, что основной сложившийся в мировой практике комплекс включает магнитную съемку, электроразведку в различных модификациях и, в ряде случаев – гравиразведку.

Однако у всех этих методов имеются свои плюсы и минусы, а также методические и аппаратные аспекты, которые необходимо учитывать при поисках кимберлитовых тел.

Так, для наилучшего выделения деталей магнитного поля предпочтительнее использовать аппаратуру, позволяющую проводить съемку в квазинепрерывном режиме с цикличностью измерений не менее 1 с, что в среднем соответствует шагу съемки 1.3 метра. Это позволяет

фиксировать не только уровень магнитного поля, но и его частотные характеристики. Весьма полезной, а часто, необходимой опцией является наличие GPS-модуля для регистрации координат каждого измерения.

При безусловно высоких показателях эффективности магниторазведки ее возможности все же ограничены. С одной стороны далеко не все кимберлитовые трубки отражаются в магнитном поле. С другой – локальными магнитными аномалиями, схожими с так называемыми «трубочными», могут выделяться многочисленные объекты-помехи иной, некимберлитовой, природы. Поэтому для наземных работ привлекаются также другие геофизические методы, и, главным образом, электроразведка.

Наземная электроразведка при алмазописковых работах в зависимости от условий может применяться в широком диапазоне методов и технологий. В простых поисковых обстановках с успехом применяются давно известные методы сопротивлений или метод дипольного индуктивного профилирования. Если же мощность перекрывающих отложений достигает нескольких десятков метров, то в этих условиях наиболее результативен метод переходных процессов с аппаратурой, обеспечивающей высокое разрешение, как по вертикали, так и по горизонтали.

Гравиразведка при поисках кимберлитовых трубок в России не получила распространения отчасти вследствие трудоёмкости, отчасти из-за неоднозначных результатов.

Однако на Африканском континенте наземная гравиразведка традиционно применяется для разбраковки аэрогеофизических аномалий. Хотя имеющиеся данные по известным кимберлитовым телам показывают, что в поле силы тяжести кимберлиты могут отображаться как отрицательными, так и положительными аномалиями или вообще не проявляться. То есть отсутствие классической отрицательной аномалии не свидетельствует об отсутствии кимберлитового тела. Таким образом, по данным наземной гравиразведки сложно сделать выводы о перспективности аномалии и применение этого метода для поисков кимберлитовых тел вряд ли целесообразно.

Конечно, ряд компаний проводит работы и другими методами: высокоразрешающая сейсморазведка, георадиолокация и др. Но большинство из них либо находятся в стадии опытно-методических работ, либо весьма дороги и трудоёмки, либо показывают относительно неплохие результаты только на отдельных локальных площадях или даже на отдельных трубках и потому широкого применения не находят.

**Наидко В.И., Макаров В.А., Козьмин Д.Г., Серебрянская Т.С.,
Юлдашев З.А. (ИГДГиГ СФУ)
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ГЕРМАНИЕНОСНЫХ ЛИГНИТОВ
СЕРЧАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Впервые германиеносные лигниты выявлены в 60-е годы прошлого столетия в мел-палеогеновых отложениях Касской впадины в ходе поисков нефтяных залежей. Последующими поисково-оценочными работами в период 2011–2014 гг. выделена наиболее перспективная на обнаружение промышленных скоплений германия площадь – участок Касовский.

По результатам геологоразведочных работ, проведенных ООО «КАС» на территории Касовского участка, выявлено месторождение германия *Серчанское*, на котором подсчитаны запасы по категориям C_1 и C_2 , определены прогнозные ресурсы категории P_1 . Общий ресурсный потенциал германиеносного участка по категории P_2 составляет 1112 т Ge.

Полезным ископаемым на *Серчанском* месторождении являются лигниты, содержащие германий в промышленных концентрациях. Лигниты представляют собой углефицированные фрагменты деревьев различной морфологии (стволы, пни, веточки и т.д.). Размер фрагментов составляет от нескольких сантиметров до полутора метров.

Химический состав лигнитов исследован рентгенофлуоресцентным и атомно-эмиссионным с индуктивно связанной плазмой методами. Установлено, что концентрация германия в обломках лигнита изменяется от 40 до 600 г/т. Содержание (мас. %): углерода ~68,4, водорода ~5,3, серы ~1,6, азота ~0,7, кислорода ~25,0. Из числа металлических элементов преобладают (мас. %): кремний (~1,0), алюминий (~0,5) и железо (~0,4).

Под микроскопом изучены текстурно-структурные особенности лигнитов. Выявлены деформации годовичных колец, выраженные микроскладчатостью, зонами сжатия и сдвига. В отдельных образцах лигнита присутствуют трещины катаклаза и усыхания. Наблюдаемые текстурно-структурные особенности свидетельствуют о постседиментационном преобразовании лигнитов, их деформации, в процессе диагенеза вмещающих их терригенных образований.

Установлено наличие сульфидной минерализации в исследуемых образцах углефицированной древесины. Сульфиды представлены включениями фрамбоидального пирита, либо его агрегатами. Пиритовая минерализация, сформировавшаяся в пустотах и зонах разуплотнения лигнитов, имеет аутигенное происхождение.

С целью установления некоторых аспектов генезиса германиеносности лигнитов изучены особенности распределения элементов внутри отдельных фрагментов углефицированных деревьев. Исследование образцов лигнитов проведено с использованием методики и оборудования, применяемого в дендрохронологии при изучении годовичных колец деревьев (лаборатория биогеохимии экосистем, СФУ).

Выявленное распределение германия в обломках углефицированной древесины, с максимумом концентрации в их центральной части, вероятно, свидетельствует о сорбционном механизме его накопления в лигните. Снижение содержания германия на периферии фрагментов с одновременным увеличением концентрации таких элементов как титан, железо, кремний, кальций и калий, может указывать на смену геохимической обстановки, приведшей к повышению активности минерализованных растворов во вмещающих оруденение терригенных образованиях. Вследствие их воздействия из поверхностного слоя углефицированных фрагментов деревьев произошел вынос Ge и привнос Ti, Fe, K, Si, Ca, формирующих оторочки по краям обломков лигнитов. Увеличение содержания привнесенных элементов, очевидно, приводит к увеличению зольности лигнитов.

Установленный механизм сорбции германия углефицированными деревьями подтверждается исследованиями взаимосвязи между содержанием германия в лигните и его зольностью.

**Николаев Ю.Н., Калько И.А., Бакшеев И.А., Аплеталин А.В., Власов Е.А.,
Сидорина Ю.Н. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова)
ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОТЕНЦИАЛ
БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЗАПАДНОЙ ЧУКОТКИ**

Проведена оценка перспектив основных металлогенических зон Западной Чукотки на наиболее объемные месторождения благороднометальной минерализации жильно-прожилкового, прожилкового и прожилково-вкрапленного типов в интрузивных, вулканогенных, терригенных и карбонатно-терригенных образованиях. Рассмотрены геохимические критерии выявления, типизации и параметры наиболее распространенных типов оруденения, которые могут иметь промышленные перспективы.

В качестве наиболее перспективных выделены:

– золото-медно-молибден-порфировые объекты, которые рассматриваются как источники для попутного извлечения благородных металлов (содержания: Au 0,1–0,5 г/т, Ag 1–5 г/т; запасы: сотни тонн золота и тысячи тонн серебра) в медных рудах.

– золото-кварцевые (березитовые) проявления Южно-Анхойской зоны (Стадухинский рудный узел) и северо-западная часть Алярмаутского поднятия Анхойской зоны. При очень вы-

соких содержаниях золота (более 100 г/т) в отдельных жилах и прожилках в совокупности с золотоносными березитами имеют перспективы как большеобъемные объекты с содержаниями Au 2–5 г/т и средними (до крупных) запасами (10–100 т). При геохимических поисках выявляются по интенсивным вторичным ореолам Au и As. Состав вторичных ореолов жильного и прожилкового (штокверкового) оруденения идентичен, параметры близки, отличия наблюдаются только в их морфологии – линейной или изометричной.

К имеющим промышленные перспективы отнесены:

– золото-серебряные жильно-прожилковые руды порфирово-эпитермальных систем Олойской зоны (месторождение Весеннее, проявление Туманное и др.). При невысоких содержаниях благородных металлов (Au – 2–5 г/т, Ag – 50–200 г/т) обладают запасами в десятки тонн золота и сотни (до первых тысяч) тонн серебра. Приурочены к внешним зонам порфирово-эпитермальных систем. Выявляются по высокоинтенсивным площадным вторичным ореолам Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Mn – прямых индикаторов эпитермального золото-серебряного оруденения.

– золото-кварцевые жильно-прожилковые проявления Анюйской зоны (фланги месторождения Каральвеем, проявления Алискеровского узла и др.). При невысоких содержаниях благородных металлов (Au – 1–2 г/т) могут иметь мелкие – средние запасы (5–20 т). При геохимических поисках выявляются по вторичным ореолам Au, As, W. Состав вторичных ореолов жильного и прожилкового (штокверкового) оруденения идентичен, параметры близки, отличия наблюдаются только в их морфологии – линейной или изометричной.

– золото-серебряные прожилково-вкрапленные руды в карбонатно-терригенных образованиях Алярмаутского поднятия Анюйской зоны. При невысоких содержаниях благородных металлов (Au – 2–3 г/т, Ag – 100–500 г/т) имеют суммарный ресурсный потенциал около 100 т золота и около 10 000 т серебра. Выявляются по интенсивным площадным вторичным ореолам серебра. Ядерная часть аномалии с содержанием Ag более 5 г/т имеет протяженность 1 км, при ширине 0,2–0,5 км. Ореолы Au развиты фрагментарно в контуре аномалий серебра. Основные спутники – Pb, Zn, Cu, Mo, As, Sb.

К наименее перспективным на большеобъемное оруденение отнесены серебро-золотые жильно-прожилковые, прожилковые и вкрапленные руды Олойской зоны и внешней зоны ОЧВП. При невысоких содержаниях благородных металлов (Au – 0,5 г/т, Ag – 200–650 г/т) обладают ресурсами до десяти тонн золота и тысячи тонн серебра. Выделяются по вторичным ореолам как протяженные (до 10 км), мощные (1–1,5 км) аномальные геохимические зоны комплексного состава (Ag, Pb, Cu, Zn, Mo, As).

Пачерский Н.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО ЗОЛОТА НА РАННИХ СТАДИЯХ
ПОИСКОВЫХ РАБОТ (НА ПРИМЕРЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГРП
НА ТЕРРИТОРИИ ЧУКОТСКОГО АО)

При проектировании литохимического опробования вторичных ореолов рассеяния (ВОР) главной задачей являются определение трёх ключевых параметров: геометрии, направления и плотности сети опробования.

В практике поисковых работ за счёт средств федерального бюджета в большинстве случаев используется несимметричная (прямоугольная) сеть литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния. Она представляет собой серию параллельных профилей, по которым отбираются пробы. Шаг профилей и пробоотбора по профилю отличается на порядок. Такой подход является традиционным и наследуется в неизменённом виде с советского периода, когда были заложены теоретические основы метода и создана его инструктивная и методическая база. В канонической «Инструкции по геохимическим методам поисков месторождений» (1983 г.) указано: «Площадное литохимическое опробование рыхлых отложений...

должно быть выполнено по сети профилей, соответствующих принятому масштабу работ. Профили следует ориентировать вкрест господствующему простиранию рудоконтролирующих структур и рудных зон».

Одной из проблем такого подхода является то, что главное рудоконтролирующее направление перед началом работ чаще всего однозначно не установлено. В этом случае направление профилей при проектировании задаётся или согласно с представлениями проектанта о таком направлении, основанным на опыте работ в регионе или каким-либо теоретическим построениям, или вкрест генерального простирания основных геологических структур. При этом возможны ошибки, которые увеличивают вероятность пропуска объектов и делают неоднозначной интерпретацию геохимических данных.

Вторым недостатком является избыточная плотность автоматически применяемой на детальных участках сети опробования 100×20 м. В последнее время в связи с исчерпанием советского задела, в поисковые работы вовлекаются всё менее изученные площади и рудопроявления. На таких новых объектах рациональным представляется охват как можно большей площади пусть и более редкой сетью опробования, чем предписанной инструкцией.

На примере двух поисковых объектов на территории Чукотского АО рассмотрены вопросы выбора направления сети и плотности опробования при проведении литохимического опробования ВОР. На Кусьвеевской площади (2008 г.) сопоставление карт литохимических аномалий золота, составленных при последовательном разрежении сети опробования от 100×20 м до 500×100 м, показывает незначительную потерю геохимической информации при уменьшении плотности опробования в 5 раз (до сети 100×100 м). На Тяляйгинской площади (2014 г.) при меридиональной ориентировке профилей опробования сети 500×50 м вкрест генерального простирания геологических структур установлена субмеридиональная ориентировка рудоконтролирующих зон.

Таким образом, для повышения эффективности геохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния рекомендовано: в случае отсутствия достоверной информации о главном рудоконтролирующем направлении применение квадратной сети 100×100 м и 50×50 м; применение более редкой, чем 100×20 м сети опробования ВОР на детальных участках в пределах новых относительно слабо изученных поисковых объектов.

**Перегудов В.В. (ТОО «КРИЦ – НТК», Казахстан),
Шаутенов М.Р. (КазНТУ им. К.И.Сатпаева, Казахстан)
CARLA – ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА**

Carla – технология – это единственная в мире технология, которая сопровождает пробу начиная от её отбора, обработки на установке Carla, и заканчивая минералогическим анализом с выдачей результатов в виде количества минералов самородного золота и минералов – спутников (золотой минерализации). В отличие от широко известных минералогических исследований шлиховых проб, протолок, обработка проб по Carla – технологии позволяет получить рудный материал микронной размерности за счет использования специально разработанных высокочастотных виброцентробежных чашевых аппаратов с плавно регулируемой скоростью вращения и частотой вибраций. Так свободное самородное золото извлекается в гравеоцентриат на 90% размерностью более 10 микрон, рудные – пирит, арсенопирит, магнетит и другие на 80–90% извлекаются вибровинтовыми сепараторами дополняющими центробежные аппараты. Таким образом, комбинацией гравитационных аппаратов достигается высокое извлечение любой рудной минерализации в гравеоцентриат и что очень важно, можно считать технологические параметры (извлечение и т.д.) по каждой пробе. Результаты анализов предоставляются в специально разработанной (53 признака) табличной форме на бумажных

и электронных носителях.

Практическое применение Carla – технологии при проведении поисковых работ на золото – это быстрое выделение зон золотой минерализации, позволяющие направлять горные выработки и судить о типе и масштабах золотого оруденения, оценить прогнозные ресурсы.

При разведочных работах на месторождении оперативно отбраковывать пустые пробы от рудных, выделять рудные тела и особенно важно проводить оценочные работы на флангах.

Подчеркиваем, что все перечисленные и оставшиеся за текстом исследования, выполняются с «открытыми» глазами, изучая зерна свободного самородного золота и его минералов – носителей в формате 3D.

Для справки – большинство геологов и технологов прорабов на месторождениях золота всю жизнь так и не видели в живую золота. Carla – технология – это единственная возможность увидеть и почувствовать радость и удовлетворение от работы с минералом – золотом, а не виртуальной реальностью химических анализов.

**Рыжова Л.П., Носова Е.В. (ФГБОУ ВПО РГГРУ им. С.Орджоникидзе)
К ВОПРОСУ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОТРАБОТКИ
ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

На сегодняшний день всё большее внимание уделяется отработке вторичного минерального сырья – так называемых техногенных месторождений, представленных в виде отходов добычи и переработки полезных ископаемых. Объемы горнопромышленных отходов в настоящее время составляют порядка 60 млрд т, их доля в структуре отходов производства – около 90%.

Значительно расширить минерально-сырьевую базу цветных металлов и снизить возрастающее вредное воздействие горнопромышленных отходов на окружающую среду поможет отработка техногенных ресурсов.

Необходим комплексный подход к отработке техногенных месторождений, учитывающий не только экономический, но и экологический аспекты.

Оцениваются следующие экологические факторы: 1) экологическое состояние техногенных минеральных образований; 2) влияние геологоразведочных работ, добычи и переработки техногенного минерального сырья на окружающую среду; 3) эколого-экономическая оценка освоения техногенного минерального образования как возможного источника загрязнения окружающей среды. Экономические факторы: 1) количество и качество техногенного минерального сырья; 2) цены на продукцию, получаемую из техногенного минерального сырья; 3) годовой объем переработки техногенного минерального сырья и срок обеспеченности предприятия запасами; 4) капитальные вложения в промышленное освоение техногенного образования; 5) годовые эксплуатационные расходы; 6) годовой объем прибыли, срок окупаемости капитальных вложений, рентабельность, эксплуатационные расходы, прибыль за весь период отработки запасов техногенного минерального сырья; 7) площадь изъятых земель сельского хозяйства под техногенное образование; 8) экономический ущерб от изъятия земель сельского хозяйства и загрязнения окружающей среды. Полная оценка месторождения включает в себя тщательное изучение этих, а также геологических факторов.

На практике организационно-правовой механизм, стимулирующий вовлечение в хозяйственный оборот техногенных минеральных образований с использованием для этого возможных инноваций, а также эффективной поддержки проектов освоения техногенных месторождений с учётом их особенностей и необходимости внедрения новых технологий, до сих пор не создан.

К 2016 году в Российской Федерации скопились свыше 50 млн т пиритных огарков. Они образуются при обогащении сульфидного медного, свинцового, цинкового сырья и содержат цветные и редкие металлы, а также токсичные – ртуть, кадмий, мышьяк.

Пиритные огарки рассматриваются, как техногенные минеральные ресурсы, складываемые горно-обогатительными и металлургическими предприятиями при переработке пиритного сырья. Необходимо отметить, что содержание пирита в рудах – 60–80%, в хвостах – 90–95%. Можно выделить четыре наиболее крупных хранилища, в которых складированы пиритные огарки (свыше 1 млн т) после производства серной кислоты: ОАО «Аммофос» (г. Череповец) – 12 млн т, АО «Мелеузовские минеральные удобрения» (Республика Башкортостан, г. Мелеуз) – 2,5 млн т, ОАО «Кировградский медеплавильный комбинат» (г. Кировград) – 7 млн т, ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (г. Краснокаменск) – 4,5 млн т, что составляет 26 млн т. Пиритные огарки с успехом применяются при изготовлении цемента, где сосредоточенное в отходах железо используется для формирования вяжущего алюмоферрита кальция.

Вопрос комплексной переработки пиритных огарков для извлечения цветных и редких металлов открыт с 1930 г. Исследования в этой области проводились А.И.Заболоцким, установившим, что данные отходы являются ценным источником металлов и содержат 1,1–2,1 г/т золота, 20–30 г/т серебра, 0,3–0,4% меди, 0,7–1,0% цинка и 40–50% железа, а в результате их отправки на цементные производства ежегодно утрачивается 0,5 т золота.

В настоящее время пиритные огарки рассматриваются в качестве альтернативных ресурсов, переработанное сырье может использоваться для производства строительных материалов.

Существующие способы комплексной переработки пиритных огарков можно условно разделить на две группы – хлоридные и бесхлоридные.

Приведена упрощенная экономическая оценка техногенного месторождения на примере техногенного месторождения пиритных огарков с применением хлоридного способа переработки.

План реализации проекта предусматривает создание в первые 2 года перерабатывающего производства мощностью 50 тыс. т пиритных огарков в год и переработку отвалов в течение последующих 22-х лет.

Представленные затраты носят ориентировочный характер, они получены методом экспертных оценок и подлежат уточнению на стадии проектирования.

Анализ полученных показателей свидетельствует, что проект переработки пиритных огарков является эффективным, поскольку срок окупаемости инвестиций равен 3 года, что ниже среднеотраслевого, а рентабельность инвестиций по чистой прибыли составляет 92%, что намного превышает среднеотраслевой уровень.

Учитывая приближенность оценки затрат, ненадежность десятилетнего прогноза цен на металлы и сложность определения дисконтного множителя в условиях финансового кризиса, дисконтирование денежных потоков при выполнении представленных выше оценок не проводилось. Не учитывался также возврат по НДС и доходы от реализации концентратов меди, цинка и свинца. Оценка величины выгоды, связанной с экологическим ущербом, в связи с недостаточностью данных не проводилась.

В последние годы в России наблюдается заметное увеличение спроса (прежде всего со стороны банков) на аффинированное золото и другие ценные металлы. В связи с этим, а также, учитывая высокую рентабельность перерабатывающего производства, в условиях современной конъюнктуры рынка и кризисной экономики, создание конкурентоспособного технологического комплекса глубокой переработки техногенных ресурсов с максимальным извлечением ценных металлов для растущих потребностей внутреннего и мирового рынка является одной из первоочередных задач российской экономики.

Самойленко М.В., Карепина К.В., Котельников Е.Е., Захаров И.О. (ФГУП ЦНИГРИ)
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ
НА ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТАХ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В 2017 г. в рамках выполнения госзадания были проведены опытно-методические (ОМР) и прогнозно-ревизионные (ПРР) работы в Магаданской области, в пределах площадей (Каменская и Петух), где предполагается возможность выявления крупнообъемного золото-кварцевого месторождения наталкинского типа.

Задачей опытно-методических работ являлось выявление эффективности разработанных в ФГУП ЦНИГРИ шлихо-минералогического и ионно-сорбционного методов (ИСМ) при поисках золотого оруденения в условиях широкого развития элювиально-делювиальных отложений мощностью более 1 м. Задачей прогнозно-ревизионных работ являлась заверка на местности прогнозных построений (выявление, определения особенностей строения и прослеживание по простиранью минерализованных зон, уточнение их границ по геохимическим и геофизическим данным).

Для выполнения опытно-методических работ был выбран «эталонный» профиль № 1 (канавка предшественников), который расположен на месторождении Петух с установленными рудным сечениями (средняя мощность 5.8 м и среднее содержание золота 5.4 г/т).

На профиле зачищены борта канавы с шагом 10–20 м (в пределах рудных пересечений, на их флангах и за пределами рудных зон). В каждой зачистке борта канав «эталонного» профиля проведено опробование слоев делювиально-элювиальных отложений (металлометрическая, шлиховая и сколковая пробы) на двух (при наличии большего количества уровней – на всех) уровнях: на глубине 0,3 м, 1,0 м и в призабойной части на глубине 1,7–3,5 м с целью выявления уровня с максимальной концентрацией золота. Литохимическое опробование для выявления эффективности ионно-сорбционного метода (ИСМ) в данных условиях проводилось над каждой зачисткой борта канавы. Глубина пробоотбора 0,2 м.

При проведении прогнозно-ревизионных работ на участке Каменский проведена проходка шурфов более 1,0 м (для заверки зон прогнозных построений) с шагом 20–80 м. В шурфах проведено опробование рыхлых отложений (металлометрическая и шлиховая пробы) и делювиально-элювиальных отложений (сколковая проба) с информативного слоя, выявляемого по проявлению метасоматических процессов (Fe-Mg карбонатизации – «бурошпатизации», сульфидизации (пирит, арсенопирит, пирротин), жильно-прожилкового окварцевания и серицитизации (мусковитизации)). Литохимическое опробование для выявления эффективности ионно-сорбционного метода (ИСМ) в данных условиях проводилось над каждым шурфом. Глубина пробоотбора 0,2 м.

По аналитическим данным были построены графики содержаний золота, мышьяка и других элементов на всех горизонтах пробоотбора по ВОР, ПО, ИСМ, а также графики содержания золота в шлиховых пробах. Анализ распределения содержания золота и других элементов по разрезу в металлометрических пробах показал хорошую информативность проб, отобранных с глубины 1 м, по сравнению с опробованием с поверхности (0,3 м) как для «эталонного» профиля на месторождении Петух, так и для прогнозно-ревизионных профилей на участке Каменский. При отборе проб с более глубоких горизонтов, контрастность геохимических аномалий по ВОР возрастает. Кроме того, количество знаков золота в шлиховых пробах отчетливо коррелирует с опробованием по ВОР, с увеличением глубины также возрастает. Результаты опробования по ИСМ и ВОР с глубины 0,3 м, в целом хорошо коррелируются между собой.

Таким образом, опытно-методические работы показали эффективность использования «экспрессной методики...» в условиях развития черносланцевой формации Аян-Юряхской металлогенической зоны Магаданской области. Для вскрытия представительного слоя делювия необходимо использовать горные выработки глубиной не менее 1.0 м, с комплексом опробования (сколковое, металлометрическое, шлиховое).

Серавина Т.В., Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОПЫТ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ
КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (2009–2017 гг.)

Наиболее перспективными регионами РФ по развитию МСБ полиметаллических руд являются: Рудный Алтай, Забайкалье, Енисейский край и Салаир. В их пределах предусматривается создание кластеров экономического роста, в том числе за счет добычи полиметаллических руд (меди, свинца, цинка), с сопутствующими золотом и серебром. После длительного периода упадка начинается возрождение добычи полиметаллов.

Новизна исследований, проводимых отделом цветных металлов ЦНИГРИ, определяется проведением опережающих (аналог прогнозно-минерагенических исследований), прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ, нацеленных на конечный результат – вычленение в геологическом пространстве потенциальных месторождений, основанных на принципе последовательного приближения, при котором последовательно выделяются перспективные металлогенические единицы – таксоны разного ранга, являющиеся объектами прогнозирования и поисков: рудные поля, потенциальные месторождения. Выполненные научно-методические исследования показали, что только комплексный подход к решению прогнозно-поисковых задач обеспечивает новый более высокий уровень достоверности прогнозных оценок, который достигается путем суммирования поисковых вкладов независимых групп критериев. Прогнозно-металлогенические построения, которые были выполнены, включали: комплексное изучение рудовмещающих вулканогенно-осадочных толщ геологическими и опережающими современными геохимическими и геофизическими методами; обработку материалов дистанционного зондирования; аэро- и наземных геофизических исследований; специализированных геохимических работ по изучению околорудных метасоматитов для выявления обстановок локализации месторождений.

Эти исследования были применены при выполнении базовых проектов ГРР Роснедра в 2009–2017 гг. «Опережающие геолого-геофизические работы для обоснования переоценки перспектив полиметаллического оруденения Рудного Алтая (Алтайский край)» выполнялись семью организациями, основными из которых были ЦНИГРИ, СНИИГГИМС и РАЭ. В результате этих работ были выделены перспективные площади для проведения детализационных поисковых исследований, которые по перспективности были разделены на три группы. Для каждой из площадей была проведена оценка прогнозных ресурсов по категории P_3 и предполагаемой глубины локализации рудных тел. В настоящее время заканчивается опоскование перспективных площадей первой очереди и встает вопрос о проведении повторных прогнозно-минерагенических исследованиях в пределах рудных районов и узлов. На Змеиногорско-Березовогорской, Вересухинско-Комиссаровской, Новокузнецовской площадях были проведены поисковые работы, которые дали положительный результат. В 2015 году были полностью погашены прогнозные ресурсы категории P_3 Вересухинско-Комиссаровской площади в более высокие категории P_1 : Cu: 112,8 тыс. т; Pb: 52 тыс. т; Zn: 219 тыс. т, и P_2 : Cu: 106,9 тыс. т; Pb: 198 тыс. т; Zn: 637 тыс. т. Для Змеиногорско-Березовогорской прогнозные ресурсы категории P_1 по Петровскому и Восточно-Майскому участкам составили: руды: 25,7 млн т; Cu: 106,7 тыс. т; Pb: 301,5 тыс. т; Zn: 774,3 тыс. т; Au: 1592 кг; Ag: 285,1 т и категории P_2 по участкам: Петровский, Головинско-Ганьковский, Привет и Центрально-Березовогорский в количестве: руды: 100,8 млн т; Cu: 353 тыс. т; Pb: 354 тыс. т; Zn: 2699 тыс. т; Au: 32 т; Ag: 956 т. Эти результаты позволяют сделать вывод о возможности открытия нескольких месторождений в пределах выявленных участков.

Работы, проведенные в рамках проекта «Поисковые работы с оценкой перспектив колчеданно-полиметаллического с золотом оруденения основных рудных районов и узлов Салаирской металлогенической зоны» позволили ЦНИГРИ и «СНИИГГИМС» на основе анализа комплекта (геологических, литолого-стратиграфических, литолого-фациальных геохимических и геофизических) карт м-ба 1:20 000 выделить рудные районы и узлы и ранжировать их по

степени перспективности. Наиболее благоприятными для поисков колчеданно-полиметаллического с золотом оруденения являются Салаирский рудный район (Салаирско-Урский и Ускандинский рудные узлы) и Огнево-Романовский рудный район (Огневский рудный узел). Всего оцененные прогнозные ресурсы составили по категории P_2 : меди – 725,7 тыс. т, свинца – 613 тыс. т, цинка – 1404,6 тыс. т, золота – 92,9 т, серебра – 8734,4 т; категории P_3 : меди – 1447 тыс. т, свинца – 1252 тыс. т, цинка – 5589 тыс. т, золота – 246,2 т, серебра – 2887 т. Выделенные перспективные площади заслуживают постановки в их пределах поисковых работ в ближайшее время.

В рамках проекта «Поисковые работы оценкой перспектив золото-полиметаллического оруденения основных рудных районов и узлов Приаргунской структурно-формационной зоны (Забайкальский край)» в одном из старейших горнорудных районов Восточного Забайкалья на обширную территорию (более 11 000 км²) ЦНИГРИ совместно с «Читагеологоразведка» проведено металлогеническое районирование с выделением рудных районов и узлов и ранжирования их по степени перспективности. В результате оконтурены 19 рудных узлов, 7 из которых являются первоочередными. Работы позволили локализовать перспективные площади в ранге рудных полей для постановки поисковых работ. Апробированные суммарные прогнозные ресурсы категории P_2 составляют: свинца – 1043 тыс. т, цинка – 1543 тыс. т, серебра – 4171 т, золота – 35 т, при заданных целевым назначением: свинца – 200 тыс. т, цинка – 300 тыс. т, серебра – 1000 т, золота – 10 т). Работы на Кличкинской и Александрово-Заводской площадях были успешно завершены. Результатом этих проектов является выявление месторождений Талман и Кодак. На Савва-Борзинской и Ивановской площадях работы проводятся в настоящее время.

В 2017 году «Сибирским ПГО» совместно с ЦНИГРИ были начаты «Поисковые работы на свинцово-цинковое оруденение в пределах Морянихинской площади в Ангарском рудном районе (Красноярский край)». Работы охватывают значительную часть Морянихинского рудного узла и также могут считаться аналогом прогнозно-минерагенических исследований.

В заключении отметим, что только стадийный характер геологоразведочного процесса, использование современных технологий и методов поисков, а также наличие высококвалифицированных исполнителей (совместная работа ведущих геологоразведочных и научно-исследовательских организаций, обладающих необходимым кадровым составом), может в ближайшие годы повысить эффективность работ до нового современного уровня.

**Татаринов А.В., Яловик Л.И. (Геологический институт СО РАН),
Яловик Г.А. (ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу»)
ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА НА АЛМАЗЫ И ЗОЛОТО ОЛОНДИНСКОГО
ЗЕЛЕНОКАМЕННОГО ПОЯСА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)**

Олондинский зеленокаменный пояс (южный фрагмент Токко-Ханинского пояса по Стогний, Стогний, 1997) – один из новых площадных перспективных объектов для поисков месторождений алмазов и золота в России.

Благоприятны геологические, петрологические и минералого-геохимические предпосылки для формирования промышленных месторождений алмаза двух формационно-генетических типов: кимберлитового и коматиитового.

Кимберлитовый тип. Находка в 1990 г. в склоновых отложениях Красной горки вблизи оз. Токко пиропового граната, близкого по составу низкожелезистым пиропам из алмазосодержащих шпинель-гранатовых ксенолитов (алькренитов) кимберлитов Якутской провинции, позволили прогнозировать наличие кимберлитов в 250–300 м выше по склону и на водоразделе от этого места. Проверка этого прогноза, проведенная Олондинской партией Удоканской ГРЭ привела к открытию в 1991 году дайкообразного тела потенциально алмазоносных кимбер-

литов, содержащих хромистые пиропы, состав которых попадает на диаграмме Н.В.Соболева $\text{CaO}-\text{Cr}_2\text{O}_3$ в поле гранатов лерцолитового парагенезиса, типоморфных для кимберлитов с промышленной алмазоносностью. К сожалению, опробование на алмазы этого тела, не проведено.

Можно предполагать, что кимберлитовые дайки по аналогии с известными в Олондинском поясе дайкообразными телами ультраосновных пород, относимых к пикритовой серии, подвергнутых динамометаморфическим преобразованиям, также не являются редкостью.

Коматиитовый тип. Мелкие обломки кристаллов алмаза (0.3–0.5 мм) установлены в линзах ультраосновных породах оливин-серпентин-талькового состава среди метаультрабазитов интрузивного облика, химический состав которых отвечает перидотитовым коматиитам. В мире известно единственное промышленное Дачинское месторождение алмазов (преобладающий размер кристаллов 1–4.6 мм) коматиитового типа, расположенное во французской Гвиане. Следует отметить, что продуктивными здесь являются первичные вулканокластические, похожие на гиалокластиты и возможно имеющие одинаковую первичную природу с последними, разновидности метаморфизованных пород коматиитовой серии. В Олондинском поясе пока единственной разновидностью коматиитов, петрографически сходными с таковыми из Дачинского месторождения, являются коматиитовые лапиллиевые туфы бассейна р. Олондо и ср. течения р. Тарынг-Юрях. Однако по литолого-петрографическому составу они значительно различаются. Весьма существенны также петрохимические и геохимические отличия сравниваемых метакоматиитов. Алмазоносные матакоматииты Дачинского месторождения более близки к кимберлитам, чем к типичным коматиитам.

Отсутствие на сегодняшний день литолого-петрографических аналогов алмазоносных матакоматиитов Бразильского щита среди известных разновидностей матакоматиитов Олондинского зеленокаменного пояса, еще не позволяет отрицать возможную потенциальную алмазоносность всей коматиитовой толщи рассматриваемой структуры. В пользу этого вывода свидетельствует сходство геодинамических обстановок формирования тех и других.

Наиболее перспективной для поисков месторождений рассматриваемого типа на наш взгляд представляется полоса апокоматиитовых актинолит-хлоритовых динамосланцев, закартированная на юго-восточном фланге Олондинского зеленокаменного пояса.

Несомненны также перспективы Олондинского зеленокаменного пояса на благородные металлы и, в первую очередь, золото. Исследованиями Н.В.Попова, М.Н.Поповой, А.П.Смелова, М.Н.Шапориной установлено наличие золота в некоторых разновидностях зеленокаменных горных пород Олондинского пояса. Золотоносными являются, преобразованные в зонах динамометаморфизма, базальтовые коматииты и базиты (базальты, габбро, хлорит-карбонат-амфиболовые динамосланцы с кварцевыми, кварц-карбонатными, карбонат-флогопитовыми обособлениями, плагиоклаз-карбонат-биотитовые бластомилониты и милониты). Все они в той или иной степени сульфидизированы. Содержания Au в измененных коматиитовых базальтах колеблются от 10 мг/т до 2.5 г/т (среднее 0.4 г/т), в metabазитах толеитового ряда – до 4.5 г/т (среднее – 0.9 г/т).

Карбонат-флогопитовые динамосланцы характеризуются средним содержанием Au – 0.7 г/т при максимальном – 2.3 г/т. Повышенные содержания Au также обнаружены в тальк-карбонат-серпентиновых породах тектонических нарушений надвигового типа в ультрабазитах. Предполагается, что золото в основном представлено тонкодисперсными фазами (до 10 мкм). Частицы размером 0.1–0.3 мм встречаются редко. По значениям пробности выделены 2 группы Au: 970–990 и 720–780‰.

Большое сходство условий локализации и состава золотоносных пород обнаруженных проявлений с некоторыми промышленными месторождениями венд-рифейских зеленокаменных поясов Забайкалья позволяют весьма высоко оценивать перспективы золотоносности Олондинского пояса.

**Тучина М.В., Витковская Л.И., Ермакова Ю.В., Тарасов А.С.,
Шаповалов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ)**
**ИТОГИ АПРОБАЦИИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ АБЦМ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗАВЕРШЕННЫХ В 2017 ГОДУ ГРР**

В 2017 году по материалам 38-ми завершённых проектов ГРР к апробации было представлено 86 объектов АБЦМ (алмазов, золота, серебра, МПГ, меди, никеля, свинца и цинка); подавляющее их число (около 60) было представлено по золоту. В результате апробации 14 объектов приняты в авторской оценке, 57 подверглись экспертной корректировке, 15 были отклонены.

Корректировка и отклонение ПР по поступившим объектам были связаны с недостаточной полнотой предоставленных материалов, качественными недостатками проведенных ГРР и методическими ошибками в авторских оценках, среди которых были:

- ошибки категоризации ПР и их кондиционной принадлежности;
- интерпретационные ошибки геологических особенностей локализации полезного ископаемого, включающие в себя неудачный выбор прогнозно-поисковой модели, геолого-промышленного типа, металлогенического таксона-аналога;
- ошибки количественной оценки ПР;
- ошибки определения оценочных параметров (кондиций) и геолого-экономической оценки по укрупненным показателям.

Анализ состояния ресурсов АБЦМ, их изменения за рассматриваемый период и уровня вовлечённости в ГРР показывает следующее:

1. В общей оценке состояния ПР на 01.01.2018 г. учтено 2049 объектов, по некондиционным ПР – 322 объекта. В нераспределенном фонде на 01.01.2018 г. числится 1446 объектов (70,5%), в распределенном фонде 603 (29,5%).

2. В целом за 2017 год изменения ПР зафиксированы по 52 (с учётом комплексности) объектам, в основном по результатам завершённых ГРР. В нераспределенном фонде изменения зафиксированы по 48 объектам 7 видов ТПИ, в распределенном 34 (по золоту).

По золоту изменения ПР произошли на 57 объектах в 14 субъектах РФ. Состояние ПР кат. P_1+P_2 изменилось по 38 объектам, увеличившись суммарно на 2%. Ресурсы золота новых рудоносных площадей, оцененных по кат. P_3 , изменились по 19 объектам, уменьшившись на 1%, что обусловлено их реализацией в более высокие категории по 6 объектам и снятием с учета ввиду неподтверждения ранее данной оценки по 7 объектам. Прирост ПР, полученный по 6 объектам этой категории, не восполнил убыли.

По серебру ПР увеличились по кат. P_1+P_2 на 4%, по кат. P_3 на 1,5%. Поставлены на учет 4 новых объекта в трех субъектах СФО.

По МПГ отмечается заметное увеличение ПР (на 60% по кат. P_1+P_2), в результате завершившихся ГРР на двух сульфидных медно-никелевых объектах Мурманской области. Кроме того, доразведка двух ранее переданных в недропользование месторождений в Воронежской области обеспечили увеличение ПР никеля по кат. P_1+P_2 на 10%.

Ресурсы меди увеличились на 2% по всем категориям учета. Изменения произошли на 15 объектах в 6 субъектах Федерации.

ПР свинца и цинка увеличились по кат. P_1+P_2 на 5% и 6% соответственно; по кат. P_3 на 2% и 6% за счет постановки на учет 10 новых объектов в пяти субъектах СФО.

3. Вовлеченность ПР в лицензирование (по количеству объектов переданных в распределенный фонд недр) составляет по благородным металлам: МПГ – 50%, коренное золото – 33%, серебро – 25%. Из цветных металлов наибольшей востребованностью у недропользователей пользуются никель и медь – 40% и 25% соответственно; наименьшей – цинк и свинец – 14% и 4%. По алмазам в распределенном фонде числится 37% объектов.

Чаркин В.Н., Некипелый В.Л., Родченко С.А., Дубский В.С.
(ОСП «Запсибгеолъёмка» АО «Сибирское ПГО» АО «Росгеология»)
ПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ НА РУДНОЕ ЗОЛОТО В ПРЕДЕЛАХ
ЗАСЛОНКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Заслонкинское прогнозируемое золоторудное поле площадью 35,5 км² расположено на юго-западе Междуреченского района Кемеровской области в среднем течении р. Мрассу и охватывает ее правый приток реку Заслонку с притоками.

Площадь участка сложена вендскими образованиями - карбонатными и углеродисто-сланцево-карбонатными отложениями кабырзинской свиты и карбонатными образованиями западно-сибирской свиты, обрамленными нижнепалеозойскими интрузиями кислого и средне-основного состава. Интрузивные массивы представлены Хомутовским габбро-диоритовым массивом на севере и Заслонковским диоритовым массивом на юге. Дайки и малые интрузивные тела диабазовых порфиринов, гранит-порфиринов, гранодиоритов располагаются как в интрузивных массивах, так и в породах кабырзинской и западно-сибирской свит. Их размещение контролируется разрывными тектоническими структурами, они часто характеризуются наложенной сульфидной минерализацией и окварцеванием.

В структурном плане метаморфизованные сланцево-карбонатные образования венда составляют Заслонкинскую антиклиналь. В пределах площади разрывные дислокации имеют преимущественно северо-восточную ориентировку.

В пределах Заслонкинской площади известны многочисленные прямые поисковые признаки золотых объектов – отработанные россыпи золота по р. Заслонка и ее правым притокам (добыча золота составляет 1703 кг), проявления (содержания золота до 3–5 г/т), пункты минерализации, шлиховые ореолы и потоки, литохимические аномалии золота.

В ходе предшествующих геологических работ на большей части исследуемой площади было проведено литохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния (Шильнов, 1979ф; Юрьев, 2002ф) и площадные геофизические исследования (Валендер, 1980ф) масштаба 1:10 000. Поисковые работы на золото и другие виды полезных ископаемых проводились с применением поверхностных горных выработок. Заверка литохимических и геофизических аномалий выполнена в ограниченном количестве. Бурение скважин для оценки золоторудных объектов на глубину не проводилось.

В пределах Заслонкинской площади прогнозируется выявление золоторудных объектов типа минерализованных зон золото-кварцевого, вкрапленного золото-сульфидно-кварцевого и золото-скарнового формационных типов в связи с тектоническими зонами дробления и метасоматических изменений. В качестве объекта-аналога может рассматриваться Федоровско-Кедровское рудное поле, расположенное в 30–40 км от Заслонкинского рудного узла в близких геолого-структурных условиях.

По материалам предшествующих геохимических работ выделены многочисленные линейные аномалии золота и элементов-спутников северо-восточного простирания, которые могут быть обусловлены золотоносными минерализованными зонами. Основным методом решения поисковых задач является вскрытие с поверхности магистральными траншеями перспективных золотоносных зон и проявлений на полную мощность с последующим прослеживанием таких зон горными выработками по простиранию и скважинами на глубину.

Для Заслонкинского рудного узла площадью 73 км² были апробированы ФГУП «ЦНИГРИ» прогнозные ресурсы золота категории Р₃ в количестве 12 т (Дубский и др., 2012ф). В настоящее время в связи с появлением новых данных по прогнозным ресурсам Федоровско-Кедровского рудного поля выполнена переоценка прогнозных ресурсов золота для Заслонкинского рудного узла, которые оценены по категории Р₃ в количестве 80 т.

Объект предлагается для включения в программу геологического изучения недр за счет средств федерального бюджета.

Черешинский А.В. (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
ПЕРСПЕКТИВЫ ОПРОБОВАНИЯ КАЙНОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ
ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ НА МИНЕРАЛЫ-ИНДИКАТОРЫ КИМБЕРЛИТОВ

Из отложений кайнозоя Воронежской антеклизы (ВА) выделен комплекс минералов-индикаторов кимберлитов (МИК) – хромшпинелиды, пиропы, пикроильмениты и мелкие кристаллы алмаза.

Палеогеновые отложения сравнительно хорошо опробованы, однако почти все изученные разрезы находятся на юго-востоке ВА. Большинство находок МИК приходится на палеоценовые и эоценовые образования.

Наибольшее количество зерен пиропов характерно для отложений бучакской свиты эоцена (проба 7003) – 79 знаков, из них 23 имеют размер более 0,5 мм. Выделенные пиропы, как правило, слабо окатаны (преобладает 2 класс). Содержание Cr_2O_3 в изученных зернах составляет от 0,1 мас. % – в пироп-альмандинах, до 9,34 мас. % – в пиробазах. Одно зерно на генетической диаграмме Н.В.Соболева попадает в область алмазной ассоциации.

Содержание хромшпинелидов колеблется от 4 до 10 знаков на пробу. Встречены зерна октаэдрического габитуса, искаженные по одной из осей, характерные для кимберлитов. Количество Cr_2O_3 не превышает 41,1 мас. %, и данные хромшпинелиды на генетических диаграммах не попадают в поле алмазоносных пород. Пикроильмениты встречаются в виде единичных зерен. Они, как правило, имеют размер более 0,25 мм и хорошую окатанность. Содержание MgO не превышает 5,86 мас. %.

Мелкие кристаллы алмаза выделены из 3 разрезов, всего обнаружено 7 зерен. Из участка Мамоновка получены – октаэдр, обломок октаэдра и обломок шпинелевого двойника. В разрезе Нижний Бык обнаружены – октаэдр, куб и осколок кристалла. В разрезе Ершовка (Михайловка) – один кристалл октаэдра. Для прогнозирования алмазоносности данные находки нужно использовать с осторожностью, так как повторное изучение алмазосодержащего разреза Михайловка, с отбором пробы большего объема не дало результата.

Находки МИК (пиропы и хромшпинелиды) из неогеновых отложений тяготеют к северо-востоку антеклизы. Содержание МИК в обследованных разрезах низкое и умеренное. Количество пиропов в пробах незначительно, не превышает 3 знаков. Количество Cr_2O_3 составляет от 1,2 до 5,15 мас. %, одно зерно попадает (на диаграмме Н.В. Соболева) в область гранатов дунит-гарцбургитового парагенезиса, не алмазной ассоциации. Содержание хромшпинелидов колеблется от 7 до 43 знаков. Химический состав зерен широко варьирует, часть хромшпинелидов на диаграмме Н.В.Соболева попадают в поле алмазоносных пород. Выделенные пиропы и хромшпинелиды характеризуются небольшим размером (0,1–0,2 мм), они преимущественно хорошо окатаны. Все это свидетельствует о том, что данные зерна поступали в образования неогена из более древних промежуточных коллекторов.

Поисковая значимость МИК, обнаруженных в отложениях четвертичного возраста невелика, поскольку большая часть антеклизы в раннем и среднем неоплейстоцене была занята ледниками, область питания которых совпадает с северной алмазоносной провинцией Русской платформы. Из всех МИК, выделенных из четвертичных отложений, интерес представляет только находка мелкого алмаза в образованиях, предшествующих оледенению (разрез Липецкое городище).

По сравнению с отложениями мезозоя, кайнозойские породы характеризуются более низким количеством мелких алмазов, хромшпинелидов и пикроильменитов и повышенным содержанием пиропов. Наиболее перспективными породами для опробования на юго-востоке ВА являются палеоценовые и эоценовые, на северо-востоке антеклизы – неогеновые отложения.

Шумилин Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ
МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПОНИ-МУЛИНСКОГО
РУДНОГО УЗЛА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

Пони-Мулинский рудный узел расположен в южной части Хабаровского края, в пределах нижнеамурской металлогенической зоны. Магматические образования известные в его пределах, согласно легенде ГКК-1000/3, отнесены к верхнемеловому нижнеамурскому комплексу габбро-диорит-гранодиорит-гранитовой формации. Это штокообразные интрузивы, дайки и вытянутые в плане тела, площадью до 25 км² (Тудурский, Наулинский массивы). Изучались породы Тудурского массива и группа интрузивных тел, развитая в зоне влияния Понийского разлома и оперяющих его разрывных нарушений высших порядков, расположенные к западу от него.

По результатам изучения ограниченного числа силикатных анализов пород Тудурского массива, их наиболее основные пироксенсодержащие разности могут быть отнесены к субщелочным габбро-монцогаббро, наибольшее же распространение имеют монцодиориты. Породы средне-крупнозернистые, гипидиоморфнозернистые с выраженным идиоморфизмом плагиоклаза. Характерны коррозионные взаимоотношения пироксена и биотита.

Состав пород малых интрузий колеблется от пироксенсодержащих диорит-порфиров до амфибол-биотитовых кварцевых диоритовых порфиров. Породы характеризуются неясно ориентированным расположением порфировых выделений, мелкозернистой до тонкозернистой основной массой.

Все породы характеризуются сравнительно низкими содержаниями Mg, Fe, Ti при относительно повышенных количествах Ca и Al (до 18,7 вес. % в пироксен-амфиболовых диоритовых порфиритах). Согласно классификационной AFM-диаграмме ($K_2O + Na_2O$, FeO , MgO) исследованные породы могут быть отнесены к известково-щелочной серии. Диориты и кварцевые диориты характеризуются близкими к средним содержаниями щелочей. Характерной особенностью пород является присутствие значительного количества акцессорного апатита, при этом отмечается закономерное уменьшение содержаний P_2O_5 по мере увеличения кислотности разностей.

С интрузивами нижнеамурского комплекса и их обрамлением связаны рудопроявления золота, вольфрама, комплексные – меди и золота, в том числе к измененным породам тела диоритовых порфиров приурочено золото-меднопорфировое проявление Зона Медная, выявленная в результате ГРП в 2014 году (Чернявский В.С. и др.).

Оруденелые диориты разбиты многочисленными извилистыми кварцевыми, кварц-калийшпатовыми прожилками с пиритом и халькопиритом, часто имеют брекчевидный облик. Порода интенсивно калишпатизирована по массе, темноцветные минералы нередко замещены магнетитом, вкрапленная сульфидная минерализация преимущественно представлена пиритом. Отмечаются более поздние пиритовые, пирит-хлоритовые, карбонат-цеолитовые и гипсовые просечки. Наложенные низкотемпературные изменения вне прожилков представлены хлоритизацией (по роговой обманке и биотиту), и в меньшей степени серицитизацией (по плагиоклазу). Переход от зоны калиевых изменений к пропилитам постепенный. При этом отмечается развитие калишпатизации вдоль трещин и тонких прожилков. Выделяются два подвида пропилитов, отличающиеся наличием эпидота и соотношениями кислого плагиоклаза, карбоната, хлоритов. Пропилиты являются наиболее распространенным типом метасоматитов, их возрастные взаимоотношения с калиевыми метасоматитами не установлены.

С северо-запада рудное тело ограничено зоной разлома, длительное существование которого фиксируется наложением более поздних метасоматитов, напоминающих вторичные кварциты и аргиллизиты на вмещающие терригенные толщи и роговики, в небольшом объеме сопровождающие интрузии диоритов.

Шумилова Т.Г. (ФГБУ Н ИГ Коми НЦ УрО РАН)
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АЛМАЗОНОСНОЙ КАРСКОЙ АСТРОБЛЕМЫ
(ПАЙ-ХОЙ)

В России известны 3 крупные астроблемы – Попигайская, Пучеж-Катунская и Карская, каждая из которых в разной степени алмазоносна. Импактные алмазы являются ценным техническим материалом с повышенными механическими свойствами. На данный момент на территории Попигайской астроблемы известны 2 месторождения с оцененными запасами импактных алмазов Ударное и Скальное. Несмотря на довольно давнюю историю с момента открытия данных месторождений, они так и не были вовлечены в разработку, прежде всего по причине удаленности объектов, сложности извлечения и экономически более выгодного синтеза технических алмазов на период 70-х годов XX века.

Однако, в связи с выявлением принципиально новых технических характеристик лонсдейлитсодержащих импактных алмазов и появлением современной возможности более прецизионной оценки структур и свойств импактных алмазов, а также высокой востребованностью новых углеродных материалов, в том числе наноматериалов, интерес к импактным алмазам в последнее время проявляется с новой силой. При этом следует отметить, что Попигайская астроблема, хотя и находится в труднодоступной части России, является более изученной. Карская и рядом расположенная Усть-Карская астроблемы расположены в сравнительно более близком и территориально более доступном регионе, но являются существенно менее исследованными.

Импактные алмазы Карского региона принципиально отличаются по своему происхождению, их формирование не связано с трансформацией графита, как это происходило в большинстве импактных процессов образования алмазов, включая такие крупные астроблемы как Попигайская, Садбери, Рис и другие. В Карской и Усть-Карской астроблемах алмазы образовались при ударном воздействии на углистое вещество черных сланцев и прослоев углей. Согласно нашим предварительным данным Карская астроблема характеризуется высокими содержаниями импактных алмазов, локально достигающими в импактных стеклах тысяч кар/т (Shumilova et al., 2018). Данный уникальный объект представляет интерес не только своей алмазоносностью, но и возможным комплексным потенциалом.

Еще одним привлекательным моментом Карской астроблемы является потенциальная возможность переотложения и концентрирования рудных компонентов в результате длительных гидротермальных постимпактных процессов преобразования черных сланцев мишени Карской астроблемы, широко развитых в окружении импактной структуры. Согласно проведенным нами исследованиям в черных сланцах окружения астроблемы и в самих импактитах наблюдается укрупнение выделений рудных компонентов. В отдельных случаях были обнаружены скопления многочисленных частиц золота в импактных стеклах.

Кроме того, в ходе проведенных нами исследований впервые были обнаружены ультравысокобарные расплавные импактные стекла, которые в настоящее время исследуются как возможные потенциально инновационные материалы для современной электроники и оптики (Шумилова и др., 2018, в печати). Данные стекла образуют своеобразный комплекс жилородных тел в виде продукта ультравысокобарной ликвации и штокверкоподобных тел, секущих зювиты. Мощность ультравысокобарных стекол в раздувах достигает 10 см.

Исследования выполнены в рамках проекта РНФ № 17-17-01080.

**Юрьев А.И., Некипелый В.Л. (ОСП «Запсибгеолсъемка» АО «Сибирское ПГО»
АО «Росгеология»)**

**ПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ НА ЗОЛОТО В ПЕРВИЧНЫХ РУДАХ
И КОРАХ ХИМИЧЕСКОГО ВЫВЕТРИВАНИЯ В ПРЕДЕЛАХ
БЕРЕЗОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Березовская золотоносная площадь (24,3 км²) расположена в северо-западной части Кузнецкого Алатау в бассейне реки Широкая. Административно она находится в Тисульском районе Кемеровской области.

В минерагеническом плане Березовская золотоносная площадь входит в состав Золотокитатского золоторудно-россыпного узла и граничит на северо-западе с Ольгинским золоторудным полем. Тектоническая структура северо-западной части Кузнецкого Алатау определяется серией разрывных нарушений северо-западного простирания, согласных Кузнецко-Алтайскому глубинному разлому. Этой системой разломов позднепротерозойские, вендские, ранне- и реднепалеозойские отложения Пезас-Золотокитатской структурно-формационной зоны расчленены на ряд тектонических пластин северо-западного простирания с образованием горстов и грабенов. Березовская площадь находится в северо-восточной части Кайгадатского горста, примыкая к зоне Тайдонского разлома.

Ранее площадь изучалась преимущественно в процессе геолого-съемочных и тематических работ. Поисковые работы на золото в ограниченном объеме были проведены на части площади в 2015–2018 гг. ОСП «Запсибгеолсъемка» АО «Сибирское ПГО» в рамках изучения золотоносных кор выветривания на Ольгинской площади. При проведении этой работы в пределах участка Березовый по буровому профилю в левобережье р. Правая Широкая выявлено золотое оруденение предположительно «карлинского типа».

Оруденение приурочено к минерализованной зоне дробленных метасоматически измененных (аргиллизация, окварцевание) пород с мелкой сыпью пирита (5–15%) в тектоническом контакте терригенно-карбонатных отложений пезасской серии (Vpz) и осадочно-вулканогенных образований единисской свиты нижнего кембрия (Є₁ed). Мощность зоны измененных пород 75 м, простирание СЗ, падение ЮЗ под углом 67–72°. Промышленные содержания золота в минерализованных вулканогенных и терригенно-карбонатных породах и развитых по ним золотоносных корах выветривания приурочены к висячему крылу тектонической зоны и составляют 2,83 г/т на 12 м стволовой мощности или 1,59 г/т на 25,1 м. Золотое оруденение характеризуется повышенными содержаниями мышьяка (до >1%) и сурьмы (до 0,1%) и низкими содержаниями серебра (менее 0,0001%). По вулканитам развита остаточная (структурная) кора выветривания мощностью до 30 метров. В контакте с кремнисто-карбонатными отложениями пезасской серии развиты структурная и контактово-карстовая коры выветривания мощностью до 50–60 м.

По коре выветривания участка Березовый площадью 4,6 км² (юго-западная часть Березовской площади) ФГУП «ЦНИГРИ» апробированы прогнозные ресурсы золота категории Р₂ в объеме 17 т при среднем содержании 1,5 г/т (протокол № 41 от 22 декабря 2017 г.). По данным лабораторно-технологических исследований извлечение золота по цианистой и гравитационно-цианистой технологиям составляет соответственно 83,87 и 85,96%.

В пределах Березовской площади прогнозируется выявление 2–3 субпараллельных тектонических минерализованных зон общей протяженностью 10–15 км. Ожидаемые прогнозные ресурсы золота составляют по категории Р₁ – 10 т, по категории Р₂ – 80 т. Геолого-промышленный тип золотого оруденения – карлинский, объект-аналог – Воронцовское золоторудное месторождение (Россия, Средний Урал). Рудная формация – золото-кварц-сульфидная, золото-карбонат-сульфидная, золотоносных кор выветривания. Промышленный тип – минерализованные и жильные зоны.

Объект предлагается для включения в программу геологического изучения недр за счет средств федерального бюджета.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АБЦМ

Cheng Zhizhong ¹, Xie Xuejing ², Pan Hanjiang ², Yang Rong ²
**THE GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF TELLURIUM AND INDIUM,
SOUTH CHINA**

¹ Development and Research Center of China Geological Survey

² The Institute of geophysical and geochemical exploration, Langfang Hebei 065000

The Regional Geochemistry-National Reconnaissance Project (RGNR) in South China (Sichuan, Yunnan, Guizhou, Guangxi, Hubei, Hunan, Guangdong, Anhui, Jiangsu, Zhejiang, Jiangxi, Fujian) commenced in 1980 and was completed in 1995. Approximately 100 RGNR samples from each 1:50 000 map sheet were composited into a single sample for reanalysis in the geochemical mapping program of South China. To improve the analytical methods of Te and In by ICPMS, the detection limit of Te was down to 0.005 mg/kg, the detection limit of In for 0.002 mg/kg. The resulting 5244 composite samples were subsequently determined by ICPMS.

3 giant and 2 regional Te geochemical anomalies were delineated in South China. The Te anomaly of east Yunnan and West Guangxi was related to the distribution of limestone. The Te anomalies in Chenzhou Hunan province, Shaoguan Guangdong province, Xianggelila-Daye and Tongling were related to the copper polymetallic deposits.

The distribution of In shows four large In geochemical anomalies occurring in Gejiu in Yunnan province, Hechi in Guangxi province, Chenzhou and Shaoguan in the junction of Hunan and Guangdong provinces, and Longyan in Fujian province. These obvious In anomalous areas are associated with the mineralization of Sn and Pb–Zn. A strong Te anomaly is delineated in Chenzhou and Shaoguan in the junction of Hunan and Guangdong provinces, which is associated with the mineralization of Sn and Pb–Zn.

Chengbin Wang, Jianguo Chen **ONTOLOGY-DRIVEN MINERAL PROSPECTIVITY MAPPING: A CASE STUDY FOR “ZHUXI-TYPE” CU-W POLYMETALLIC DEPOSITS IN JIANGXI PROVINCE, SOUTH CHINA**

**State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources & Faculty of Earth
Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China**

In the past half a century, the GIS and computer technologies facilitate the development of ore deposits modeling and quantitative prediction of mineral resources, such as 2D-3D software tool development, the proposal of advanced theory and methods. Although there are many methods and tools can be used in the mineral prospectivity mapping, the creation and selection of predictor variables in the practical application of mineral prospectivity mapping is an expert-driven process. The significance of predictor variables was influenced by the expert's knowledge. Therefore, there is necessary to set up a criterion to create variables and reduce the bias of expert knowledge.

Ontology is a philosophical conception, which was used to describe the categories of being and their relations originally. Each ontology is the formal specification of the shared conceptualization of a domain of study. In the recent years, the ontology widely used in the artificial intelligence, library science, biomedical informatics and information architecture. In the domain of mineral deposits, the

mineral deposit types, position, location, ore-controlling features (e.g. fault, granite, fold) and their relationship be organized by a mineral deposit ontology.

In this study, we select Zhuxi, the biggest skarn-type Cu-W deposit in the world, as a case to illustrate the method of ontology-driven mineral prospectivity mapping. First, we built a mineral deposit ontology to describe the conception, properties and their formal relation associated with mineral deposit model and mineral resource exploration based on the mineral deposit model. Second, the essential features, indicative features and needless features were analyzed, and were transformed into predictor variables. Thirdly, we used the *t*-value to elevate the spatial significance of every variable. Then, we used the significant variables to make a mineral prospectivity mapping.

**Jin Ruoshi ¹, Liu Yongshun ¹, Zhang Yuelong ², Zhang Kuo ¹, He Peng ¹,
Chen Hangshi ², Zhang Feng ¹**

**THE DISCOVERY OF THE CHANGTUXILI MN-AG-PB-ZN POLYMETALLIC DEPOSIT
IN THE MIDDLE-SOUTHERN SEGMENT OF DA HINGGAN MOUNTAINS
IN NORTHEAST CHINA AND ITS SIGNIFICANCE**

¹ Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China

**² Qiqihar Branch, Heilongjiang Institute of Geological Survey and Research,
Qiqihar 150036, Heilongjiang, China**

A Mn, Ag, Pb, Zn polymetallic deposit was discovered in Huolingol area of Inner Mongolia by Tianjin Center of China Geological Survey together with Qiqihar Branch of Heilongjiang Institute of Geological Survey and Research. The tectonic position of the deposit is in the eastern part of the Central Asian Orogenic Belt. The deposit was formed by NW-striking cataclastic alteration in Baiyingaolao Formation. Seven parallel NW-striking ore veins are exposed by trenching. There are many kinds of low-temperature hydrothermal alteration in the orebody and wall rock, such as silicification, sericitization, chloritization, limonitization and carbonation. The deposit is probably an epithermal deposit, as shown by different kinds of alteration and the features of controlling role of the NW-striking structure. There probably exists a secondary metallogenic belt which is controlled by the NW- striking structure in the northeast metallogenic belt that is controlled by Pacific tectonic domain in the middle-southern segment of the Da Hinggan Mountains.

**Jin Ruoshi, Cheng Yinhang, Li Jianguo, Sima Xianzhang, Miao Peisen,
Wang Shaoyi, Ao Cong**

**LATE MESOZOIC CONTINENTAL BASIN “RED AND BLACK BEDS” COUPLING
FORMATION CONSTRAINTS ON THE SANDSTONE URANIUM MINERALIZATION
IN NORTHERN CHINA**

Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China

This study tried to explain the “red and black” sandstone constraint on uranium mineralization. On the basis of summarizing temporal and spatial relationship between red and black layers of global sandstone uranium deposits and the sieving of more than 100,000 meters core drilling data of the northern continental basin, the authors selected Junggar, Ordos and Songliao basin as typical research objects. Through compilation of drilling chart of the basin, investigating well-connecting section of typical mining area of key strata, the authors made a vertical and horizontal comprehensive analysis and comparison of “red and black” sandstone and uranium- bearing strata, and the results show

that the formation ages of uranium- bearing strata gradually change from Middle Jurassic to Upper Cretaceous from west to east in China. There were at least 6 large-scale oxygen-rich red sedimentary events in Late Mesozoic period and three “red - black color structure” in the typical basins. Combined with previous studies, the authors hold that the red layer is a relatively strong oxidizing environment and the black layer is a relatively reducing environment, which respectively provide oxidation-reduction conditions for the mineralization of sandstone uranium ore. The spectrum of uranium deposits is related genetically with red and black layer, industrial orebodies occur in tabular form in gray and grayish green sandstone. The red and black layer with the thickness of more than 500m is unfavorable for mineralization. The black and red layer formed in late Mesozoic continental basin has vertical zoning to represent the depositional environment change from oxidizing to reducing environment which provides “obstacle” and “field” for mineralization respectively. In conclusion, the authors put forward the “double color structure” metallogenic prospecting model for sandstone uranium deposit, in which the upper layer serves as the red oxide barrier, whereas the lower layer serves as black reducing barrier, and the sandstone uranium deposit (ore spot) transition zone is characterized by grayish green, gray sand enrichment and mineralization. The understanding obtained by the authors is significant not only for improving the metallogenic environment knowledge, metallogenic regularity and metallogenic model of sandstone uranium deposit but also for guiding the investigation of sandstone uranium deposits.

**Liu Jianzhong ^{1,2}, Wang Zepeng ¹, Yang Chengfu ¹, Li Junhai ¹, Hu Chengwei ¹, Wang Dafu ¹,
Xu Liangyi ¹, Zheng Lulin ², Yang Niya ¹, Yuan Shunfa ², Song Weifang ², Su Chengpeng ²**

**DYNAMICS OF GOLD MINERALIZATION AND PROSPECTING POTENTIAL
IN SW GUIZHOU PROVINCE, CHINA**

**¹ Guizhou Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development,
Guiyang, 550018, China**

**² College of Resource and Environmental Engineering, Guizhou University,
Guiyang, 550025, China**

1. Au mineralization of Guizhou

The most concentrated area of the Carlin-type Au deposits in China is the southwest of Guizhou Province, where an accumulated Au reserve of 628 tons has been explored, including more than 450 tons found in Structural alteration body (abbr.: SBT). The Shuiyindong Au deposit is hosted in a SBT and the orebody numbering Ia-1, having 69 tons of Au, singly reaches the level of a giant Au deposit.

2. Dynamics of mineralization

The Yangtze and Cathaysia Plates collided into the South China Continental Block during the Neoproterozoic. Due to the westward subduction of the Pacific Plate in Yanshanian Period, the region turned to be stretched when the heat flows at depth became active and the re-melting of the crust intensified leading to thinning of the lithosphere. Reviving of the early paleostructures in the collision zone of the Yangtze and Cathaysia Plates as well as up-invading of granitic magmas formed the widespread epithermal mineralization approximately along the collage zone of the two plates.

3. Prospecting potential

The Au resource potential in southwest Guizhou province is more than 1350 tons. The Au resources in Huijiabao, Nibao, Getang-Sayu, Baogudi, Lianhuashan, Kawu, Laizishan, Banqi, Yata, Xiongwu, Ceheng, Baidi, Daguan-Lekang and others region are 450 tons, 150 tons, 100 tons, 100 tons, 100 tons, 50 tons, 150 tons, 20 tons, 50 tons, 30 tons, 50 tons, 20 tons, 30 tons and 50 tons, respectively.

Pang Zhenshan, Xue Jianling Tao Wen
GEOLOGY AND STABLE ISOTOPE STUDIES OF THE HONGSHI GOLD DEPOSIT,
WESTERN QINLING OROGEN, CHINA: IMPLICATIONS FOR ORE GENESIS

Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China

More than 70% of China's gold resources occur along the margins of the North China craton and in adjacent orogenic belts (Mao et al., 2002). The western Qinling Orogen, in the western part of the Qinling–Dabie–Sulu orogen of central China and along the southwestern side of the North China craton, are the site of many recently discovered gold deposits. Consequently, the western Qinling Orogen is emerging as one of the most important gold metallogenic belts in China (Mao et al., 2002). This region has demonstrated a total gold resource of >500 t and more than ten gold deposits with gold resource of >20 t. Almost all gold deposits in the western Qinling gold metallogenic belt have been classified into two genetic types: orogenic gold lodes hosted in late Paleozoic clastic metasedimentary rocks (e.g., the Shuangwang, Baguamiao, Liba, Maanqiao deposits), carlin-type and carlin-like gold deposits hosted in unmetamorphosed to weakly-metamorphosed clastic and carbonate rocks (e.g., Zhaishang, Manaoke, Jinlongshan, Pingding, Zaozigou, Dashui, Yangshan gold deposits). However, recent study (Wang et al., 2017) suggested that geological features of some deposits in the western Qinling gold metallogenic belt are similar as the typical magmatic-hydrothermal gold deposits. Accordingly, the origin of the gold deposits in the western Qinling gold metallogenic belt remains a topic of debate. The Hongshi deposit is a newly discovered breccia-hosted gold deposit in the western Qinling gold metallogenic belt, probably represent a new type deposit in the western Qinling gold metallogenic belt. In this paper we report new stable isotopes (S, O–D) data from the Hongshi gold deposit which allow us to propose a genetic model to explain the origin of the Hongshi gold deposit. The ore bodies in the Hongshi gold deposit are lensoid in shape and controlled by northeast and northwest trending faults. The breccias contain clasts of Sinian to Ordovician Muqitan green schist, chlorite schist, chlorite-sericite schist and minor quartz monzonite. The clasts range in size from 3 cm to 0.5 m and have angular shapes with jigsaw-fit type breccias, suggesting that cryptoexplosion occurred only one time and the breccias were kept well in situ. The matrix of the breccias mainly comprises quartz, pyrite, and a small amount of chalcopyrite. Ore minerals are mainly pyrite, chalcopyrite, and minor molybdenite, sphalerite, and galena. Gangue minerals are mainly quartz, calcite, sericite, K-feldspar, and chlorite. Field evidence and petrographic observations indicate that the ore-forming processes can be divided into quartz–pyrite, quartz–polymetallic sulfide, and carbonate stages. The $\delta^{34}\text{S}$ values of pyrite in the ores range from +0.4 to +2.4‰, with an average of +1.3‰, indicating that the sulfur was derived mainly from a magmatic source. H–O isotope data indicate that the ore-forming fluids were dominated by magmatic water in the early stages (quartz–pyrite stage), and that the magmatic water gradually mixed with circulating meteoric water during the late stages (quartz–polymetallic sulfide, and carbonate stages). Based on these lines of evidence, we conclude that the Hongshi gold deposit is intrusion-related explosive breccia pipe-type that evolved from hypothermal through mesothermal to epithermal.

Shouyu Chen^{1,2}, Yuehua Zhao^{1,2}, Xiang Tong³, Junde Wu³, Xingshou Chen³
METALLOGENIC GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GEJIU “BASEMENT”
SN-CU POLYMETALLIC DEPOSIT, YUNNAN, CHINA

¹ Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

² State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources,
China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

³ Yunnan Tin Company Group, Gejiu, 661000, China

Gejiu deposit is a super-large polymetallic deposit (~300 Mt Sn, with the mineralization of Sn, Cu, Pb, Zn, Ag, W, Mo and Bi) which has hundred years history of mining. Gejiu district is located in south-eastern Yunnan which is at the junction of the Youjiang rift and Honghe rift. The structure and magmatic activities of this area are strong, and it has a favorable metallogenetic geological condition. In the ore field, the main ore-hosting rock is Triassic Gejiu Formation carbonate rock. And the ore-forming materials and heat are derived from Yanshanian biotite granite. In the past, placer tin ore, interlayer oxidized ore and skarn sulfide ore were mainly exploited, and by the end of last century the resources were close to exhaustion. After 2007, a new altered rock-type “basement” Sn-Cu polymetallic deposit has been discovered in the inner alteration zone of the Laoka granite, approximately 1000 m below the surface. The ore bodies are controlled by the E-W secondary fracture and alteration zone, strike EW, and occur as numerous parallel veins or nearly vertical plate-like arrangements, whose thickest part is approximately 60 m. So far, the controlled extension of ore bodies is greater than 400 m, and the mineralization is not weakened. The proven resources reserves have reached the scale of large deposits. Sn, Cu, W and Bi have reached industrial grade and the defined reserves of 8.0% Sn at 0.2-1.34%, >7.0% Cu at 0.3-3.0% and 0.7% WO₃.

Wall rock alteration is well developed, such as epidotization, chloritization, potash feldspathization, sericitization, tourmalinization, fluoritization, pyritization, silicification and carbonatization, and the mineralization is closely related to potash feldspathization, tourmalinization, fluoritization and pyritization. More than tens of metallic minerals are discovered, including pyrite, chalcopyrite, cassiterite, tetrahedrite, tennantite, scheelite, wolframite, arsenopyrite, enargite, sphalerite, galena, stannite and U-Pb minerals, and it has the element enrichment characteristics of Sn, Cu, W, Mo, Bi, Pb, Zn, Ag, As and Sb, and the elements Sn, Cu and F are closely related.

The discovery of this new type of deposit has rejuvenated the old mine and opened up new space for deep ore prospecting, which has important economic and geological significance.

Yan Tingjie¹, Allan W.L. Gan², Guan Yanwu³
MAGNETIC FIELDS REDUCTION TO PSEUDO-GRAVITY ANOMALY
USING MULTI-SCALE WINDOWS IN THE CONDITION OF NON-UNIFORM
PROPERTY AND ITS APPLICATION INTO SEARCHING FOR DSO

¹ Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China

² Century Iron Mines Corporation, Toronto, Canada

³ College of Geoexploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026, China

Direct-shipping ore (DSO) is a kind of high-grade iron-rich ore. The Sokoman iron formation with low iron content is of high density, strong magnetism, causing high gravity and magnetic anomalies in the Schefferville mining district, central Labrador Trough in Canada. While the leached enrichment of hematite and goethite (also called DSO) with high iron content has features of high density and weak magnetism, causing only high gravity anomalies. Conventional filter algorithms could not extract the magnetic and gravity anomalies arising from DSO. Based on the Poisson equation, we propose a magnetic reduction to the pseudo-gravity anomaly. It transforms magnetic fields to the

gravity anomalies, then compares the results with the gravity observations. The residual gravity anomalies arising from only high-density and non-magnetic DSO are derived. The residual anomalies are interpreted by the density inversion and 2.5-D interactive inversion. Although the Poisson formula was posed for a long time, it is used in only qualitative analysis of gravity and magnetic data so far. The paper derives classical Poisson formula in the condition of non-uniform density and magnetic properties, then realize its process, and present magnetic field reduction to gravity field using multi-scale linear regression analysis by moving-windows. The principles of mathematics in this formula could quantify the magnetic and gravity inversion and interpretation. Last, the pseudo-gravity reduction using multi-scale linear regression analysis by moving-windows was adopted to successfully delineate the DSO with high-density and low magnetic from the Sokoman iron formation in the Schefferville mining district, central Labrador Trough in Canada.

Аббасов Н.А., Рустамова Р.Е., Гусейнова А.Н. (БГУ, Азербайджан)
СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕДНО-ПОРФИРНЫХ РУД
В МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА

В работе рассмотрены геодинамические обстановки проявления медно-порфирового оруденения и геолого-структурные особенности региональных медно-порфировых рудно-магматогенных систем. Структурные условия размещения медно-порфирового оруденения на объектах локального уровня, в ранге «месторождение» и «рудное тело», изучены авторами на примере разнотипных месторождений нескольких медно-порфировых районов Мисхано-Зангезурской зоны на юге Малого Кавказа. Основное внимание в процессе этих исследований было уделено изучению структурных условий локализации рудных тел на месторождениях двух основных промышленно-генетических типов медно- и молибдено-порфировых объектов, меднопорфировых и золото-меднопорфировых.

В размещении медно-порфирового оруденения в Мисхано-Зангезурской зоне особое место отводится разрывным нарушениям. Региональный контроль осуществляется Кедабек-Далидаг-Ордубадским субмеридиональным сквозным линеamentом, точнее его отдельными отрезками - фрагментами, представленными Дебаклинским, Главным Ордубадским, Мисдаг-Капуджикским, Далидагским и Мехманинским разломами, локализация же руд происходит в узлах пересечения их с линейными и кольцевыми структурами разных рангов. Эти же узлы явились вместилищем внедрившихся калиевых, реже субщелочных гранитоидных интрузий, а так же вулканогенов базальт-риолитовой формации, образующих вулcano-плутонические комплексы. Локальные факторы размещения медно- и молибден-порфировых месторождений определяются наличием порфировых интрузивов, зон интенсивной трещиноватости, уровнем эрозионного среза, литологическим составом и физико-механическими свойствами вмещающих пород. Данный комплекс факторов может рассматриваться как поисковые критерии медно- и молибден-порфировых и сопряженных с ними полиметаллических и золоторудных месторождений.

Медно-порфировые месторождения, проявившиеся в верхнем эоцене-миоцене и сопутствующие им другие типы руд пространственно и генетически связаны с более поздними самостоятельными гранодиорит-порфировыми интрузиями, локализуясь в их апикальных частях. Месторождения, в основном, размещены в контактовых зонах пород с нормальными гранитоидами. Например, штокверковые медно-порфировые залежи Шелале-Гейгюндурского, Агюрт-Мисдагского, Гейгель-Гейдагского рудных полей размещены в контактовой полосе основных рудовмещающих фаций кварцевых сиенит-диоритов с массивами адамеллитов, граносиенитов и гранодиоритов, а также телами андезито-дацитов. Важную роль в размещении медно- и молибден-порфировых руд играют интрузивные тела кварцевых сиенит-диоритов. Эти интрузивные фации в сочетании со структурным фактором и наличием оруденения мо-

гут служить одними из существенных критериев поисков скрытых медно- и молибден-порфировых штокверковых залежей. Медно-порфировые месторождения формировались в верхнем эоцене-миоцене. Порфировые интрузии, в апикальных частях которых развита обильная трещиноватость и интенсивная гидротермально-метасоматическая переработка пород, явились благоприятной средой в размещении этих руд. По сторонам от контактов интрузивных массивов развита минерализация меди, молибдена и др. Минерализация отмечается и в зальбандах гранодиорит-порфировых и диорит-порфировых даек. В зависимости от формационной принадлежности интрузивных образований, вмещающих оруденение, и характера метасоматической колонки проявляется зональность различных типов руд по отношению к рудоконтролирующим разломным структурам. В общем случае она сводится к тому, что от центра к перифериям штокверковых рудных тел молибденовая минерализация сменяется медно-молибденовой, далее – медной. Аналогичная картина отмечается и по вертикали (снизу вверх) по падению рудного тела. Порфировые фазы сложных гранитоидных интрузий с существенно калиевой специализацией характеризуются медно- и молибден-порфировыми месторождениями с прогрессивным преобладанием молибдена. Как видно, индикатором, наиболее четко обнаруживающим направленное изменение во времени медно-порфировых месторождений рудного района, является содержание молибдена в рудах, заметно возрастающее от относительно древних к более молодым как на медно-порфировых, так и молибден-порфировых объектах. Рудная минерализация здесь большей частью проявляется в биотит-калишпатовых метасоматитах.

Абрамов В.Ю. (РУДН)

ИЗУЧЕНИЕ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Геофизические методы поиска, оценки и разведки россыпей делят на прямые и косвенные методы геофизических исследований. С их помощью решаются многие задачи по изучению условий локализации и внутреннего строения россыпей. Наиболее эффективно геофизическими методами решаются следующие задачи:

- 1) установление характера рельефа плотика, прослеживание древних террас и тальвегов;
- 2) определение мощности рыхлых отложений;
- 3) картирование островной мерзлоты, выделение таликовых зон среди сплошной мерзлоты;
- 4) расчленение разреза рыхлых отложений на отдельные горизонты, имеющие различный литологический, зерновой состав или физическое состояние, картирование рыхлых отложений по их генетическим типам;
- 5) выявление геолого-структурных элементов, служащих в ряде случаев поисковыми признаками коренных источников россыпей (скрытые интрузивы, зоны контактов и гидротермально измененных пород, минерализованные зоны дробления и др.);
- 6) прямые поиски россыпей.

Основными геофизическими методами поиска, оценки и разведки россыпей являются: магниторазведка; малоглубинная электроразведка (георадиолокация – георадарное зондирование; радиоволновое зондирование – РВЗ, частотное электромагнитное зондирование – ЧЭЗ, зондирование методом вызванной поляризации – ВП, зондирование становлением поля в ближней зоне – ЗСБЗ); малоглубинная сейсморазведка методом преломленных волн (КМПВ). В качестве вспомогательных методов возможно применение таких методов, как: вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ); электропрофилирование на постоянном токе (ЭП); высокоточная гравиразведка; радиометрические и др.

Используемый комплекс геофизических исследований зависит от детальности работ, поставленных задач, конкретных особенностей и степени изученности территории. Геофизические

методы применяются также при поисках и разведке коренных источников россыпей, расположенных на площади работ. С их помощью производятся определение общей мощности покрова рыхлых отложений, литологическое расчленение и выявление структур рыхлого чехла, исследования характера рельефа коренных пород, обнаружение положения погребенных долин.

Следует ещё раз сказать, что применение геофизических методов на россыпных рудных объектах может быть геологически эффективно только для комплекса методов. Каждый отдельный метод даёт аномалии и над рудными объектами и над «ложными». Это приводит к неоправданному перерасходу материальных ресурсов при заверке геофизических аномалий бурением и горными работами.

Авилова О.В. (ФГУП ЦНИГРИ)

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУДОНОСНЫХ ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК КРИТЕРИИ ПОИСКОВ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОЛЬХОВСКОГО И МОРЕННОГО РУДНЫХ УЗЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧУКОТКИ)

Медно-порфировые рудопроявления Центральной Чукотки, известные в пределах Моренного (Базовое и Моренное) и Ольховского (Ольховка) рудных узлов (РУ), связаны со становлением полифазных интрузивных массивов двух различных по составу и возрасту формирования комплексов, принадлежащих, соответственно, к Удско-Мургальскому и Охотско-Чукотскому вулcano-плутоническим поясам (ВПП). Рудопроявления приурочены к поздним порфировым фазам рудоносных интрузивных комплексов, развитым в краевых частях полифазных массивов.

Танюерский массив (650 км²) Моренного РУ сложен породами мургальского комплекса (K_1) габбро-диорит-тоналит-плагиогранитовой формации в составе Удско-Мургальского ($J-K_1$) ВПП. Основной его объем сложен среднезернистыми кварцсодержащими диоритами, кварцевыми диоритами, тоналитами с незначительным распространением габбро и габбро-диоритов. Поздние рудоносные фазы комплекса представлены сближенными крутопадающими дайками мощностью 20–70 м кварцевых диорит-порфиритов и тоналит-порфиров. С их внедрением связано формирование приконтактовых эруптивных брекчий, зон интенсивной тектонической и метасоматической проработки, с которыми сопряжена медно-порфировая минерализация, образующая крутопадающие пластинообразные штокверки.

Породы мургальского комплекса относятся к нормальнощелочному ряду. На диаграмме SiO_2-K_2O они попадают в поле известково-щелочной умереннокалиевой серии, а на основе отношения Na_2O/K_2O принадлежат натриевому типу. Рудоносные тоналит-порфиры характеризуются высокими содержаниями Na_2O и низкими K_2O , весьма высоким отношением Na_2O/K_2O (5,9–8,4), что обусловлено метасоматическими изменениями (альбитизацией плагиоклаза и хлоритизацией биотита). По диаграмме $CaO-K_2O$ они относятся к группе высококальциевых низкокалиевых.

Ольховский массив (28 км²) одноименного РУ сложен породами кавральянского комплекса (K_2) габбро-диорит-гранодиоритовой формации с монцитонитовидным уклоном в составе Охотско-Чукотского ($K_{1,2}$) ВПП. В его составе выделено две группы пород: нормальной щелочности, включающая габбро, габбродиориты, диориты, кварцевые диориты, и умеренной щелочности, представленная калишпатсодержащими габбро, габбродиоритами, диоритами и кварцевыми диоритами, монцодиоритами, кварцевыми монцодиоритами, монцогранодиорит-порфирами. Преобладают неравномернoзернистые, порфировидные и порфировые разновидности. Основная часть массива сложена породами умереннощелочного ряда. Нормальнощелочные породы к настоящему времени выявлены только на северном фланге массива, на рудопоявлении Ольховка. Здесь они прорваны рудоносным интрузивом монцогранодиорит-порфиров

умереннощелочного ряда, протягивающимся в северо-восточном направлении на несколько километров при ширине около 1,5 км. Рудная минерализация локализована над рудоносным интрузивом в желобообразных понижениях его кровли.

На TAS-диаграмме породы кавральянского комплекса разделяются на две «ветви»: нормальной и умеренной щелочности. По диаграмме $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$ породы нормальной щелочности относятся к известково-щелочной умереннокалиевой серии, а умереннощелочные – к известково-щелочной высококалиевой. Отношение $\text{Na}_2\text{O/K}_2\text{O}$ определяет принадлежность обеих групп пород Ольховского массива к калиево-натриевому типу, при этом данное отношение имеет большие значения у нормальнощелочных пород. По диаграмме $\text{CaO--K}_2\text{O}$ породы относятся к высококальциевым низкокалиевым, за исключением монцогранодиорит-порфиров, которые относятся к высококалиевым.

Различия в химическом составе пород рудоносных интрузивных комплексов обусловили особенности минерального состава руд и метасоматических изменений. Попутными полезными компонентами в рудах Моренного РУ является молибден, а в рудах Ольховского РУ – золото и серебро. Выявленные критерии могут быть использованы для прогнозирования, поисков и предварительной оценки медно-порфировых проявлений перспективных площадей в ВПП Центральной Чукотки и определять направления геолого-поисковых работ.

Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ГРУППА БРИКС, МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО
В ОСВОЕНИИ МСБ АБЦМ

Рассмотрены два аспекта сотрудничества России с остальными странами БРИКС: торговля (без учета движения через 3-и страны) рудами и концентратами (РиК), продукцией дальнейших переделов (ФТС, Ru-Stat), а также инвестиции в освоение МСБ.

Товарооборот между Россией и остальными странами БРИКС, поставки РиК цветных (Cu, Ni, Pb, Zn) и благородных металлов, а также цветных металлов и изделий из них (Cu, Ni, Pb, Zn), в 2017 г. составил 1321,9 млн долл. Из которых на экспорт пришлось 91,7%. Основным торговым партнером России является Китай.

Индия ведущий торговый партнер России в поставках обработанных и необработанных алмазов, с объемом торговли 692,2 млн долл. Большую часть экспорта из России составили непромышленные алмазы 669,2 млн долл. Из Индии импортированы только непромышленные алмазы. Китай – вторая по значимости (непромышленные алмазы) экспорта страна (7,5), при этом в Россию отмечен незначительный импорт 0,2 млн долл. Поставки из ЮАР (непромышленные алмазы) являлись незначительными 0,098 млн долл.

Китай – единственная страна из группы, куда осуществлялись поставки РиК. При этом объем поставок цветных металлов в стоимостном выражении, 506, превысил аналогичный показатель экспортированных металлов и изделий из них, 483,4 млн долл. Импорт РиК из стран БРИКС в Россию отсутствовал. Распределение поставок РиК, Сибирский и Дальневосточный ФО, связано как с находящимися в них месторождениями и ГОК, так и наличием соответствующей инфраструктуры, влияющей на транспортную логистику.

Россия и Китай. Основной объем торговли пришелся на Cu, при этом из России в основном экспортировался рафинированный металл (478), при незначительных подставках изделий (0,8), тогда как при импорте из Китая они заняли доминирующую позицию (93 млн долл.). В торговле Ni между странами преобладали изделия, Россия 3,09, Китай 3,67. Поставки необработанного металла соответственно составили 1,5 и 0,03 млн долл. Экспорт Pb и Zn из России незначителен 0,2 (все виды продукции). Импорт из Китая, напротив существенен, Pb – металл 0,27, изделия – 0,49, Zn соответственно 2,1 и 2,05 млн долл.

Индия, второй по значимости торговый партнер России, 15,65 млн долл. Изделия из Cu (6) и

Ni (7,3) при отсутствии поставок необработанного металла вносят основной вклад в торговлю, при этом для Cu преобладает импорт (4,6) в Россию, Ni экспорт (6,2 млн долл.) из России. Для Pb и Zn при отсутствии импорта из Индии, ведущая роль принадлежит экспорту необработанных металлов.

Торговля России с Бразилией (1,19) и ЮАР (0,77 млн долл.) незначительна и связана с поставками отдельных металлов. Из Бразилии импортированы изделия из Cu и Ni, ЮАР Zn.

В группе БРИКС, только Китай осуществляет инвестиции в освоение МСБ АБЦМ России. Согласно данным РБК консорциум китайских инвесторов Highland Fund в 2017 г. довел долю в инвестпроекте «Норникеля» по разработке медного месторождения Быстринское в Забайкальском крае до 13,33%. Общий объем инвестиций (2016–2017 гг.) составил 120 млн долл. Запуск ГОК состоялся в конце октября 2017 г. Планируемый выход ГОК на полную годовую производительность, 10 млн т руды, запланирован на конец 2019 года. Вторым объектом является полиметаллическое Кызыл-Таштыгское месторождение. Инвестиции ООО «Лунсин», входящего в состав китайского холдинга Zijin Mining Group Co Ltd, в его освоение и строительство ГОК составили 16,8 млрд руб. Третьим – полиметаллическое месторождение Нойон-Тологой, разрабатываемое ООО «Байкалруд» (ГК «Баоцинъ»), объем капитальных вложений оценивается в размере 11,314 млрд руб. (Госдоклад).

Приведенные характеристики торговли и инвестиций обусловлены наличием анализируемых видов ПИ и развитостью обрабатывающих производств в анализируемых странах. В результате степень сотрудничества определяется географическим расположением месторождений и востребованностью МСБ отраслями экономики.

**Алексеев Я.В., Пачерский Н.В., Лоренц Д.А., Бондаренко Н.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
МСБ АЛМАЗОВ, БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ (АБЦМ)
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (АЗ) РФ, ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ОСВОЕНИЯ**

В развитии МСБ АБЦМ в АЗРФ можно выделить два подхода, локальный и комплексный. При локальном, освоение неразрабатываемых рудных месторождений высокоценных видов полезных ископаемых на основе локальной инфраструктуры. Комплексный подход предполагает создание минерально-сырьевых центров (МСЦ), как совокупности разрабатываемых и планируемых к освоению месторождений и перспективных площадей, связанных общей существующей и планируемой инфраструктурой и имеющих единый пункт отгрузки добываемого сырья или продуктов его обогащения (Стратегия развития МСБ..., проект). При этом создание таких МСЦ требует анализа экономической эффективности и востребованности полученной товарной продукции и сопоставления как с другими МСЦ, так и с отдельными значимыми горно-рудными проектами, находящимися на территориях с более благоприятными географо-климатическими условиями.

В соответствии с федеральными и региональными программами развития АЗРФ на севере республики Саха (Якутия) предусмотрено формирование Северо-Якутской опорной зоны (СЯОЗ), а в пределах всего Чукотского АО – Чукотской опорной зоны (ЧОЗ).

В рамках СЯОЗ предполагается реализация проекта «Минерально-сырьевой промышленный кластер «Недропользование и ресурсопереработка» по освоению месторождений Au (Кючус), редких (Куларский рудно-россыпной район), Sn и других цветных металлов на территории Усть-Янского района, а также Верхне-Мунского месторождения алмазов. Транспортное обеспечение СЯОЗ базируется на использовании единой системы Северного морского пути (СМП) и внутренних водных путей судоходных рек Ленского бассейна как безальтернативного для грузовых перевозок. Сдерживающим фактором более масштабного освоения СЯОЗ является отсутствие круглогодичной связи с дорожной сетью республики и централизованной энергетической инфраструктуры. Строительство (в т.ч. в трассировке автозимника) и ре-

конструкция а/д «Яна» (а/д «Колыма» - Нижнеянск) планируется к 2050 г. Проекты освоения месторождений расположенных в СЯОЗ опираются на локальную дизельную генерацию. Ближайшая от месторождения Кючус ЛЭП (в трассировке по а/д «Яна») расположена на удалении не менее чем в 850 км.

В основе транспортной инфраструктуры ЧОЗ находится СМП, при этом ведется строительство федеральной а/д Колыма (Р-504) – Анадырь (окончание к 2030 г.), которая обеспечивает круглогодичную связь с дорожной сетью Дальнего Востока. Формируется централизованная энергетическая инфраструктура, включающая строительство новых (ПАТЭС, ДЭС в г. Билибино) и реконструкцию действующих (Анадырская ТЭЦ) электростанций, ЛЭП, в т.ч. энергомот с Магаданской энергосистемой, в наиболее перспективных зонах освоения минерально-сырьевых ресурсов Чукотского АО (Чаун-Билибинская промышленная зона, ТОСЭР «Беринговский»).

Результатом улучшения инфраструктурных условий в Чукотского АО станет снижение затрат на производство единицы продукции в горнорудном секторе. На объектах распределённого фонда недр у недропользователей в связи с этим появятся дополнительные возможности: вовлечение в отработку более бедных и глубокозалегающих руд, увеличение производительности добывающего и перерабатывающего комплексов, увеличение глубины переработки руд на действующих рудниках *in situ*, увеличение затрат на ГРП, сокращение срока вовлечения в отработку новых объектов. Для объектов нераспределённого фонда недр вследствие снижения кондиционных требований ожидаются: лицензирование недропользователями ряда наиболее изученных рудопроявлений; обоснование проведения поисковых и оценочных работ на недоизученных рудопроявлениях и перспективных площадях за счёт средств госбюджета.

**Антипов В.С. (НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы»),
Волин К.А. (СПбГУ ИИОЗ),
Якимов А.А. (НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы»)
АНОМАЛИИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЯРКОСТИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКА
«КАНОПУС-В» КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ АЛМАЗОНОСНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ ЕРМАКОВСКАЯ-7)**

Перспективным направлением усовершенствования методики поисков коренных месторождений алмазов является использование в качестве элемента прогнознй модели алмазности космогеологических аномалий спектральной яркости, которые имеются в околокимберлитовом пространстве и обусловлены влиянием вод, газов, тепла на растительность вследствие восходящего по алмазоконтролирующим структурам тепломассопереноса. Существование тепломассопереноса было обнаружено при гидрохимических (Антипов, 2006) и электроразведочных (Стогний..., 2010) работах. Так в поверхностных водотоках выявлена комплексная гидрохимическая аномалия макрокомпонентов (хлора, натрия, калия), в пределах которой находится Золотицкое кимберлитовое поле. Аномалия интерпретируется подтоком глубинных высокоминерализованных вод. Электроразведочными работами на участке размещения кимберлитовой трубки им. Ломоносова выявлена аномалия электропроводности шириной 2,5 км, которая фиксирует размещение кимберлитоконтролирующей субмеридиональной зоны разломов. Природу электроразведочной аномалии связывают с разгрузкой минерализованных вод. По гидрохимическим данным (Антипов, 1987ф) вблизи алмазности кимберлитовой трубки Ермаковская-7 выявлены аномально высокие концентрации хлора 17,0 и 13,6 мг/л при среднем содержании хлора 8,2 мг/л. Происхождение этих аномалий объясняется подтоком глубинных вод повышенной минерализации.

Примером алмазоконтролирующих аномалий спектральной яркости являются аномалии NDVI, зафиксированные вблизи трубки Ермаковская-7 и образующие вокруг неё ареал аномалий NDVI. Этот ареал, имеющий площадь порядка 0,2 км² и включающий кимберлитовую

трубку, выявлен при расчете NDVI по данным съемки 29.05.2016 г. с российского спутника «Канопус-В». Расчет NDVI выполнен с использованием информации четвертого (ближнего ИК) и второго (красного) каналов съемки (0,75–0,86 и 0,63–0,69 мкм соответственно). В пределах ареала аномалий NDVI находится интенсивная и значительная по площади (200х250 метров) аномалия, расположенная в 100–200 метрах к югу от кимберлитовой трубки, а также цепочка локальных аномалий северо-западного простирания в 100–200 метрах к северу и востоку от кимберлитового тела. Интенсивная аномалия NDVI находится в пределах безлесного заболоченного участка. Аналогичных участков в окрестностях трубки несколько, но только на участке, расположенном вблизи этой трубки, имеется интенсивная площадная аномалия NDVI. Цепочка локальных аномалий NDVI находится в залесённой, частично заболоченной местности и, по-видимому, трассирует разлом северо-западного простирания.

Происхождение рассматриваемых аномалий NDVI объясняется наличием восходящего тепломассопереноса по структурам, контролирующим размещение кимберлитовой трубки и формирующим участки микроклимата. Аномалиями NDVI характеризуется растительность более густая по сравнению с растительностью однотипных компонентов окружающего ландшафта. Хлорофилл листьев поглощает солнечные лучи красной (0,6–0,7 мкм) части спектра. При этом в ближнем ИК диапазоне (0,7–1,3 мкм) большая часть потока солнечной энергии отражается от листьев. Соответственно, соотношение интенсивностей отраженного сигнала в ближней ИК и красной частях спектра характеризует содержание хлорофилла и плотность растительного покрова. Отражательная способность растительности зависит от ее видового состава. Хвойные деревья в ближнем ИК диапазоне обладают меньшей отражательной способностью, чем лиственные (Кронберг, 1988), поэтому хвойный лес маскирует аномалии NDVI. Соответственно, незалесённые болота наиболее чувствительны к воздействию восходящего тепломассопереноса и под влиянием этого процесса наиболее контрастно проявляются аномалии NDVI.

**Ахманов Г.Г., Булаткина Т.А., Егорова И.П., Хайдаров Р.А. (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»)
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО ТИПА – ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ
СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ «НЕБУРОВОГО» БАРИТА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

Природные руды барита требуют обогащения, конечным продуктом которого является баритовый концентрат, подразделяемый на классы А и Б. Концентрат класса А («небуровой» барит) имеет широкий спектр применения, концентрат класса Б («буровой» барит) – используется в нефтегазодобывающей и геологоразведочной отраслях. В настоящее время производство «небурового» барита в стране отсутствует, существующее потребление обеспечивается импортом. Как правило, «небуровой» барит получают при отработке месторождений жильного типа, для руд которых обычным является высокое содержание сульфата бария, обуславливающее получение при обогащении концентратов высоких марок. В Российской Федерации нет ни разведанных, ни оцененных месторождений жильного типа. Активизация работ по выявлению месторождений жильного типа в настоящих экономических условиях малоэффективна, поскольку, они характеризуются сложными условиями залегания, изменчивостью параметров и рядом других особенностей, в силу чего разведка и отработка их требует значительных затрат. В этой связи менее затратным и более эффективным будет сосредоточение усилий на выявлении месторождений выветривания (остаточного типа). В отличие от жильных, для последних характерно поверхностное залегание, что позволяет вести их отработку открытым способом, а механическое (рыхлое) состояние руды использовать простейшие (малозатратные) способы обогащения.

На сегодня наиболее перспективной для формирования сырьевой базы «небурового» барита следует рассматривать территорию Республики Башкортостан, где на юге Башкирского

мегантиклинория в 70–80-х годах прошлого века в корях выветривания рифейских пород выявлен целый ряд рудопроявлений барита остаточного типа. На двух, Бретьякском и Ирлинском, ФГУП ЦНИИгеолнеруд проведены ревизионно-поисковые работы для оценки возможности получения из руд названных рудопроявлений баритового концентрата класса А. Из рядовых и групповых проб были сформированы 2 лабораторно-технологические (по одной на рудопроявлении). Содержание барита (%) в исходных рудах составляло: Ирлинского – 85,22, Бретьякского – 61,46, причем более 90% барита заключалось во фракции +1,25. Эти параметры послужили основой для разработки схемы обогащения, которая включает: предварительную промывку и поэтапное дробление проб до фракции -20, после чего они подвергались промывке и оттирке в бутарах. Полученные черновые концентраты путем доизмельчения в конусной дробилке доводились до фракции -0,315+0,071 мм. Окончательная доводка проводилась на электромагнитном сепараторе СЭМ-1 при режиме: сила тока 2,5 А, зазор – 0,5 мм.

Использованная технологическая схема позволила получить из остаточных руд баритовый концентрат класса А, соответствующий марке КБ-1 для Ирлинского рудопроявления и марки КБ-3 для Бретьякского рудопроявления с содержанием основных компонентов (%) соответственно для первого и второго: BaSO_4 – 98,28 и 96,06; SiO_2 – 0,56 и 2,50; CaO – 0,10 и 0,10; MgO – 0,02 и 0,05; Al_2O_3 – 0,01 и 0,01; Fe_2O_3 – 0,31 и 0,59. Вышеприведенные результаты обогащения доказывают возможность получения из остаточных руд высококачественной продукции и позволяют положительно оценивать перспективы создания сырьевой базы «небурового» барита в Республике Башкортостан. Ресурсы 6-ти из известных рудопроявлений оцениваются в 2100 тыс. т по кат. P_1+P_2 и баритовый потенциал территории Республики далеко этим не ограничивается. Большая часть оруденения остаточного типа сегодня остается неизученной. Возобновление прекращенных в 80-е годы работ на барит, оценка известных, выявление новых месторождений остаточного типа, создание сырьевой базы «небурового» барита в регионе позволит снизить уровень проблемы обеспечения потребителей высококачественным сырьем, сократить ныне существующий импорт.

Бакшеев Н.А. (АО «СНИИГГиМС»)
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РУДНО-ФОРМАЦИОННОГО ТИПА ИСТОЧНИКОВ
САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ПО ЕГО СОСТАВУ (САЛАИРСКИЙ КРЯЖ)

Успешное выполнение поисковых работ ведущих к выявлению промышленных скоплений и сокращению площади оплоискования зависит от многих факторов, в том числе и от определения рудной формации предполагаемого объекта. Особенно это важно на начальной стадии поисков, когда нет прямых признаков наличия объекта из-за слабой изученности по причине закрытости территории чехлом рыхлых отложений.

Салаирский кряж один из старейших золотодобывающих регионов, где добыча россыпного золота здесь ведется с 1828 года. Из коренных золото-колчедано-полиметаллических месторождений Кварцитовая Сопка, 1-й Рудник, Каменушенское, золото извлекалось попутно. Фактически все разведанные объекты приурочены к положительным формам рельефа перекрытыми элювиальными развалами пород. Остальные несколько сотен, от точек минерализации до рудопроявлений, находятся на площадях в основном закрытых рыхлыми отложениями. В большинстве случаев эти отложения содержат свободное золото в виде рассеянных золотинок или их скоплений, из источников неустановленного генезиса. А так как золотины содержат примеси изоморфных элементов, то с помощью кластерного анализа по собранной выборке более 600 золотинок из шлихов и протолок была проведена классификация имеющихся на Салаире рудно-формационных типов золотоносных объектов. По данным кластеризации 1252 определений микрозондовым анализом Au, Ag, Hg и Cu краевых и центральных частей золотинок из 4-х рудных районов, было получено восемь групп.

Наличие в выделенных группах, золотин из рудных объектов Салаира и при сравнении таковых из Au-рудных месторождений Южного Урала, позволило определить рудную формацию каждой золотины и соответственно питающего источника.

Так, золотины источника *группы 1*, с значительными вариациями значений Au, Ag, **при отсутствии меди**, характерны для *Au-колчеданно-полиметаллических* месторождений (Кварцитовая Сопка, 1-й Рудник). Источником золота *группы 2*, являются объекты с *Au-±сульфидно-кварцевым* оруденением (аналог Новолушниковское м-е) и характеризуются **максимальными значениями ртути** до 25%. Золотины этих групп, приурочены к полям развития метасоматитов кварц-серицитовый и березитовой формаций, пространственно и генетически связаны с породами средне-кислого состава.

Самородное золото *групп 3 и 4*, отличающихся от остальных 6-ти групп **присутствием меди**, имеет отчетливо выраженную положительную зависимость между Au и Cu, и обоюдную отрицательную зависимость к Ag. Характерно для *Au-рудных* месторождений Южного Урала, приуроченных к метасоматитам развивающихся по базит-ультрабазитовым породам – *лиственитам, группа 3* (Мечниковское, Кировское), а также к *углеродистым сланцам, группа 4* (Кумакское). Подобных месторождений на Салаире не выявлено, но в шлиховых пробах, приуроченных к полям развития основных пород и графит-содержащим сланцам, участками отмечается преобладание золотин этих групп.

Золото *групп 5–8*, имеет **весьма высокую пробность**, характерную в основном для краевых частей золотин преобразованных в гипергенных условиях, извлеченных из *продуктов коры выветривания (группа 5) и из россыпей (группы 6–8)*.

Таким образом, количественное преобладание золотин какой либо из выделяемых рудных формаций в каждой пробе, и их распределение на местности, с учетом других геолого-поисковых критериев, позволит оконтурить местоположение питающего источника (перспективного участка) и выбрать оптимальный вариант поисковых работ.

Барышев А.Н., Хачатрян Г.К. (ФГУП ЦНИГРИ)
УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АЛМАЗА И ЕГО ДОСТАВКИ
К ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ КАК ОСНОВЫ ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО
РАЙОНИРОВАНИЯ ПЛАТФОРМ

Природные алмазы образуются с участием углеводородов и карбонатов, содержащихся в осадках толщ, субдуцированных на большие глубины в результате ячеистой неустановившейся конвекции, формирующей фундамент древних платформ. Зоны субдукции в виде сжатых опрокинутых синклиналей погружаются от периферии к центру ячеи, сопровождаются расплющиванием толщ, их региональным метаморфизмом, в процессе которого происходит рост многих кристаллов алмаза. Такой вывод следует из установленных минералогических закономерностей в сочетании данными геологии, теоретическими и экспериментальными тектонофизическими моделями конвекции. Во-первых, установлено, что главные популяции алмазов Восточной Сибири, характеризуемых наибольшими температурами и давлениями при росте кристаллов, приурочены к центру платформы, а по периферии они сменяются концентрическими зонами менее высокотемпературных и менее глубинных популяций. Во-вторых, морфология многих кристаллов алмаза и их внутренняя структура свидетельствуют об их росте при стрессе. Стрессовые зоны регионального метаморфизма древних толщ по периферии платформы параллельны концентрической зональности главных популяций алмаза. В-третьих, параллельно отмеченным зонам происходит смена кимберлитов в центре платформы зонами, несущими черты лампроитов ближе к периферии, а далее комплексами карбонатитов и ультращелочных магматических массивов. Последняя зона является периферической при оконтуривании овальной по форме минерагенической алмазоносной провинции. Вместе

с тем, несмотря на отмеченные закономерности, наличие алмаза в провинции является стохастическим (случайным), т.к. определяется не только детерминированной геодинамикой, но и непредсказуемым колониальным распределением первичных биогенных источников углеводородов в субдуцируемых толщах. В результате лишь малая часть кимберлитовых тел в провинции является алмазоносной.

Геодинамические условия доставки к поверхности Земли мантийного вещества, превращаемого в кимберлиты, по своей сущности, масштабности и времени проявления принципиально отличны от условий алмазообразования. На глубине подъем масс начинается в виде валов, фиксируемых на поверхности линеаментами – относительно прямолинейными минерагеническими поясами. На валах развивается волнообразная система разномасштабных фракталов, вверху заканчивающаяся трубками. Подъем (адвекция) инициируется гравитационной неустойчивостью и снижением вязкости за счет флюидизации при декомпрессии. Вязкость снижается за счет флюидизации при декомпрессии, чему способствует присдвиговое раздвижение (обстановка трансенсии, pull-apart). Увеличение вертикальной мощности слоев малой плотности в смыкающих крыльях флексур на краях рифтогенов увеличивает гравитационную неустойчивость. Волновая пространственная периодичность фракталов должна учитываться при прогнозе алмазоносных минерагенических таксонов.

Линеаменты имеют ширину порядка ста километров и фрактальную структуру по простиранию. Наиболее крупные фракталы – минерагенические области, или суперрайоны, при протяженности их порядка 100–150 км периодически повторяются через шаг около 300 км. Слагающие их фракталы – кимберлитовые поля имеют протяженность в первые десятки километров, периодичность через шаг около 30 км, кусты трубок – до 2–4 км. За пределами провинции линеаменты не содержат алмазов, если не войдут в другую провинцию.

В докладе рассматриваются контуры и зональность минерагенических алмазоносных провинций Восточной Сибири и севера Восточно-Европейской платформы, их линеаменты и линеаменты Африки, Южной Америки. Приводятся, исходя из тектонофизических условий периодичности таксонов, примеры графических построений позиции прогнозируемых кустов трубок (авторские публикации), в которых позже обнаружены кимберлиты.

Белявцева Е.А. (ФГБУ «ВИМС»)

КОМБИНИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МАССИВНЫХ СУЛЬФИДОВ МЕДИ И НИКЕЛЯ

Расслоенная интрузия пород основного состава Кевика расположена в Центральной Лапландии, примерно в 35 км к северу от города Соданкюля. Интрузия Кевика была изучена Геологической службой Финляндии между 1984 и 1995 годами. Присутствие магматических сульфидов в пределах интрузии было отмечено при бурении на ранних этапах исследований в 1984 году, которое пересекало несколько метров богатых пирротитом сульфидов с низким содержанием черных и драгоценных металлов, вблизи базального контакта. Скважина, к которой приурочено открытие месторождения (R326) была пробурена в 1987 году в западной части известного в настоящее время минерализованного домена, где она пересекла около 30 м пород с вкрапленностью сульфидов. Последующие программы бурения позволили выделить большое Ni-Cu-PGE-Au месторождение Кевика (ранее известное под названиями Кейвица и Кейвицансарви). Затем месторождение было приобретено и оценено компанией Outokumpu (1995–1998). В 2000 году Scandinavian Gold Prospecting AB (дочерняя компания Scandinavian Minerals Ltd) выкупила его. В 2008 году First Quantum Minerals Ltd. приобрела Scandinavian Minerals Ltd, и после дальнейших работ по месторождению начала его отработку в начале 2012 года.

Месторождение Кевика расположено на севере Финляндии в центральной части Лапланд-

ского региона, который с геологической точки зрения состоит из палеопротерозойских подстилающих гнейсов, зеленокаменных поясов и крупных интрузивных массивов. Около 2,05 млрд лет назад магматическая активность породила серию расслоенных интрузий, одна из которых и вмещает месторождение Кевика. Структура Кевика представляет собой ориентированный по СВ-ЮЗ оси эллипс, размер которого по длинной оси около 7 км.

Геология коренных пород включает основные и ультраосновные породы, в том числе оливин-пироксенит, перидотит, габбро и гранофиры. Интрузия характеризуется внутренним расслоением, определяемым изменениями состава, возникающими в результате последовательных импульсов магмы, а не простым дифференцированием одного импульса. Минерализация на месторождении Кевика происходит в пределах оливин-пироксенитовой зоны, которая содержит до 5% сульфидов, большинство из которых находится в виде гранулированных масс, вкрапленных в основную кристаллическую массу силикатов. Минеральный состав силикатов преимущественно представлен оливином и ортопироксеном с мелкодисперсными сульфидами. Сульфиды включают пирротин, пентландит, халькопирит, троилит и пирит. Другие сульфиды меди и никеля включают кубанит, миллерит и хизлевудит с незначительными примесями золота, кобальта и металлов платиновой группы.

Для месторождения доступны различные геологические и геофизические наборы данных; они включают в себя аэромагнитную съемку, гравиразведку, сейсмические данные, которые могут быть использованы для постановки первоочередных целей для дальнейших геологоразведочных работ и потенциального обнаружения залежей массивных сульфидов. Другая, но не менее важная задача – составление по геофизическим данным подповерхностной карты изменений характеристик горных пород. Эти характеристики могут включать твердость горных пород, связанную с литологией или метаморфическими изменениями, или любые другие геофизические особенности, которые могут быть связаны с разными свойствами пород.

**Беркут А.И., Копейкин В.В., Морозов П.А. (ООО «Компания ВНИИСМИ»),
Попов А.В. (ИЗМИРАН), Ульяновцев Н.А., Инговатов А.П.,
Маякова О.П. (АО «АОМЭ» АО «Росгеология»), Морозов А.Ф. (Роснедра)
ПРИНЦИПЫ ПОВЫШЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЗОНДИРОВАНИЯ И ОПЫТ
ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ГЕОРАДАРОВ СЕРИИ «ЛОЗА»**

Современные низкочастотные георадары для успешной работы в области практической геологии должны обладать глубиной зондирования до 200–300 метров. Достижение таких результатов возможно только с учетом следующих принципов и конструктивных решений:

- низкочастотный георадар должен обладать максимально возможной мощностью. Передатчики георадара серии «Лоза» коммутируют на антенну 10–21 кВ в импульсе.
- зондирующий сигнал глубинного георадара должен иметь не осциллирующий характер. Такой сигнал создается благодаря ключевому элементу (высоковольтному разряднику) и распределенной резистивной нагрузке антенн,
- антенны георадара должны быть не резонансными. Оптимальной конструкцией антенны является резистивно нагруженные полуволновые диполи («антенны Ву-Кинга»).
- приемник георадара должен обеспечивать оцифровку отраженного сигнала в динамическом диапазоне более 120 дБ.
- георадар должен быть оснащен антеннами с центральной частотой 10–25 МГц, обеспечивающих зондирование на частотах с существенно меньшим затуханием в среде, чем на частотах классических георадаров. В комплект георадара серии «Лоза» входят антенны 25 МГц (длина 6 метров), 15 МГц (длина 10 метров), 10 МГц (длина 15 метров) и 5 МГц (длина 30 метров).

В докладе обсуждаются особенности конструкции низкочастотных георадаров, методиче-

ские вопросы полевых измерений, обработки и интерпретации георадарных данных.

Приведены результаты георадарных работ по обнаружению и обследованию кимберлитовых трубок и благородных металлов с помощью глубинной версии георадара серии «Лоза», выполненные в различных регионах России и за рубежом (Архангельская область, Амурская область, Ботсвана, Зимбабве, Австралия, Намибия).

Божко Н.А. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова)
АЛМАЗОНОСНЫЙ МАГМАТИЗМ В ХОДЕ СУПЕРКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ
ЦИКЛИЧНОСТИ

В настоящее время хорошо установлено, что временные рамки многих типов полезных ископаемых отражают формирование и распад суперконтинентов. Данный вопрос затрагивался рядом авторов и в отношении алмазоносных кимберлитов и лампроитов. При этом в большинстве работ эпизодический кимберлитовый магматизм связывается с распадом суперконтинента. В докладе эта проблема рассматривается на основании современных данных и разработанной автором схемы суперконтинентального цикла (СЦ) продолжительностью в 400 млн лет.

В его структуре выделяются две стадии, отражающие смену двух состояний Земли: 1) один континент – один океан и 2) несколько континентов – несколько океанов. Каждая из этих стадий состоит из двух фаз. В рамках первой стадии слитного суперконтинента различаются фаза агломерации продолжительностью 90 млн лет с тенденцией интеграции частей новообразованного суперконтинента и фаза его деструкции в 70 млн лет, в виде проявлений континентального рифтогенеза, намечающего будущий распад. Вторая стадия – расчлененного суперконтинента, складывается из фазы распада в 90 млн лет, резкого преобладания спрединга и фазы сборки – 160 млн лет, характеризующейся активными процессами субдукций и коллизий, приводящими к закрытиям океанов, формированию коллизионных орогенов и образованию нового суперконтинента. Использование данного СЦ позволяет выделить в течение последних 3 млрд лет истории Земли 8 СЦ и суперконтинентов. При этом все «общепринятые» суперконтиненты вписываются в данную цикличность.

Рассмотрение глобального фактического материала по хронологии формирования кимберлитов на фоне указанной цикличности обнаруживает следующее:

Алмазоносный магматизм в истории Земли контролировался суперконтинентальной цикличностью, проявляясь неравномерно на всех фазах суперконтинентального цикла.

Наиболее масштабно такие проявления отмечены в фазы распада и сборки суперконтинентов. При этом промышленная алмазоносность может возникать на обеих этих фазах. Так, все экономически важные коренные месторождения алмазов Сибирской платформы приурочены к среднепалеозойскому интервалу 350–370 млн лет, что соответствует фазе сборки Пангеи, тогда как в Южной Африке такой магматизм происходил в возрастных рамках 114–144 млн лет и 84–95 млн лет, т.е. в эпоху ее распада.

На стадии существования слитных суперконтинентов отмечается минимальное количество датированных кимберлитов и лампроитов, при этом формирование их приурочено ко второй, заключительной фазе деструкции и развития континентального рифтогенеза, непосредственно на границе с фазой распада, увеличиваясь по своей интенсивности в ее сторону. Основная часть собственно суперконтинентальной стадии СЦ характеризуется отсутствием алмазоносного магматизма, отвечая паузам в ходе его глобального проявления.

Выявленный характер распространения во времени алмазоносных магматитов коррелируется с ранее сделанным выводом автора о формировании базит-ультрабазитовых интрузий (LIP) на всех стадиях суперконтинентального цикла.

Общая эволюционная направленность увеличения алмазоносного магматизма в истории

Земли от древних эпох к молодым с резким скачком в мезопротерозое коррелируется с изменением характера суперконтинентальной цикличности, выражающейся в увеличении размеров континентальных фрагментов от цикла к циклу вплоть до возникновения мегаконтинентов.

Вахрушев А.М., Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
СОСТОЯНИЕ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ
ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В российском недропользовании минерально-сырьевая база (МСБ) разделена на две взаимосвязанные части – запасы и прогнозные ресурсы (ПР). В настоящее время разведка (категории АВС₁) и предварительная оценка (категория С₂) запасов по закону «О недрах» являются исключительным правом лицензионной инвестиционной деятельности бизнеса. Оценка ПР (категории Р₁–Р₃) производится в основном за счет средств федерального бюджета на геологическое изучение по воспроизводству МСБ. В силу такого разделения прогнозные ресурсы приобрели роль «движущей силы» развития отечественной минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых (ТПИ).

Вместе с тем, планирование зачастую необоснованного исходными геологическими данными количества приращиваемых ПР ориентирует производителей работ на выполнение «валовых» показателей по локализации ПР, тогда как основным должно быть «качество» (инвестиционная привлекательность) минерально-сырьевой базы. Необходимо исходить из того, что в рыночных условиях прогнозные ресурсы являются товаром, производимым геологической службой. Поскольку прогнозные ресурсы оказывают сильное влияние на формирование МСБ, требуется легитимизация статуса ПР, их законодательное закрепление на федеральном уровне, которое позволило бы перейти от локальных актов и документов, носящих рекомендательный и необязательный к исполнению характер.

Давно назрела необходимость разработать четкий свод правил и критериев учета ПР, актуальный в текущих временных реалиях. Важным аспектом принятия единых государственных методических требований к экспертизе ПР также является обеспечение преемственности знаний между поколениями специалистов геологической отрасли, что особенно актуально и остро проявляется в отношении молодых специалистов, не обладающих достаточным опытом и компетенцией, включая выпускников профильных ВУЗов, где нет соответствующих программ подготовки.

Создание и ведение официального кадастра апробированных ПР, утвержденного на государственном уровне, своего рода аналога Государственного баланса запасов, сопровождающегося четкой пространственной привязкой и содержащего отчетную и ретроспективную информацию по объектам, позволило бы сформировать единый массив информации для возможности проведения расширенной аналитики и существенно повысить достоверность и инвестиционную привлекательность ПР. Следует отметить, что работы в данном направлении ведутся в рамках ФГИС «АСЛН» – раздел «Прогнозные ресурсы».

Возникающие риски отсутствия дальнейшей легитимизации оценки и учета ПР в условиях стоящих перед государством задач (в том числе и в рамках развития цифровой экономики РФ, Указ Президента РФ № 203 от 09.05.2017 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы»), следующие:

- снижение надежности оценок ресурсного потенциала территории РФ и невозможность их сопоставления, вследствие различных методик, используемых при апробации ПР;
- утрата преемственности информации о проводимых работах на территории;
- снижение эффективности государственных затрат на изучение недр;
- снижение вероятности обнаружения новых перспективных объектов;
- рост множественных разнотипных ошибок оценки ПР;
- снижение качества товаров и услуг, произведенных государством, несмотря на использо-

вание современных цифровых технологий;

– снижение степени информированности, ухудшение доступности государственных услуг для заинтересованных лиц.

**Волкова Н.М., Ключарев Д.С. (ФГБУ «ИМГРЭ»)
МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СУРЬМЯНЫХ РУД РОССИИ**

Среднее содержание сурьмы в земной коре (кларк) составляет $5 \cdot 10^{-5}\%$. В природе сурьма, преимущественно, входит в состав различных минералов, самородная сурьма встречается в весьма небольшом количестве. Известно более 120 минералов сурьмы, они представлены антимонитами, сульфидами, сульфосолями, простыми и сложными оксидами, гидроксидами, хлоридами и силикатами. Сурьма встречается и в виде примеси в сульфидах тяжелых металлов. Промышленное значение имеют следующие собственно сурьмяные и сурьмосодержащие минералы: антимонит, буланжерит, джемсонит, бурноит, сервантит. Ведущее промышленное значение имеет антимонит.

По технологическим свойствам и вещественному составу выделяются следующие основные типы сурьмяных руд:

– собственно сурьмяные руды, в которых сурьма представлена антимонитом и продуктами его окисления (Жипкошинское, Булыктинское, Южное, и др.);

комплексные:

– золото-сурьмяные руды – кварцево-сурьмяные руды, отличающиеся высоким содержанием сурьмы и содержанием золота от 1,5 до 8 г/т (Удереysкое, Сарылахское, Сентачанское, Ким, Нарин-Кундуйское, и др.);

– ртутно-сурьмяные руды, содержащие минералы ртути и антимонит (Солонечинское, Октябрьское);

– сурьмяно-вольфрамовые руды, в которых антимонит обычно ассоциируется с вольфрамовыми минералами (Барун-Шивей);

– сурьмосодержащие руды:

– свинцово-сурьмяные руды – минералы сурьмы являются примесью в рудах (Нойон-Тологой, Широкинское);

– полиметаллические руды с примесью сурьмы – сурьма изоморфно входит в кристаллическую решётку других минералов (Холоднинское).

Для России основное промышленное значение имеют руды собственно сурьмяных и золото-сурьмяных месторождений Забайкальского, Красноярского краев и республики Саха (Якутия). Промышленные руды ртутно-сурьмяного джаспероидного типа представлены в России одним объектом – рудами Солонечинского месторождения в Забайкальском крае.

**Галямов А.Л., Волков А.В., Сидоров А.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
ГИС-АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СВЯЗИ ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ И МЕЛОВОГО ГРАНИТОИДНОГО МАГМАТИЗМА ЧУКОТКИ**

На территории Чукотского автономного округа (ЧАО) в базе данных, насчитывается более 3 тысяч рудных объектов (месторождений и проявлений). Среди них около 2 тысяч коренных проявлений Au и Ag, более тысячи проявлений цветных металлов (Sn, W, Cu, Mo, Sb, Hg, Pb, Zn и др.), 3 десятка проявлений черных и легирующих металлов, более 20 радиоактивных проявлений и столько же – редких элементов.

Анализ пространственных соотношений рудных объектов с геологической средой при использовании стандартных функций ГИС-анализа показал следующее:

1. Большинство рудных объектов локализовано в *терригенных флишиоидных толщах*. Вторая по значению вмещающая среда – *гранитоиды* Охотско-Чукотского, Олойского и Камчатско-Корякского поясов. Раннемеловые интрузии во внешних зонах Охотско-Чукотского и в Корякско-Камчатском поясе образуют ареалы, в которых, иногда, совмещены разные по составу фазы, обозначая очаговые области *наиболее полного развития* магматизма. В осевой зоне ОЧВП также выделяются совмещенные ареалы различных по составу позднемеловых интрузивов, и вместе с раннемеловыми они приурочены к участкам *наиболее мощной литосферы*.

2. Около 90% рудных проявлений размещается в *ареалах гранитоидного магматизма* мелового возраста. При этом содержания в рудах примесей в раннемеловых гранитоидах заметно выше, чем в вулканогенных и терригенных комплексах. В рудах около 700 коренных проявлений в раннемеловых гранитоидах, вулканитах и терригенных породах содержания Bi, Hg, Sb, Sn, W выше, чем в позднемеловых аналогах. Наоборот, содержания Cu, Mo, Pb, Zn, Co, Ni выше в позднемеловых породах.

3. Наиболее отчетливая пространственная связь с ареалами раннемеловых гранитоидов отмечается у проявлений Au-Bi типа, залегающих в турбидитах, гранитах и гранодиоритах.

4. К ареалам позднемеловых гранитоидов приурочены проявления Cu-Мо-порфировой формации. Руды с высоким и средним соотношением Mo/Cu приурочены чаще к ареалам раннемеловых гранитов, гранодиоритов и диоритах, тогда как существенно Cu – к ареалам позднемеловых гранитоидов.

5. Эпитермальные Au-Ag месторождения часто пространственно связаны с Cu-Мо-порфировой рудообразующей системой и располагаются преимущественно в ареалах позднемеловых гранитоидов. Соотношения Ag/Au в рудах порфировых и эпитермальных Au-Ag месторождений близки, а более высокие значения Ag/Au встречаются в рудах совмещенных ареалов полного проявления позднемелового интрузивного магматизма.

6. Юрско-раннемеловые островодужные комплексы в Олойском поясе, фундаменте внутренней зоны ОЧВП и в Майницком прогибе Корякско-Камчатской области перспективны на открытие колчеданно-полиметаллических месторождений типа Куроко, обогащенных Au и Ag (Угрюмое и др.), с заметными содержаниями меди в породах среднего и основного состава.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН № 55 «Арктика – научные основы новых технологий освоения, сохранения и развития».

Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е., Колесникова Т.И. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ
МИНЕРАЛОВ-ИНДИКАТОРОВ КИМБЕРЛИТОВ В РАЙОНАХ С ШИРОКИМ
РАЗВИТИЕМ ОТЛОЖЕНИЙ ПОКРОВНЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ СЕВЕРА ВЕП

Территории севера ВЕП характеризуется многообразием поисковых обстановок, но определяющим фактором является повсеместное развитие разнотипных ледниковых образований, в составе которых формирование ореолов рассеяния МИК имеет свою специфику. С этой целью разработана классификация ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов. В её основу положены данные опробования толщи ледниковых водно-ледниковых отложений, осадков межледникового озерного и морского происхождения, перекрывающих алмазоносные трубки Зимнебережного кимберлитового поля; обобщение опыта проведения шлихо-минералогических поисков в пределах Европейской части РФ, северо-запада Канады, Финляндии.

Ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов, формирующиеся в ледниковых обстановках осадконакопления, подразделяются на собственно ледниковые ореолы, связанные с различными типами морен и ореолы, связанные с различными типами водно-ледниковых образований.

Над кимберлитовыми телами в ледниковых и водно-ледниковых отложениях, при их залега-

нии непосредственно на срезе кимберлитовмещающих пород, можно выделить два основных типа ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов (МИК): 1 – локальные ореолы и потоки рассеяния ближнего сноса, **в отложениях основной морены**, имеющие непосредственную связь с кимберлитовым источником, протяженностью первые км в направлении движения ледника, прослеживающиеся по вертикали до 50 м и по латерали до 2 км; 2 – ореолы **в различных типах флювиогляциальных отложений**, сформированные с учетом специфики их седиментации, в основном, за счет размыва ореолов в моренах, протяженностью до первых десятков км.

В случае перекрытия кимберлитовых тел терригенными осадками карбона (до 10 м) и четвертичными отложениями (до 50 м), ореолы рассеяния МИК ближнего сноса прослеживаются по всей толще ледниковых отложений и отражаются в составе современного руслового аллювия.

В настоящее время ореолы рассеяния от кимберлитовых тел наиболее хорошо изучены в основных моренах, где они имеют различную форму: конусообразную, ленточную, изометрично-овальную. Форма ореолов рассеяния в основных моренах целиком связана с динамикой их формирования. Данные ореолы обычно прослеживаются на расстояние не более 6 км от источника.

В то же время, в ледниковых районах (Кольский п-ов) отмечается ореолы, смещенные по долинам катастрофических спусков временных ледниковых озер с дальностью транспортировки до десятков километров от потенциальных источников, в которых возможны находки единичных зерен МИК с характерными признаками ближнего переноса.

Зерна МИК из ореолов рассеяния ближнего и прямого сноса кимберлитовых тел характеризуются пестрым минеральным и гранулометрическим составом, коррозионно-гидротермальным типом поверхности, слабой степенью окатанности (0–2 класса). В моренных суглинках они характеризуются высоким рельефом, обширными сколовыми поверхностями с острыми ребрами, системой разнонаправленных борозд скольжения. Во флювиогляциальных отложениях зерна МИК отличаются ярко выраженными следами аквальной обработки в виде V-образных, хаотично расположенных углублений, царапин и пологих серповидных сколов.

Ореолы рассеяния дальнего сноса характеризуются мономинеральным составом МИК (пикроильменитовым, хромпинелевым, либо пироповым), преобладанием одной размерной фракции и хорошей сортировкой зерен, с сильным механическим износом и механогенным типом поверхности с низким рельефом.

**Десяткин А.С., Фишкин О.Н. (ОАО «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ»)
АДАПТИВНЫЙ ПОДХОД К РАНЖИРОВАНИЮ ПРОГНОЗНЫХ УЧАСТКОВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО В ХОГГАРЕ
(САХАРСКИЙ РЕГИОН АЛЖИРА)**

На сегодняшний день для осуществления поисково-оценочных работ в целях развития ресурсной базы твердых полезных ископаемых юга Алжира (район Хоггар) на основе актуализации и анализа фондовых геологических материалов произведена оценка и ранжирование прогнозных участков на золото.

Структурно-геологический облик щита Хоггар (или Туарегский щит) определяет система меридионально вытянутых грабено- и горстообразных блоков, разделенных глубинными разломами, представляющими собой зоны дробления, милонитизации и метасоматоза, к которым пространственно тяготеют основные золоторудные объекты, образуя три полосы золоторудной минерализации: уззальская (ouzzalienne), фарузийская (pharusienne) и тириринская (tiririnenne).

Проведено выделение и ранжирование объектов прогнозирования для постановки поиско-

во-оценочных работ на золото. Первостепенное значение дано оценке методов ранее проведенных работ различных геологоразведочных стадий на проявлениях рудного золота. В условиях закрытых площадей низкогогорья по ряду объектов выявлены систематические погрешности в материалах поисковых и геолого-съёмочных работ, осуществленных с участием советских геологов в 1963–1986 гг. Выявлены ошибки методического плана при проведении литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния и шлиховых поисков, которые определили неэффективность их применения. При проведении горных работ часть штучных проб отбиралась из развалов элювия, а ручная проходка канав не всегда достигала структурного элювия коренных пород рудных объектов. В подобных ситуациях проходка канав осуществлялась не «по месту».

Наиболее хорошо в Хоггаре изучены жильные месторождения, представленные одной жилой большой протяженности, несколькими разобщенными между собой жилами, или системой относительно коротких жил. Минерализованные и жильные зоны в тектонически нарушенных и гидротермально-измененных терригенно-осадочных и вулканогенно-осадочных породах изучены чаще всего на отдельных участках с выделением жильного рудопроявления. Золотоносность железистых кварцитов (до 5 г/т) архейского горста Ин-Уззал (Западный Хоггар) выявлена в отдельных точках. Установлены невысокие параметры золотоносности окварцованных даек, но как отдельные проявления они не изучались. В архейском горсте Ин-Уззал колчеданно-полиметаллическое оруденение локализовано в вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах синклинальных структур и пространственно сопряжено с золоторудной минерализацией. Наиболее перспективный объект – медно-колчеданное золотосодержащее рудопроявление Вест, поисковые и поисково-оценочные работы на котором нельзя считать завершёнными.

Составлены карты прогноза масштаба 1:200 000. На выделенных участках рекомендовано осуществить следующие виды прогнозно-поисковых работ: маршрутные исследования масштаба 1:50 000; глубинные геохимические поиски и шлиховое опробование по шурфам и скважинам шнекового бурения; наземные магниторазведочные работы и электропрофилирование электромагнитным методом (ТЕМ). В пределах рудоносных участков проводится механическая проходка траншей (расчисток), канав, а для оценки золоторудного объекта на глубину бурение редких скважин; предусмотрена проходка разведочно-эксплуатационных карьеров. Проведен подбор перспективных площадей для поисков россыпей золота (с оценкой прогнозных ресурсов). Поиски элювиальных, делювиальных и пролювиальных россыпей рекомендовано осуществлять траншейным и шурфовочным способами.

**Зималина В.Я., Охунов А.Х., Мухаммедов Ж.Э. (ГП «ИМР», Узбекистан)
О СОВМЕСТНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ И УЗБЕКИСТАНА**

В 1972 году ЦНИГРИ был опубликован сборник «Структурные особенности, систематика и вопросы перспективной оценки золоторудных полей СССР», выпуск 101, посвященный 70-летию со дня рождения выдающегося ученого в области геологии Ю.А.Билибина. Ответственным редактором данного выпуска являлся доктор геол.-минер. наук Н.А.Бородаевский. Эта работа является результатом коллективного труда. В ее составлении приняли участие главным образом сотрудники ЦНИГРИ и САИГИМСа (ныне ИМР), а также геологи ряда научно-исследовательских организаций и управлений. Целью ее была систематизация имеющихся материалов по структурам рудных полей, находящихся в различных геотектонических областях и золотоносных провинциях различных типов.

Рудные поля Среднеазиатской золотоносной провинции (Мурунтау, Каракутан, Актурпак-Кальмакырское рудное поле, Кочбулакское рудное поле, Кызылалмасайское рудное поле,

Куранджайляуское рудное поле), а также раздел «О структурах золоторудных полей Кураминской структурно-фациальной зоны» написаны доктором геол.-минер. наук Ю.А.Аверинным, работавшим длительное время в САИГИМСе-ИМРе на золоторудных месторождениях.

Возглавлявший в 60–70-е годы отдел методики разведки САИГИМСа доктор геол.-минер. наук, профессор П.А.Шехтман, являющийся структурщиком «от бога» и методистом (школа А.В.Королева–П.А.Шехтмана) постоянно сотрудничал с учеными ЦНИГРИ.

Одному из авторов статьи, еще неостепененной на тот период сотруднице, посчастливилось участвовать в Москве в совместном семинаре между САИГИМС и ЦНИГРИ по вопросам закономерностей размещения оруденения эндогенных месторождений золота. Возглавляла этот семинар доктор геол.-минер. наук зам. директора ЦНИГРИ М.Б.Бородаевская. От САИГИМСА в семинаре участвовали: П.А.Шехтман, Ю.А.Аверин, Х.А.Акбаров, В.А.Королев, Ш.Д.Фатхуллаев, Э.А.Маркова, В.Я.Зималина. С ответным визитом в г. Ташкент (САИГИМС) приезжали сотрудники ЦНИГРИ. Это был настоящий творческий союз России и Узбекистана.

ЦНИГРИ недавно отметил 80-летний юбилей, САИГИМС (ИМР) – 60-летие в 2017 году. Надо отметить, к сожалению, что за годы независимости России и Узбекистана, после распада бывшего Союза творческие связи между среднеазиатской школой геологов и Россией несколько охладели, кроме, пожалуй, печатания периодически в журнале «Руды и металлы» статей сотрудников ИМРа, благодаря содействию члену редколлегии журнала, бывшей сотрудницы Узбекистанской школы геологов кандидату геол.-минер. наук Н.И.Назаровой. В основном эти статьи были написаны молодыми учеными ИМРа, готовящими кандидатские, либо докторские диссертации, в требованиях которых было обязательное участие в зарубежных изданиях (Россия теперь является зарубежьем).

За этот период (1960–2018 гг.) прошло много времени. И в России, и в Узбекистане открыты новые золоторудные месторождения, и не хватает бывшего общения между сотрудниками наших институтов. А ведь геологию невозможно разделить, либо объединить, несмотря на разные политические обстановки в странах. Она едина. И чем больше будет общения между учеными наших стран, тем более объективными станут взгляды на те или иные геологические процессы.

В конце 2017 года в ИМРе состоялась защита докторской диссертации М.У.Исокова по совершенствованию методики разведки золоторудных месторождений Узбекистана (научный консультант доктор геол.-минер. наук профессор В.Я.Зималина). Одним из оппонентов этой работы являлся доктор геол.-минер. наук В.Д.Конкин – сотрудник ЦНИГРИ. Это также немаловажный факт общения между нашими институтами.

Докторская диссертация М.У.Исокова посвящена совершенствованию методики разведки золоторудных месторождений трех геологопромышленных типов на основе сопоставления данных разведки и эксплуатации. Обобщен материал по разведке и отработке 7 золоторудных объектов Западного (Кокпатас, Амантайтау, Марджанбулак, Гужумсай) и Восточного (Кочбулак, Кызылалма, Кайрагач) Узбекистана. Сделаны интересные выводы как по совершенствованию методики разведки, так и отработке данных месторождений, которые могут использоваться на аналогичных объектах.

Проходят годы, но новое молодое поколение геологов ЦНИГРИ и ИМРа должно сохранить установленную преемственность.

Предлагается установить рабочие контакты между сотрудниками ЦНИГРИ и ИМРа.

Зинчук Н.Н. (ЗЯНЦ АН РС (Я))
О НЕКОТОРЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЭФФЕКТИВНЫХ
АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ

Очень важным для древних платформ мира является вопрос возрастного становления кимберлитов – главнейшей ультраосновной породы, содержащей алмазы. Слабо освещенными для Сибирской платформы (СП) остаются проблемы коренных источников алмазов на красноярских и иркутских перспективных площадях, алмазов «эбеляхского» типа, причин разной продуктивности кимберлитовых полей Лено-Анабарской и Вилуйской субпровинций, связанных с единым протолитом. Требуют также геологического осмысления обширные материалы, касающиеся радиологического датирования алмазоносных и потенциально алмазоносных магматитов, роли разломов, авлакогенов, геофизических характеристик разных по продуктивности площадей, причины разной продуктивности кимберлитовых полей основных провинций. Возникает необходимость дополнительного исследования установившиеся представления об эпохах становления кимберлитов СП, из которых практически значимыми признаются только среднепалеозойская и, с большими оговорками, триасовая. При этом отмечается общее падение продуктивности кимберлитов от центра провинции к периферии, объясняемое различными причинами.

На ряде древних платформ мира основными эпохами мощного корообразования и эндогенного рудообразования (в том числе и алмазоносного магматизма) являлись: ранний докембрий (4000–1650 млн лет), поздний протерозой (1650–570 млн лет), каледонский этап (570–400 млн лет), раннегерцинский (400–310 млн лет) и позднегерцинский (310–205 млн лет) этапы, киммерийский (205–137 млн лет), раннеальпийский (137–65 млн лет) и позднеальпийский (65 млн лет) этапы. Следует подвергать тщательному анализу геолого-тектоническую (структурно-тектоническую и геодинамическую) позицию перспективных территорий. Для получения сведений о структурно-тектонических особенностях региона и конкретных перспективных участков применяется комплекс геофизических исследований, включающий грави- и магнитометрию, сейсмические, электроразведочные и другие методы. Важной задачей при прогнозно-поисковых работах на алмазы является наличие подробной стратиграфической схемы отложений и древних коллекторов.

Основным методом поисков алмазных месторождений был, есть в большинстве геолого-поисковых обстановок и останется минералогический. Поскольку алмаз является главным минералом объекта поисков, представляется весьма важным привлечь к решению прогнозно-поисковых задач широкое разнообразие его типоморфных особенностей. Имеющиеся ныне неравноценные и неравномерно распределённые материалы позволяют различать два мегаэтапа в формировании алмазоносности СП. Ранний охватывает время от архея до рифея включительно, т.е. от появления собственно алмаза в недрах до первого его поступления в приповерхностные обстановки. Для мегаэтапа характерны полицентризм, тяготение к периферийным частям платформы и разнообразие транспортёров. Второй мегаэтап (средний палеозой–эоцен) отличался от первого пространственным расположением проявлений, полицентризмом и преобладанием диатрем кимберлитов. Однако для реального решения практических прогнозно-поисковых задач в пределах СП, кроме поисков среднепалеозойских кимберлитов, следует акцентировать внимание и на другие эпохи мощного корообразования и алмазоносного магматизма: раннепротерозойский, рифейский, раннепалеозойский, каледонский, раннегерцинский, позднегерцинский и киммерийский этапы.

Следует усилить и расширить исследования типоморфных особенностей продуктов выветривания различных пород с целью более уверенной диагностики переотложенного кимберлитового материала в продуктивных осадочных толщах. Важнейшее направление – это изучение полигенеза алмазов с точки зрения типа и возраста их коренных источников. Нередко в россыпях встречаются алмазы, не характерные для кимберлитов данных территорий. Онтогенетический и типоморфный анализы первичных минералов кимберлитов в совокупно-

сти с методом морфогенетических рядов и парастерическим анализом позволяют реконструировать историю индивидуального развития объектов (минеральных индивидов, ассоциаций и ореолов), а также геологическую историю их развития.

Зинчук Н.Н., Зинчук М.Н. (ЗЯНЦ АН РС (Я))
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИ ПОИСКАХ АЛМАЗОВ МАТЕРИАЛА
КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Выветривание представляет собой глобальный процесс физико-химического преобразования пород как в субаквальных, так и в основном субаэральных условиях. Процесс выветривания затрагивает практически все слагающие верхнюю оболочку Земли породы, т.е. изверженные, метаморфические и осадочные, включая карбонатные и хемогенные разности последних. В нижней зоне профиля коры выветривания (КВ) *бесслюдистых кислых пород* за счет начальной стадии разложения плагиоклаза и наименее устойчивой части калиевого полевого шпата, появляется лишь небольшое количество (~4%) слабо упорядоченного преимущественно $Al-Fe^{3+}$ -монтмориллонита ($b=0,894$ нм) и галлуазита ($b=0,894$ нм). В нижних горизонтах КВ *бесслюдистых основных пород* содержится только небольшая примесь монтмориллонита, относящегося преимущественно к триоктаэдрической $Mg-Fe^{2+}$ -разновидности ($b=0,918$ нм). Средняя зона в результате смены восстановительной обстановки на окислительную характеризуется гаммой промежуточных разновидностей монтмориллонита от три- до собственно диоктаэдрической ($b=0,900$ нм). За счет продуктов деструкции последней развивается каолинит ($b=0,892$ нм). В отличие от аналогичной зоны выветривания кислых бесслюдистых пород, в элювии основных пород этот минерал имеет более высокую степень совершенства структуры, о чем свидетельствует четко идентифицируемая его политипная модификация $1T_k$. В КВ *слюдистые образования* (типа, *терригенно-карбонатные отложения* нижнего палеозоя), содержат в нижней зоне профиля выветривания диоктаэдрическую гидрослюда ($b=0,900$ нм) в виде смеси политипных модификаций $1M$ и $2M_1$ ($1M > 2M_1$), триоктаэдрический хлорит ($b=0,922$ нм) и серпентин ($b=0,935$ нм). В средней зоне КВ рассматриваемых пород хлорит и серпентин полностью исчезает. Подвергается существенной деградации также гидрослюда $1M$ (как менее устойчивая по сравнению с $2M_1$), причем трансформационные процессы в структуре гидрослюды $1M$ обуславливают значительное увеличение количества разбухающих слоев, в то время как гидрослюда $2M_1$ остается относительно стабильной. В результате этого возникает монтмориллонит-гидрослюдистое смешанослойное образование (МГСО). В процессе указанных трансформаций содержание гидрослюды $1M$ к верхам профиля резко снижается, поэтому здесь наблюдается преобладание политипа $2M_1$ ($2M_1 > 1M$). Слюдистые породы основного типа (в частности, *амфибол-флогопит-плагиоклазовые гнейсы* архея Приольхонья), содержат около 50% основного плагиоклаза, 30% флогопита, 20% амфибола. В нижней зоне КВ они характеризуются наличием, кроме того, примеси триоктаэдрического хлорита ($b=0,920$ нм), а также три- (или $Mg-Fe^{2+}$ -) и диоктаэдрическую (или $Al-Fe^{3+}$ -) разновидностей монтмориллонита (b , соответственно, 0,920 и 0,891 нм). Изученные нами разности *ультра-основных пород (кимберлиты)* представлены агрегатами серпентина из слоев типа A и B ($b=0,929$ нм) и калыцита с рассеянными выделениями магнетита, а также разнообразными псевдоморфозами по оливину и переменным количеством вкрапленников флогопита. В нижней зоне КВ таких пород содержится также примесь хлорита ($b=0,920$ нм), сепиолита, ди-триоктаэдрического $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита ($b=0,905$ нм) и гидрослюды ($b=0,900$ нм) $1M$, ассоциирующей с МГСО, относящимися в последних двух случаях в продуктах частичной диоктаэдризации флогопита. В средней зоне отмечается последовательное увеличение количества гидрослюды, а серпентин представлен только слоями A . Одновременно с этим резко увеличивается содержание как $Mg-Fe$ -хлорита, так и близкого к собственно Mg -разновидности, а так-

же $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита. Смешанослойная фаза в этих двух частях разреза характеризуется тенденцией к упорядоченному чередованию преобладающих – неразбухающих пакетов с подчиненными – разбухающими. Сравнительный анализ рассмотренных выше КВ позволяет дифференцировать на структурном уровне одни и те же видовые разновидности первичных минералов и образовавшиеся за счет их изменения вторичные слоистые силикаты, что можно использовать при алмазопроисловых работах для определения состава размываемых пород в их первичных залежаниях и направления переноса и переотложения выветрелого материала.

Злобина Т.М., Мурашов К.Ю., Котов А.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
ПРОГНОЗ СКРЫТЫХ ЖИЛЬНЫХ ТЕЛ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАЗВЕДКЕ
ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИРОКИНДА (СВ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Месторождение эксплуатируется с 1993 г. За этот период выявлено более 140 золотоносных кварцевых жил, из которых около 20 полностью или частично отработаны. В процессе рудничной эксплуатации, выявлено увеличение вертикального диапазона размещения жил с 800 до 1200 м. Некоторые жилы сочленяются на глубине с более крупными жилами. В отдельных блоках обнаружены жилы конической морфологии, выявлено изменение пространственной ориентировки жил, их пересечение, разветвление. В целом сформировалось представление о мегаштокверковом строении жильной структуры, ветвящейся как крона дерева на верхних горизонтах и сходящейся на нижних к нескольким «стволам». Возникла задача прогноза скрытых на глубине жил. Разработанная нами методология прогноза использует комплекс методов: структурно-парагенетического анализа, тектоно-физического, стерео-геометрического, а также компьютерного 3D-моделирования и др. Структурно-парагенетический анализ, базирующийся на теоретических моделях деформаций, позволяет оценить образование ансамбля структурных элементов, парагенетически связанного с кинематическим режимом разлома-флюидопроводника (сдвиг, или взброс, или сброс). Каждый кинематический режим обеспечивает образование мелкой трещинной инфраструктуры разлома по своей схеме, которую объясняет модель механизма деформаций, обусловленная кинематикой разлома. Концептуальный подход к прогнозированию состоит в следующем. Реконструкция динамических условий и кинематического режима с помощью тектоно-физических методов позволяет разработать модель механизма деформирования исследуемого объекта, объясняющую образование теоретически возможных структурных парагенетических ассоциаций. Компьютерное 3D-моделирование морфологии жил, выполненное по данным рудничной эксплуатации, выявляет реальные элементы структурного парагенеза. При сравнении модели деформирования с результатами 3D выявляются отличия между теоретически возможными и реально существующими структурными парагенезами. При этом, могут быть обнаружены теоретически недостающие элементы структурного парагенеза, которые и являются прогнозными. При апробации методологии установлено двухэтапное формирование структуры. На первом этапе в режиме левого сдвига по ССВ разломам образовались паргенезы крутопадающих сдвиговых нарушений и сопряженных с ними мелких чешуйчатых надвигов. В разрезе такое сочетание представляет «структуру пальмы» с ножкой в разломе, к которой примыкают сверху выполняющиеся надвиговые нарушения, являющиеся структурными зонами для локализации жил. Разработана модель механизма деформаций и кинематическая схема образования структурных парагенезов в структурных зонах. Наложение структурных парагенетических ассоциаций двух этапов – причина своеобразного пространственного сочетания линейных и нелнейных структурных элементов. Наряду с линейными сколами выделены конические сколы, образующие динамо-пары противоположного падения (форма пропеллера), а также – формы кривой хромосомы, состоящей из двух динамо-пар. Такая форма искривленной хромосомы с «недостающим» хвостом, погружающимся на глубину, была выявлена в результате компью-

терного 3D-моделирования морфологии сопряженных жил, общей протяженностью 1.8 км. Размещение этого прогнозного хвоста предполагается ниже абсолютной отметки 900 м.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №17-05-01167

**Иванов А.И., Конкин В.Д. (ФГУП ЦНИГРИ), Агеев Ю.А.,
Молочный В.Г. (ООО «СибГК»)**

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ
ДЛЯ БАЙКАЛО-ПАТОМСКОГО РЕГИОНА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
В ГРАНИТОИДНЫХ КОМПЛЕКСАХ (НА ПРИМЕРЕ МАЛОКОНКУДЕРСКОЙ
ПЛОЩАДИ ИКИБЗЯКСКО-ДОДЫХТИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Байкало-Патомский регион и его геологическое строение различными исследователями рассматривается в различных границах, а его металлогеническая специализация ассоциируется в основном со стратоидными месторождениями золота сухоложского ГПТ в докембрийских углеродистых карбонатно-терригенных комплексах флишеидного строения Ленской (Байкало-Патомской) провинции. Южная граница Ленской золотоносной провинции проводится по Олоkit-Делюн-Уран-Сюльбанской (ОДУС) зоне, которая маркируется прогибами со совмещенными в латерально-вертикальных рядах терригенно-карбонатными толщами флишеидного строения и терригенно-вулканогенными островодужными рифей-вендского времени осадконакопления, развитыми в пределах тектонизированной зоны сочленения Мамско-Бодайбинских рифей-вендских миогеосинклинальных прогибов и Байкало-Муйских эвгеосинклинальных – островодужных прогибов (Л.И.Салоп, 1967). Стратифицированные комплексы этой зоны дислоцированы разнопорядковой линейной складчатостью, интродуцированы телами базитового (до ультраосновного) и гранитоидного (до граносиенитов) ряда с возрастным диапазоном от рифея до позднего палеозоя включительно, осложнены системой разнопорядковых, неоднократно подновлявшихся региональных тектонических нарушений.

Интрузивные комплексы представлены: гнейсовидными лейкогранитами нижнего протерозойского основания; верхнего рифея – *таллаинским, он же муйский* (габбро-диорит-плагиогранитным зонального строения до кварцевых диоритов в краевых частях плагиогранитных массивов с возрастом 615–603 млн лет, по Е.Ю.Рыцку), *бамбукойским, он же витимский и надринский* (граносиенит-гранит-порфировый с возрастом 598 ± 4 млн лет) и средне-поздпалеозойским *конкудеро-мамаканским* (гранит-лейкогранитовый). Возраст этого комплекса, определенный по цирконам из гранитов U-Pb методом, 300–330 млн лет (по А.И.Иванову, 1995), и позднепалеозойским *сыннырским* (щелочных и нефелиновых сиенитов).

В зоне ОДУС перечисленные комплексы выявлены в очаговых структурах с золоторудными проявлениями золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой рудных формаций в интрузив-околоинтрузивных зонах габброидов *таллаинского* (проявления Правомамское, Мукадеское, и др.) и гранитоидов *надринско-бамбукойского* комплексов (Каралонское, Еленинское, Уряхское-1 и др.), формирование которых обусловлено становлением *гранитоидов конкудеро-мамаканского комплекса*. Последний представлен как батолитоподобными, так и потенциально золотоносными малыми интрузиями, сопровождаемыми комплексом даек «пестрого» состава. Особенностью «очаговых» зон с проявлением разновозрастного многофазового гранитоидного магматизма служит развитие процессов гибридизма и инъекционной гранитизации, что обуславливает и длительность процессов гидротермально-метасоматических преобразований вмещающих их пород.

Золоторудные проявления в интрузивных комплексах базитового и гранитоидного ряда и вмещающих их вулканогенных толщах установлены в Верхнемамском, Икибзякско-Додыхтинском, Чаянгринском, Верхнеорловском, Каралонском и Ирокинд-Кедровском рудных узлах, расположенных по фасу ОДУС зоны, включая Муйский блок. В пределах последнего

на месторождениях Ирокиндинское и Кедровское отрабатываются золотокварцевые и золото-сульфидно-кварцевые жильные и жильно-прожилковые тела в маломощных зонах березит-лиственитовых метасоматитов.

Главными факторами контроля золоторудных объектов служат сбросо-сдвиговые деформации и оперяющие их разрывы различных рангов, контролирующие размещение продуктов гидротермально-метасоматических процессов формирования метасоматитов березит-лиственитового ряда с комплексом жильной и жильно-прожилковой бурошпат-кварц-сульфидной, кварцевой и карбонатной минерализации.

В частности, в строении Малококкудерской площади доминируют разновозрастные интрузии гранитоидов, выходы которых на дневную поверхность составляют «раму», внутри которой сохранились фрагменты и разноразмерные ксенолиты допалеозойских образований, представленных метаморфизованными терригенно-вулканогенными, вулканогенными и магматическими образованиями рифея–венда, терригенные отложения венда и карбонатные породы кембрия. Гранитоиды участка нередко имеют контаминационный облик, содержат многочисленные мелкие ксенолиты ороговикованных метабазитов.

По результатам проведенных работ, анализа и обобщения всех полученных материалов в пределах площади выделены системы (разломные зоны) основных (главных) рудоконтролирующих и оперяющих (смыкающих) рудолокализирующих нарушений. Это позволило выделить рудолокализирующие структуры субширотного и восток-северо-восточного простирания, которые имеют сближенное расположение, группируясь в разломные зоны шириной 0,8–1,5 км и протяженностью до 3–5 км.

Система диагональных разломов, проявленная в гранитоидном и метабазитовом субстрате между ветвями главных разломов, является оперяющей к субширотной системе. К этим разломным зонам приурочено большинство интенсивно деформированных золотоносных кварцевых жил и зон жильно-прожилкового окварцевания в минерализованных зонах на трех участках с выявленными золоторудными пересечениями.

Минерализованные зоны на площади проявлены сериями разнориентированных сквозных зон повышенного тектонического расланцевания как по вулканогенно-туффоженным толщам основного состава, так и по гранитоидам с ксенолитами расланцованных пород основного состава, вмещающим метасоматиты железо-магнезиально-карбонатного (бурошпатизации) и лиственит-березитового состава с преобладанием метасоматитов березитоподобного (до полнопроявленных) состава и жильно-прожилковое окварцевание с сульфидной (преимущественно пиритовой, реже халькопиритовой, галенитовой и молибденитовой) и золотой минерализацией. Ширина зон от 150 м до 20 м и протяженность от 1–1,5 км до 7–8,5 км.

На данном этапе изученности выделяется три типа околорудных метасоматитов:

- железо-магнезиально-карбонатные («бурошпатовые»),
- берзитовые (кварц+серицит–мусковит+карбонат+пирит),
- лиственитоподобные (кварц+хлорит+серицит+ пирит).

К потенциально-рудным зонам отнесены участки минерализованных зон, характеризующиеся наиболее интенсивно проявленными метасоматическими преобразованиями (до полнопроявленных березитов и лиственитов), с интенсивной (1–5%) сульфидизацией и жильно-прожилковым окварцеванием (более 10% на мощность 5 и более метров). Жильный кварц зон несет мелкогнездовую вкрапленную, реже прожилковую, сульфидную (*галенит, пирит, халькопирит*) и *магнетитовую минерализацию, нередко визуальное фиксируемое золото.*

Набор наиболее характерных минералов, отражающих специфику гидротермально-метасоматических изменений пород, включает: кварц, альбит, мусковит (серицит), пирит, рутил, железистые карбонаты, хлорит, магнетит. В меньшем объеме развиты: кальцит, барит, турмалин, гематит, сульфиды. Рудная минерализация большей частью проявлена в жильном и прожилковом кварце. Сульфидные минералы в зоне гипергенеза в значительной мере замещены вторичными минералами (малахит, азурит, пироморфит, коркит, гемиморфит и др.). В кварцевых жилах, прожилках, иногда во вмещающих их метасоматитах, отмечалось также и визуальное

фиксируемое самородное золото.

Березитизированным разностям пород и полно проявленным березитам свойственны повышенные содержания свинца (0,008–0,03%), молибдена (0,0005–0,002%), титана (0,08–0,1%) и лития (0,001–0,004%). Лиственитизированные разности отличаются высокими содержаниями титана (до 1,0%), повышенными содержаниями марганца (0,1–0,2%), ванадия (до 0,49%), хрома (до 0,058%, в отдельных пробах до 0,12%), никеля (до 0,065%), кобальта (до 0,008%, в отдельных пробах до 0,01%), в редких пробах меди (до 0,012%). Характерно присутствие неравномерно-рассеянной вкрапленности магнетита.

Минерализованные зоны фиксируются в сквозных тектонизированных разнориентированных зонах с проявленными процессами катаклаза, расщепления и брекчирования по метазфизам средне-основного состава и гранитодам. Такие зоны характеризуются различной интенсивностью проявления процессов буропатизации, лиственитизации, окварцования (до серицит-кварцевых метасоматитов) и березитизации (до полно проявленных березитов) и жильной золото-сульфидно-кварцевой, кварц-карбонатной минерализацией. Они трассируются шлиховыми ореолами золота интенсивностью от 0,01 до 0,32 г/м³, пунктами золоторудной минерализации с содержаниями золота от 0,1 г/т до 27,9 г/т и пунктами с видимым золотом. Выявлено 17 минерализованных зон мощностью от первых метров до 55 м, протяженностью – от 0,5 до 2,5 км; по падению зоны прослежены скважинами колонкового бурения более чем на 200 метров. Локализованы на 4 перспективных участка ранга потенциальных месторождений со сближенными сериями субпараллельных рудных зон. С учетом выявленных горно-буровыми выработками рудных пересечений с содержаниями золота более 12,5 м*г/т проведена оценка прогнозных ресурсов рудного золота которая составила: категории P_1 – 9,4 т со средними содержанием золота 5,18 г/т и P_2 – 25,0 т со средними содержаниями золота от 4,97 г/т до 5,39 г/т. Остаточные прогнозные ресурсы категории P_3 – 40 т.

Разработаны рекомендации по наращиванию прогнозных ресурсов рудного золота и их реализации в запасы промышленных категорий Икибзякско-Додыхтинского рудного узла.

Учитывая сходность ряда выявленных элементов-признаков золотоносности в геологоструктурных обстановках с развитием «очаговых» зон разновозрастного многофазового гранитоидного магматизма в пространственной ассоциации с вулканогенными формациями в Олокит-Делюн-Уран-Сюльбанской (ОДУС), к постановке поисковых и ревизионно-поисковых работ на рудное золото рекомендуются участки потенциально рудных полей (Догалдынского, Верхнеорловского и Каралонского) на восточном фланге зоны и Верхнемамского золоторудного района на западном фланге зоны.

**Ивашенко В. И., Коневин К.А. (ФГБУН ИГ КарНЦ РАН, ООО «Индустрия»)
МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ
ПРОТЕРОЗОЙСКОГО ГАББРОДОЛЕРИТОВОГО МАГМАТИЗМА КАРЕЛИИ
НА БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ**

Протерозойский габбродолеритовый магматизм Карелии представлен дайково-силловыми интрузиями четырех возрастных групп – от сариолия (~2310 млн лет) до вепися (1770–1750 млн лет). Из них в металлогеническом аспекте интерес представляют высокожелезистые и высокотитанистые интрузии сариолия-людиковия. По степени изученности платиноносными являются только Ti-Fe-габбродолериты людиковийского возраста (~1,98 млрд лет) – Пудожгорский магматический комплекс (месторождения Пудожгорское, Викша, проявления Куолиisma, Мотко, Чинозеро и др.). Интрузии этого комплекса характеризуются небольшой мощностью (до 500 м), значительной протяженностью (до 30 км), преимущественно малыми углами падения контактов и конформными или субконформными соотношениями с вмещаю-

щими вулканогенно-осадочными толщами ятулия. Они дифференцированы (наиболее отчетливо при пологом залегании) – от меланократовых габбро и габбродолеритов в приподошвенной части интрузий до диоритов, монцодиоритов, гранофиров – в прикровельной.

В хорошо дифференцированных интрузиях в 20–60 м от подошвы, как правило, присутствует рудный титаномагнетитовый горизонт мощностью до 20–30 м, с которым в ряде случаев совмещено благороднометалльное (БМ) оруденение со средним содержанием Σ Pd, Pt, Au около 1 г/т. По геофизическим данным рудный горизонт четко выделяется в виде интенсивных положительных магнитных аномалий. Наиболее крупными комплексными месторождениями этого типа в Карелии являются Пудожгорское – P_1 294 т БМ и Койкарское (Викша) – P_1 205 т, P_2 139 т БМ. Благороднометалльная минерализация, представленная самородным золотом, электрумом, висмутотеллуридами, арсенидами и стибноарсенидами палладия и платины, реже минеральными фазами высокотемпературных платиноидов (Ir, Os, Ru), ассоциируется с сульфидами меди и Cl-содержащими амфиболами. Доминируют котульскит и сперриллит. Размерность этих минералов преимущественно 3–8 мкм.

По состоянию изученности рассматриваемых благороднометалльных рудных объектов алгоритм методики прогнозно-металлогенической оценки протерозойского габбродолеритового магматизма на территории Карелии заключается в сочетании региональных геолого-геофизических исследований с локальными на перспективных участках, сопровождающимися детальным минералого-петрографическим и геохимическим изучением разреза интрузий с определением степени их дифференцированности и выделением позднего парагенезиса, ассоциирующего с благороднометалльным оруденением. По геологическим соотношениям и геохронологическим данным выделяются габбродолеритовые интрузии людиковийского возраста (~1,98–2,0 млрд лет). Из них к потенциально рудоносным относятся пологозалегающие силлоподобные интрузии мощностью не менее 150–200 м, что является неперенным условием для проявления в их объеме процессов дифференциации, приводящих к формированию рудных титаномагнетитовых горизонтов. По данным среднемасштабной магниторазведки в их пределах локализуются аномальные участки (2500–3000 Нтл и более). Детальными петрографическими и минералого-геохимическими исследованиями рудного горизонта и прилегающих к нему минерализованных зон определяется степень автометасоматических преобразований габбродолеритов, выражающаяся в формировании позднего парагенезиса – амфибол±биотит±хлорит±ильменит-II, темноцветные минералы которого характеризуются высокой железистостью (амфибол – Fe-Cl-актинолит, Cl-феррочермакит, биотит – $f=0,70-0,75$, хлорит – $f=0,65-0,75$) и стабильно высокими содержаниями хлора – амфибол (~1,0%), биотит (~2,0%). Высокожелезистые минеральные ассоциации сопровождаются выделением сульфидов (наиболее благоприятный признак – халькопирит, борнит, халькозин, зигенит) и благороднометалльной минерализацией.

Килижеков О.К., Степанов Е.А., Сыромолотова Н.А. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО)) РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ 3-ЕЙ ОЧЕРЕДИ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ

Основной задачей ГРК АК «АЛРОСА» является восполнение выбывающих запасов минерального сырья. Эта задача решается путем открытия новых месторождений, а также разведкой и доразведкой флангов и глубоких горизонтов, существующих месторождений. И хотя основу минерально-сырьевой базы АК «АЛРОСА» составляют коренные месторождения, добыча из россыпей ежегодно растет.

Средне-Мархинский алмазonoсный район Якутской алмазonoсной провинции характеризуется наличием высокопродуктивных коренных и россыпных месторождений алмазов. Все кимберлитовые тела Накынского поля сопровождаются погребенными раннеюрскими россыпями алмазов ближнего сноса, входящими в состав единой уникальной россыпи Нюрбинская. Закономерности распределения алмазов в разведанной и оцененной части погребенной рос-

сыпи Нюрбинская позволили установить, что решающий вклад в ее образование внесло коренное месторождение алмазов – кимберлитовая трубка Нюрбинская, незначительный вклад внесли кимберлиты трубок Ботуобинская и Майская. Генетически, по типу, литологическому составу отложений, особенностям распределения алмазов, россыпь имеет сложное элювиальное, пролювиальное, пролювиально-делювиальное, озерное происхождение с наложенными карстово-эрозионными процессами. Первая очередь россыпи Нюрбинская к настоящему времени отработана. Участок второй очереди россыпи с юго-запада примыкает к действующему карьеру (до линии 554), был разведан в 2008–2011 гг. и отрабатывается в настоящее время. Далее на юго-запад от него располагается участок третьей очереди (линии 552–534). Трубка Ботуобинская расположена на юго-востоке участка третьей очереди (на уровне линий 542–538).

В 2012–2017 гг. Ботуобинской ГРЭ проведены работы по оценке 3-ей очереди россыпи Нюрбинская. Полученные результаты согласуются с выводами предшествующих работ о том, что в породах укугутской свиты (J_{1uk}), отмечается отчётливая корреляция между алмазоносностью и литологическим составом пород, наиболее алмазоносными из которых являются мелкогалечные конгломераты и конглобрекции. В составе пород дяхтарской толщи (T_3-J_{1dh}) корреляционных связей между литологией и содержаниями алмазов не отмечено.

Благоприятными для концентрации алмазов, как установлено ранее, и подтверждено проведёнными работами, являются грубозернистые разности пород (песчаники и алевролиты с галькой, гравием, щебнем, гравелиты, конгломераты, конглобрекции, глины и алевролиты со щебнем).

В целом, распределение содержаний алмазов по площади третьей очереди россыпи неравномерное, струйчато-гнездообразное, гнездообразное, характерное неустойчивым гидравлическим режимам, обогащённые участки перемежаются с обеднёнными.

Площадь 3-ей очереди россыпи Нюрбинская, согласно «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» и «Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (МПР, ГКЗ, 2006–2008) отнесена к 3-ей группе месторождений по сложности геологического строения (протокол ГКЗ № 5213-оп от 22.11.2017). По степени изученности участок 3-ей очереди отнесен к группе оценённых. Прирост запасов алмазов по категории C_2 , по данным оценочных работ, составил более 6,7 млн карат.

В настоящее время Вилуйская ГРЭ проводит дальнейшие работы по оценке 4-ой (в пределах горного отвода АЛРОСА-Нюрба) и 5-ой (за пределами горного отвода АЛРОСА-Нюрба) очередей россыпи Нюрбинская, ожидаемый прирост запасов по которым превышает 10 млн карат.

Корчагина Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ
ГАЗИМУРО-НЕРЧЕНСКОГО ПРОМЫШЛЕННО-СЫРЬЕВОГО УЗЛА

Стратегией развития геологической отрасли до 2030 года минерально-сырьевые центры (МСЦ) программно-целевого планирования ГРП рассматриваются как совокупность разрабатываемых и планируемых к освоению месторождений и перспективных площадей, связанных общей существующей и будущей инфраструктурой, которые отличает три базовых критерия выделения и территориального разграничения: комплексность освоения МСБ, общность социально-экономической инфраструктуры, наличие отвечающих масштабу МСБ транспортных баз грузопотоков. Критерии конкретизируются геологическими, минерально-сырьевыми, экологическими, экономическими и другими показателями с разделением выделяемых перспективных территорий на геолого-экономические районы (ГЭР), горно-промышленные районы (ГПР) и промышленно-сырьевые узлы (ПСУ).

Восточное Забайкалье характеризует отчетливо выраженная поликомпонентная минерально-сырьевая специализация по важнейшим стратегическим полезным ископаемым, месторождения которых составляют фонд недропользования федерального значения. Разрабатываются месторождения урана, золота, полиметаллов; подготавливаются к промышленному освоению крупные объекты молибдена, развивается новый свинцово-цинковый комбинат на месторождении Нойон-Тологой. Серьезным препятствием более интенсивного освоения и развития МСБ кластера – является отсутствие металлургических предприятий при значительной удаленности от действующих. Решение проблемы связывается с приданием Восточному Забайкалью статуса «территории опережающего развития», ориентированной на добычу и переработку сырьевых ресурсов при строительстве Забайкальского территориального горно-металлургического комплекса с реализацией инвестиционных проектов по черным, цветным и благородным металлам.

Основным элементом программно-целевого планирования ГРР по развитию МСБ рассмотрен геолого-экономический район (ГЭР) в составе МСЦ, отвечающий сырьевому единству рудного района с возможностью выделения совокупности промышленно-сырьевых узлов (ПСУ) взаимосвязанных горных предприятий. В пределах Восточно-Забайкальского МСЦ выделено три ГЭР – Юго-Западный, Северо-Восточный и Приграничный с шестью сырьевыми узлами. Приоритетным для целевого планирования является Приграничный район с основными промышленными узлами – урана и полиметаллов (Краснокаменский), железных руд, меди, полиметаллов, золота и молибдена (Газимуро-Нерчинский).

Приграничный геолого-экономический район охватывает крайний юг и юго-восток Забайкальского края вдоль государственной границы Российской Федерации от Юго-Западного района на западе до замыкания МСЦ на востоке.

Газимуро-Нерчинский ПСУ располагается на территории Газимуро-Заводского, Нерчинско-Заводского, и, частично, Александрово-Заводского и Калганского муниципальных районов. До середины 90-х годов экономическое развитие этих районов было связано с работой Нерчинского полиметаллического комбината. Комитетом по делам Федерации и региональной политики в 2011 г. в рамках реализации Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года, был рассмотрен план создания на этой территории зоны опережающего развития – Забайкальского территориального горно-металлургического комплекса. Её выделение обусловлено реализацией ряда значительных инвестиционных проектов в сфере добычи и переработки минеральных ресурсов. При этом главной специализацией зоны предусматривается добыча и переработка руд железа, цветных (медь, свинец, цинк, молибден) и благородных металлов.

Кошкарев Д.А. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО))
ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ
МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАК ПОИСКОВЫЙ ПРИЗНАК ЛОКАЛЬНЫХ
КИМБЕРЛИТОВМЕЩАЮЩИХ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ УЗЛОВ

Длительный период поисков, разведки коренных месторождений алмазов на территории Западной Якутии обозначил проблему их локального прогноза, требующую развития и совершенствования прогнозно-поисковой базы. Одним из возможных путей для решения этой задачи является анализ тектонического положения кимберлитовых тел, а также изучение минеральных и геохимических изменений околотрубочного комплекса вмещающих пород.

Для разработки обозначенных выше прогнозно-поисковых критериев и признаков были проведены исследования, направленные на геохимическую типизацию вторичной гидротермальной минерализации тектонических структур, вмещающих трубку Нюрбинская и расположенных за ее пределами (в чистых карбонатных породах, вблизи дайковых тел и

др). Исследования были выполнены в рамках комплексных работ как локального плана – создание структурно-вещественных моделей известных месторождений, так и общего – изучение тектоники и вещественных особенностей пород кимберлитового поля в целом.

Реперным гидротермальным минералом был выбран кальцит, как наиболее широко распространенный минерал трещинных систем Накынского поля. Установлено, что каждая из рудовмещающих разломных систем тр. Нюрбинская (Ботуобинская, Диагональная и Широкая) имеют свои специфические изотопно-геохимические характеристики кальцитов. Так, Диагональный разлом характеризуется кальцитами с повышенными содержаниями лантанид-цериевой группы элементов, при фоновом содержании хрома и никеля. Зоне Ботуобинского разлома соответствуют участки с кальцитами обогащенных хромом, никелем и с повышенным содержанием HREE. Широкому разлому соответствует зона распространения кальцитов с La+Ce+Cr+Ni+HREE геохимической спецификой (данные ISP-MC).

Полученные изотопные соотношения кислорода и углерода в кальцитах показали, что наиболее близкие отношения к таковому из кимберлитов, устанавливаются по зоне Широкого и Ботуобинского разломов. При этом, наиболее «кимберлитовые» изотопные отношения отмечаются в юго-западных сегментах указанных разломов, относительно тр. Нюрбинская. В зоне Диагонального разлома подобные гидротермальные образования не устанавливаются. Часть кальцитов из зоны диагонального разлома характеризуются аномально низкими значениями $\delta^{13}\text{C}$ – до -15.97‰, при относительно высоких значениях $\delta^{18}\text{O}$ – до 21.86‰. Т.е. данные кальциты значительно обогащены органомной CO_2 , но имеют высокую температуру минералообразования. Таким образом, по изотопным значениям в карьерном поле тр. Нюрбинская устанавливаются два сектора, отличающихся по изотопным характеристикам.

Другой особенностью описываемого разломного узла является дискретность проб с аномальными содержаниями реперных элементов (La, Ce, Pr, Nd, Cr, Ni), в изученных геохимических зонах вероятность обнаружения «поисковых» кальцитов составляет 40–50%. При присутствии искомого кальцита, реперными элементами обычно обогащены все разности – жеодовый, пленочный, прожилковый. Содержание реперных элементов в кальцитах снижается к краевым частям узла, но прослеживается на расстоянии до 400 м по отдельно взятому сегменту разлома от точки пересечения рудовмещающих трещинных структур. Следовательно, изотопно-геохимические особенности гидротермальных кальцитов правомерно использовать для идентификации (поисков) потенциально кимберлитовмещающего разломного узла.

Следует отметить, что в пределах Накынского поля кальциты аналогичные описываемым установлены только в 3 поисковых скважинах из 37 исследованных. Из них две скважины вскрывают единую тектоническую структуру благоприятную, по мнению автора, для внедрения кимберлитов.

**Крук Н.Н., Борисенко А.С. (ИГМ СО РАН, НГУ), Ярмолук В.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН),
Наумов Е.А., Лебедев В.И. (ИГМ СО РАН, НГУ), Козловский А.М. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
НОВЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

В настоящее время дальнейшее развитие металлогенических исследований и разработка корректных критериев прогноза и поисков рудных месторождений определяются тремя основными подходами:

- 1) использованием современных методов геохимических, изотопно-геохимических и изотопно-геохронологических методов изучения геологических объектов;
- 2) использованием современных методов обработки и визуализации информации, позволяющих систематизировать большие объемы разноплановой информации;
- 3) построением генетических моделей наиболее перспективных типов рудных месторожде-

ний с использованием новых, современных парадигм и достижений в области геодинамики, петрологии, термодинамики и других направлений геологии и смежных областей науки.

Так комбинация различных методов изотопного датирования (Ar-Ar, U-Pb и Re-Os) позволяет проводить надежные корреляции формирования наиболее перспективных рудных объектов с конкретными проявлениями эндогенной активности (магматическими комплексами), а изучение особенностей изотопных систем (Pb, S, Sr, Nd, Os и др.) – определить источники рудного вещества и причины его концентрации. Использование ГИС-технологий позволяет анализировать пространственно-временную зональность оруденения в пределах крупных геологических структур, проводить региональные корреляции. Создание генетических моделей рудно-магматических систем дает возможность реконструировать главные факторы формирования крупных месторождений, а использование новых парадигм приводит к выделению новых типов рудных провинций со специфической металлогенией.

В докладе приводятся результаты использования перечисленных выше подходов на примере Монголо-Охотского пояса и ряда крупных изверженных провинций Азии (Сибирской, Таримской и Эмейшаньской).

Для Забайкалья обоснованы возрастные границы двух высокопродуктивных этапов рудообразования (165–155 и 150–145 млн лет) и выделен новый этап с возрастом 130–125 млн лет. Установлены латеральные вариации возраста оруденения, связанные с особенностями закрытия Монголо-Охотского океана. Доказано, что нетрадиционные для Восточного Забайкалья раннемеловые (130–125 млн лет) золоторудные месторождения, совместно с флюоритовыми и Мо-U, образуют самостоятельный рудный комплекс, что позволяет выделить и в Восточном Забайкалье ряд перспективных площадей для их прогноза и поисков.

Для крупных изверженных провинций (LIP) установлено развитие своеобразного комплекса оруденения, включающего магматогенный Cu-Ni-Pt и Fe-Pt; гидротермальный Ni-Co-As ($\pm$ Ag, U, Au), Au-As, Ag-Sb, Au-Hg, Sb-Hg и стратиформный Cu типы. Для таких провинций характерны ареально-очаговый характер размещения оруденения и зональное распределение разных типов оруденения относительно центров LIP с приуроченностью магматогенного Cu-Ni-Pt, Fe-Pt и стратиформного Cu(Co) оруденения к их центрам, а гидротермального – к периферическим зонам. Установлена синхронность формирования каждого из типов оруденения в ареалах крупных магматических провинций, а также временная сопряженность Cu-Ni-Pt, Ni-Co-As и Au-As в разных зонах LIP; выявлена отчетливая корреляция разных типов оруденения с определенными этапами проявления базитового, щелочно-базитового и гранитоидного магматизма, что полностью соответствует моделям эволюции корово-мантийного магматизма LIP. Выявленные особенности локализации оруденения могут явиться основой для разработки комплекса геологических, магматических, литологических и геохимических региональных и локальных критериев прогноза и оценки перспектив выявления новых промышленных объектов в пределах крупных изверженных провинций.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИГМ СО РАН (проекты 0330-2016-0001 и 0330-2016-003).

Кузнецов С.К., Майорова Т.П., Сокерина Н.В., Филиппов В.Н. (ИГ Коми НЦ УрО РАН) ЗОЛОТОНОСНОСТЬ МАНИТАНЫРДСКОГО РАЙОНА ПОЛЯРНОГО УРАЛА

В Манитанырском районе Полярного Урала известны золотосульфидные проявления, локализованные в породах бедамельской и енганепэйской свит рифейско-вендского возраста, представленными преимущественно эффузивами основного, среднего, реже кислого состава, туфами, ортосланцами. Из интрузивных образований отмечаются небольшие единичные тела гранитов и гранодиоритов, относящиеся к позднерифейскому нияюскому комплексу. Шире распространены габбро, габбро-долериты леквожского комплекса раннего ордовика, образу-

ющие силлы и дайки северо-восточного простираия в вулканогенно-осадочных и осадочных породах. Характерны крупные разрывные нарушения северо-восточного простираия, заложение которых, вероятно, произошло в конце кембрия с последующим подновлением в послеордовикское время. К этим нарушениям приурочены зоны интенсивного расщепления и дробления пород, особенно пород бедамельской свиты. Все породы района претерпели региональный метаморфизм, отвечающий средней субфации зеленосланцевой фации. Основными рудоконтролирующими структурами являются разрывные нарушения северо-восточного простираия.

Выделяется Нияюское рудное поле, в пределах которого находятся Верхняяюское-2, Верхняяюское-1, Нияхойское-1, Нияхойское-2, Верхнекекелецкое, Ягодное рудопоявления. Золотосульфидная (пирит-арсенопиритовая) минерализация связана с кварцевыми жилами, либо развивается относительно обособлено от них, образуя в породах тонкие прожилки и вкрапленность. Руды сложены в основном арсенопиритом, пиритом, галенитом, халькопиритом, сфалеритом. В качестве элементов-примесей в сульфидах обнаруживаются селен, торий, палладий, никель. Для галенита характерна примесь висмута. Присутствуют редкие минеральные фазы, в частности, фрейбергит, ауристобит, самородный висмут. Золото наблюдается в виде включений в сульфидах или в сростках с ними. Основными элементами-примесями в золоте являются серебро и ртуть. Широко развиты вторичные минералы: скородит, ковеллин, борнит, халькозин, церуссит, англезит.

Формирование золоторудной минерализации Манитаньрдского района обусловлено проявлением гидротермальных процессов, связанных, вероятнее всего, с активизацией магматической деятельности в позднем рифее и, возможно, в ордовике. Выделяются две стадии минералообразования: ранняя – золото-пирит-арсенопиритовая и поздняя – золото-галенит-халькопирит-сфалеритовая. Золото ранней стадии представлено относительно изометричными субмикронными выделениями в пирите и арсенопирите. Золото поздней стадии находится в тесной ассоциации с галенитом, халькопиритом, сфалеритом и часто развивается по трещинам, секущим зерна пирита и арсенопирита. В отличие от золота ранней стадии оно во многих случаях более крупное и низкопробное вследствие высокого содержания серебра. Нередко встречаются частицы, в составе которых содержание серебра выше, чем золота и достигает 60 мас. %, в таком золоте почти всегда присутствует ртуть в количестве до 3.6 мас. %. Можно выделить серебристое, серебристо-ртутистое золото, золото-серебряные сплавы, электрум, кюстелит.

Результаты поисковых и тематических работ, выполненных в Манитаньрдском районе ЗАО МИРЕКО, ЦНИГРИ, Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН, свидетельствуют о целесообразности проведения дальнейших более детальных поисковых работ, включая прослеживание и оконтуривание рудных зон на слабо изученных участках, бурение скважин. Могут быть открыты небольшие месторождения, представляющие промышленный интерес.

Куликов Д.А., Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ МСБ АБЦМ В УДАЛЕННЫХ РАЙОНАХ

Проанализирована себестоимость электроэнергии, получение которой предусматривается дизельными электростанциями в экономически неосвоенных районах. Дополнительно приведен анализ использования централизованного энергоснабжения и альтернативного решения – атомных станций малой мощности.

В основу расчетов положены данные технико-экономических обоснований временных и постоянных разведочных кондиций, и технических проектов разработки по месторождениям благородных и цветных металлов, выполненные как ЦНИГРИ, так и другими организациями

за разные годы (с 2005 по 2016 гг.) с приведением затрат к настоящему времени с использованием соответствующих индексов-дефляторов.

Ориентировочная оценка показывает, что в диапазоне часто встречающейся на горно-рудных проектах производительности (от 0,1 до 1,0 млн т/год) установленную мощность электрооборудования следует рассматривать от 4–5 до 15–18 МВт.

В калькуляции себестоимости электроэнергии, вырабатываемой ДЭС, учтены затраты на дизельное топливо, необходимое для их работы, вспомогательные материалы, транспортно-заготовительные расходы, заработная плата рабочих, обслуживающих ДЭС, с соответствующими начислениями, амортизационные отчисления, ремонт и содержание ДЭС.

Стоимость ДЭС суммарной мощностью 5 МВт по состоянию на конец 2017 г. ориентировочно составляет 500–550 млн руб. Себестоимость электроэнергии, вырабатываемой дизельными электростанциями, колеблется в диапазоне от 15 руб./кВт.ч до 22 руб./кВт.ч без учета НДС и от 17,7 руб./кВт.ч до 26,0 руб./кВт.ч с учетом НДС. Наибольший удельный вес в себестоимости электроэнергии, вырабатываемой ДЭС, имеют затраты на дизельное топливо ~60%. Некоторая разница в себестоимости объясняется, в основном, разным размером транспортно-заготовительных расходов, который может колебаться от 20 до 35%.

Месторождение Кючус. Согласно оценке ЦНИГРИ для энергообеспечения месторождения золота Кючус необходимо 10–15 МВт электрической мощности.

Суммарные годовые эксплуатационные затраты на выработку электроэнергии ДЭС составят: для открытой отработки 1685 млн руб., подземной – 938 млн руб.

Расстояние (кратчайшее) от существующей ЛЭП до месторождения Кючус составляет 640 км. Исходя из усредненных данных, новостные выпуски и ТЭО, стоимость строительства 1 км ЛЭП 220 кВ ориентировочно можно оценивать на уровне 35–37 млн руб., ЛЭП 110 кВ – на уровне 25–27 млн руб. Соответственно капитальные затраты на строительство ЛЭП напряжением 110 кВ составят не менее чем 16 млрд рублей, 220 кВ – не менее 22,4 млрд рублей.

Альтернативный вариант энергообеспечения месторождения Кючус оценен при использовании атомных станций малой мощности. Затраты на использование совокупности необслуживаемых установок 4 класса до 1 МВт (Елена), при стоимости 3 млрд за 1 МВт (согласно параметрам установки), составят 30–45 млрд рублей. Исходя из указанной выше оценки по энергообеспечению (10–15 МВт) требуется энергетическая установка мощностью 2 класса – 10–50 МВт. (КЛТ-40С, РИТМ-200, Карат-45) или две-три установки мощностью 3 класса – 1–10 МВт (АБВ-6Э, ШЕЛЬФ, УниTERM). Примером будущего использования установки КЛТ-40С для энергетического обеспечения является ПАТЭС «Академик Ломоносов», планируемая к размещению в г. Певек. Стоимость ПАТЭС и береговой инфраструктуры по оценке (Коммерсант) на начало 2017 г. составила 21,7 млрд руб. и к окончанию строительства может возрасти до 28,7 млрд руб.

Таким образом наиболее предпочтительным для освоения месторождения Кючус является ДЭС.

**Лакутин А.О. (АО «СНИИГГиМС»), Сенкевич В.С. (АО «Сибирское ПГО»)
ПРЕДЛОЖЕНИЯ К СОПРОВОЖДЕНИЮ ТЕМАТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО СИБИРСКОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ АО «СИБИРСКОЕ ПГО»
С ЦЕЛЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПРОГРАММ
ОБЪЕДИНЕНИЙ АО «РОСГЕОЛОГИЯ» И СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ ПО ТПИ**

Основная цель работ:

Выявление объектов для перспективных программ объединений АО «Росгеология» и создание базы данных по ТПИ.

Принципиальные задачи:

Создание ГИС-проекта с предоставлением информации и карт (обзорная геологическая, металлогенического районирования и полезных ископаемых, распределенного фонда, инфраструктуры, изученности, структурно-формационная и др.).

Создание и ведение базы данных ТПИ (актуализация существующих БД ТПИ подразделений АО «РОСГЕО»)

Выявление объектов для перспективных программ объединений АО «Росгеология» на основе анализа минерально-сырьевых и экономических характеристик недр.

Актуальность работы по формированию программы перспективных объектов:

Создание собственного инструмента АО «Росгеология» для работы с большим объемом материалов по объектам.

Сбор, сведение и обработка данных в едином формате.

Системный подход в обработке и предоставлении данных.

Единое восприятия большого объема информации и набора данных.

Оперативный анализ и работа с информацией.

Необходимая оснащенность современным программным обеспечением.

Необходимые мероприятия для выполнения поставленных задач:

Актуализация информации существующего ГИС-проекта.

Развитие ГИС-проекта и электронных баз данных.

Интеграция ГИС-проекта и баз данных в единую информационную систему принятия решений.

Мониторинг и обновление информации в базе данных по состоянию минерально-сырьевой базы (лицензии, недропользователи и пр.).

Выделение перспективных объектов, их геолого-экономическая оценка и рекомендации по дальнейшему развитию.

Сотрудничество с тематическими группами подразделений АО «Росгеология» и отраслевых институтов для **обозначения площадей перспективных на стратегически важные и ликвидные ТПИ**. Разработанные средства ГИС-интерфейса, интегрированные с базами данных, должны позволять оперативно анализировать ситуацию, обеспечивать подготовку отчетов, включающих фрагменты карт и таблицы, характеризующие исследуемые участки региона. Компиляция данных и геоинформационных слоёв должна позволять в полуавтоматическом режиме готовить предложения по новым перспективным объектам работ, включая их геологическое и экономическое обоснования, проверку корректности границ (не попадание в ООПТ и горные и геологические отводы действующих лицензий), определение инфраструктурной обеспеченности района работ.

**Мальцев М.В. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО)),
Толстов А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО))**
**УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И КРИТЕРИИ ПОИСКОВ КИМБЕРЛИТОВ
(НА ПРИМЕРЕ ЫГЫАТТИНСКОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА,
ЗАПАДНАЯ ЯКУТИЯ)**

За последние десятилетия в России не было открыто крупных месторождений алмазов, и это связано, в первую очередь, с усложнением геологических условий поисков. Территории закрыты мощной толщей перекрывающих осадков, неинформативных при применении шлихового опробования; площадное развитие траппового магматизма, в пределах которого дистанционные методы малоинформативны. На этой территории с 1982 по 1996 год были выполнены большие объемы геологоразведочных работ, в ходе которых подтверждены перспективы коренной алмазности этого района, однако они были прекращены без значимого результата. Несмотря на это в 2015 году при заверке магнитной аномалии Т-54, выделенной геофизиком М.Покровским, в Ыгыаттинском алмазном районе геологами АЛРОСА выявлено новое кимберлитовое тело, входящее в Сюльдюкарское поле, что повысило актуальность прогнозирования и поисков новых месторождений алмазов на Вилуй-Мархинском междуречье.

Важную роль при опосковании территорий на алмазы имеет стадийный подход к проведению поисковых работ. Исходя из практики работ, сложившейся в ГРК АЛРОСА необходимы опережающие геофизические работы с уточнением особенностей структурно-тектонического строения площади, выделением узлов пересечения тектонических систем, благоприятных для проявления кимберлитового магматизма. В пределах пересечения (узлов) разноориентированных разрывных нарушений в Мирнинском, Накынском, Алакит-Мархинском, Далдынском и других полях месторождения алмазов расположены именно в таких участках.

За последние десятилетия в ходе выполнения ГРП в пределах Ыгыаттинского алмазного района были установлены прямые поисковые признаки (наличие высококонтрастных ореолов ИМК, алмазы). В пределах Вилуй-Мархинского междуречья прогнозируется ряд кимберлитовых полей, Кютерское, Ыгыаттинское и Утунинское и др. Общим для кимберлитовых полей в пределах района является их приуроченность к Вилуйско-Мархинской системе глубинных разломов с-с-в ориентировки, в которой выделяются западная и восточная ветви. Значительная часть площади Сюльдюкарского кимберлитового поля по условиям ведения поисков относится к сложным геологическим условиям и является закрытой для поисков кимберлитовых тел. Среди перекрывающих образований развиты терригенные отложения верхнего палеозоя, аллювиальные и озерно-болотные отложения, толщи базальтов. Однако при этом основным методом поисков остается шлихоминералогический, базирующийся на опробовании базальных отложений с локализацией ореолов индикаторных минералов кимберлитов (ИМК). При наличии в разрезе перекрывающих морских отложений, неинформативных в поисковом плане, для опробования маломощных базальных отложений требуется наработка большого объема крнового материала.

Перспективы открытия новых коренных месторождений алмазов, по нашему мнению, связаны с Вилуй-Мархинской минерагенической зоной, картируемой зоной глубинных разломов, в границах алмазных районов. К примеру, в пределах Ыгыаттинского алмазного района наиболее интересной является территория Сюльдюкарского кимберлитового поля, где ожидаются новые открытия. Для этого необходимо дальнейшее его опоскование геолого-геофизическими методами, изучение петрографии кимберлитов нового тела, а также ранее выделенных ореолов ИМК, одним из которых является ореол ближнего сноса Хатырык. Полученные результаты приведут к открытию новых месторождений алмазов на Вилуй-Мархинском междуречье.

Мансуров Р.Х. (ФГУП ЦНИГРИ)
ТИПЫ КРУПНООБЪЕМНЫХ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НА ЕНИСЕЙСКОМ КРЯЖЕ

Месторождения золото-сульфидного типа Енисейского кряжа представлены такими уникальными и крупными объектами, как Олимпиадинское, Ведугинское, Попутнинское, Боголюбовское месторождения. Они обладают рядом специфичных особенностей, среди которых выделяются существенно золото-сульфидный прожилково-вкрапленный характер руд, большие объемы и запасы руд и металла. Золотоносность руд сульфидных зон месторождений определяется постоянным и сравнительно невысоким по концентрации содержанием золота в рудных минералах. Главными носителями золота выступают арсенопирит, пирит.

Автором, с учетом данных С.С.Сердюка (Сердюк, 2004, 2006; Сердюк, Кириленко, 2013), выделяется несколько типов крупнообъемных золото-сульфидных объектов, характеризующихся собственными геологическими особенностями.

Олимпиадинский тип характеризуется локализацией в углеродсодержащем существенно карбонатном комплексе и имеет тесную пространственную связь с интрузивами татарско-аяхтинского комплекса, локализуясь в провисе кровли гранитоидного массива. Тип характеризуется приуроченностью к областям совмещения хлорит-серицитовый и эпидот-амфиболитовой субфаций зеленосланцевой фации регионального метаморфизма. Руды обладают комплексным составом: на рассеянные вкрапленные руды с низкими средними содержаниями золота наложены высокопродуктивные золото-арсенопирит-пиритовые руды с примесью антимонита.

Попутнинский тип в отличие от большинства объектов Енисейского кряжа характеризуется строгой пространственной связью с поясами ультрабазитов и базитов и локализацией в углеродсодержащем вулканогенно-карбонатно-терригенном комплексе. Оруденение приурочено к экзо-, реже к эндоконтактам тел ультрабазитов и базитов. Золотая минерализация приурочена к золото-сульфидным субсогласным минерализованным зонам рассеянных прожилково-вкрапленных руд с секущими и субсогласными золото-кварцевыми телами.

Ведугинский тип отличается отсутствием установленной связи с интрузивными образованиями. В отличие от остальных типов не характерно наличие четко выраженной этапности формирования руд и наложения поздней кварцевой жильно-прожилковой минерализации. Руды образуют субсогласные минерализованные зоны прожилково-вкрапленных руд.

Южный (чиримбинский) тип характеризуется локализацией в углеродсодержащем терригенно-карбонатном комплексе и, так же, как и ведугинский тип, не находит установленной связи с интрузивным магматизмом. Главными характерными признаками этого типа являются локализация в верхах разреза сухопитской серии среднего рифея (свиты аладынская и карточки), существенно карбонатный состав вмещающих отложений, широко проявленная железо-магнезиальная карбонатизация.

Перспективы выявления новых крупнообъемных золото-сульфидных месторождений в углеродисто-карбонатно-терригенных комплексах Енисейского кряжа обусловлены следующими факторами:

1) выявлением крупных гидротермально-осадочных систем с существенно золото-сульфидной вкрапленной минерализацией в кординско-удерейской части сухопитской серии в ассоциации с ареалами массивов гранитоидов (олимпиадинский тип), поясов ультрабазитов и базитов (попутнинский тип) и в погоруйско-потоскуйской части сухопитской серии с отсутствием видимой (или весьма отдаленной) связи с магматическими комплексами (ведугинский, южный типы).

2) исследованием уже выявленных золото-кварцевых жильно-прожилковых систем с целью локализации «раннего» этапа для выявления промышленных крупнообъемных золото-сульфидных месторождений.

Мельников А.В. (ИГиП ДВО РАН)
ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ОКТЯБРЬСКОГО РУДНОГО РАЙОНА
НА ПЛАТИНОИДНОЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ
(ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)

Оценка территории Октябрьского рудного района на медно-никелевое оруденение ранее не производилась вероятно, в связи с тем, что значительных проявлений меди и никеля здесь не выявлено (А.И.Лобов и др., 1993 г.). На попутную добычу платиноидов оценивались лишь только золотоносные россыпи. Прогнозные ресурсы платины в россыпях Октябрьского рудного района оценены в 2.5 т при средних содержаниях 0.5–1.0 г/м³ (А.В.Ложников, 1990 г.). При этом рудный потенциал платиноносности не оценивался.

В 2000 г. ФГУГП «Амургеология» произведена обработка данных геохимической съемки по потокам рассеяния масштаба 1:200 000 (В.В.Домчак и др., 2002 г.). При этом оценены прогнозные ресурсы золото-медно-порфирового, медного и медно-никелевого оруденения Октябрьского рудного района. Ниже рассмотрены перспективы выявления и возможный тип платиноидного медно-никелевого оруденения.

Прогнозируемое нами комплексное медно-никелевое с кобальтом оруденение, по данным ФГУГП «Амургеология», сосредоточено в нескольких аномальных геохимических полях ранга рудного поля (с запада на восток): Усть-Депском, Аякском, Гарьском, Октябрьском, Нижнегарьском, Орловском, входящих в состав аномальных геохимических полей ранга рудных узлов. На наш взгляд, они располагаются в пределах единой рудоносной зоны северо-западного простирания длиной около 100 км при ширине 20–50 км, названной нами Гарьской. Общие прогнозные ресурсы Октябрьской зоны оцениваются ФГУГП «Амургеология» по категории Р₃: никеля – 400 тыс. т, меди – 73 тыс. т, кобальта – 45 тыс. т.

В пределах рудоносной зоны в 2002–2015 гг. институтами АмурКНИИ и ИГиП ДВО РАН был выявлен ряд мелких проявлений меди и никеля. Наиболее широко они развиты в пределах Усть-Депского, Аякского и Гарьского потенциальных рудных полей. В Усть-Депском рудном поле нами выявлены обломки вкрапленных сульфидных медно-никелевых руд (рудопроявления Золотое, Смольное, Лиственитовое). Эти поля являются первоочередными для постановки поисковых работ на платиноидное медно-никелевое оруденение.

Схема подсчета прогнозных ресурсов платинометального оруденения аналогична подсчету ресурсов никеля, меди и кобальта. За основу принят объем рудных тел, подсчитанный для выделенных потенциальных рудных полей. Удельный вес руд принят 3.5 г/см³. Среднее содержание Pd и Pt в рудах оценивается с учетом их соотношения в рудах проявления Золотого (Pd/Pt=0.7). Содержание платины принято с определенной долей условности в 0.7 г/т, палладия – 1.0 г/т. Отсюда следует, что прогнозные ресурсы платины в пределах Октябрьской рудоносной зоны по категории Р₃ составят 15.6 т, палладия – 23.4 т.

Для подсчета прогнозных ресурсов платиноидов в россыпях предполагается, что платиноидное медно-никелевое оруденение Октябрьской зоны сэродировано примерно на 30%. В этом случае ресурсы разрушенной части оруденения составят 7.0 т Pd и 5.0 т Pt. Опыт прогнозирования россыпных месторождений платиноидов на Чукотке и Хабаровском крае показывает, что в россыпи переходит порядка 20% платиноидов. Отсюда следует, что прогнозные ресурсы платины в россыпях Октябрьской зоны составляют 1.4 т. Ресурсы Pd в россыпях не оцениваются ввиду того, что минералы этого элемента в россыпях данной зоны не выявлены. Последнее можно объяснить как меньшим удельным весом минералов палладия по отношению к минералам платины, так и трудностью диагностики минералов палладия в россыпях. Наиболее перспективными на поиски россыпных месторождений платины являются долины рек Гарь, Гарь-1, Гарь-2, Джелтулак, Орловка, ручьев Золотой, Смольный, Багано, Платиновый, Каракатица, Весенний, Широкий и др.

Минин А.Н., Рябошапка А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛИХО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА
В УСЛОВИЯХ ШИРОКОГО РАЗВИТИЯ ЭЛЮВИАЛЬНО-ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА (ЛРРУ)
РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ)

Применение исследуемого метода проводилось на хорошо изученной территории, Лебединского рудно-россыпного узла, сформировавшегося в эпоху мезозойской тектонической активизации Алданского щита. Данная территория характеризуется слабой обнаженностью и широким развитием элювиально-делювиальных отложений. В таких условиях шлихо-минералогический метод может являться наиболее информативным на первых стадиях поисковых работ.

Цель работы заключается в проверке эффективности шлихо-минералогического метода при поисках месторождений золото-сульфидно-кварцевой формации различных структурно-морфологических типов (залежей, минерализованных зон, жил и др.), перекрытых элювиально-делювиальными отложениями мощностью более 1 м.

Для прогнозирования скрытого золотого оруденения в условиях ЛРРУ на нескольких участках, расположенных в пределах выделенных ранее рудных полей (Колтыкон-Самодумовском, Орто-Сала-Верхнекуранахском и Малокуранахском), были опробованы ранее пройденные поисковые канавы, вскрывшие золоторудные зоны различной мощности и морфологии. Опробование проведено по шести бульдозерным канавам (профилям) длиной от 100 до 360 м. Основной профиль пройден в пределах Колтыкон-Самодумовского рудного поля по канаве БК-126, вскрывшей субвертикальную сиенит-порфировую золоторудную зону Мятёжная мощностью более 30 м (по бортовому содержанию Au – 1,0 г/т) и пластовое тело ортофинов. В бортах канав, вскрывающих как субвертикальные, так и субгоризонтальные минерализованные зоны, проходились расчистки с шагом 10 м в районе пересечения рудоносных зон и с шагом 20 м на их флангах. Расчистки (или врезки) в борту канав пройдены глубиной около 0,4–0,5 м и шириной около 1,0 м на всю высоту борта с углубкой в плотик (в случае если плотик разборный) на глубину 0,5–0,7 м для получения представительного объема рыхлого материала. Глубина (длина) расчисток, с учетом углубления в плотик, составляла 2,5–3,0 м (от земной поверхности). Всего осуществлена проходка 72 расчисток общей глубиной 170 пог. м.

Из каждой расчистки проводился отбор шлиховых проб с глубины 1 м и с плотика объемом одна ендовка (0,02 м³) с последующей промывкой и изучением шлихов. Шлиховая проба промывалась на месте до серого материала с дальнейшей доводкой и оперативным подсчетом количества золотин под биноклем. Самородное Au в шлихах имеет неравномерное распределение, как по латерали, что является вполне ожидаемым, так и в вертикальном разрезе. Установлено, что по некоторым сечениям количество золота с глубиной снижается, а по другим наоборот возрастает, причем существенно.

В шлиховых пробах, отобранных из расчисток с глубины 1 м, по сравнению с пробами, отобранными с приплотиковой части, доля сростков золота с минералами вмещающих пород уменьшается в шлихах, отобранных с глубины 1 м, и составляет порядка 5–15%. Появляется большее количество золота со слабыми следами окатанности. Данный факт подтверждает некоторое смещение шлихового золота от коренного источника. В тоже время нахождение сечений непосредственно над рудными телами, в приплотиковой части, подтверждается морфологическими характеристиками выделенного самородного Au, среди которого значительная доля выделений (до 20%) приходится на сростки с кварцем и лимонитом, золото представлено в подавляющем большинстве частицами рудного облика, что свидетельствует об отсутствии значимых перемещений частиц самородного Au при формировании рыхлых отложений в этой части разреза.

Проведенные на площади ЛРРУ опытно-методические работы показали эффективность экспрессного шлихоминералогического метода при поисках месторождений золото-сульфид-

но-кварцевой формации различных структурно-морфологических типов (залежей, минерализованных зон, жил и др.), перекрытых элювиально-делювиальными отложениями мощностью более 1 м.

Изучение шлихоминералогических проб по линии расчисток БК-126 показало представительность нижнего уровня элювиально-делювиальных отложений (зона разборного плотика) и слабую информативность проб с глубины 1 м. Используемый метод может эффективно применяться для качественного выделения рудных зон. Для определения геолого-генетической природы золотого оруденения требуется изучение типоморфных признаков отдельных минералов-индикаторов (гематит, пирит и другие сульфиды).

Выполненный анализ данных по особенностям распределения шлихового золота в пределах ЛРРУ позволил разработать комплекс характеристик самородного золота в качестве прогнозно-поисковых признаков с целью локализации наиболее перспективных участков для постановки ГРР на рудное золото.

При помощи данной методики на территории ЛРРУ Центрально-Алданского рудного района ФГУП ЦНИГРИ в 2013–2015 гг. были спрогнозированы, а затем вскрыты траншеями и скважинами золоторудные зоны и жилы, оценены их прогнозные ресурсы.

Стоит отметить что применение данного метода на изучаемой территории имеет ряд осложняющих факторов.

Четкая фиксация зон развития золоторудной минерализации может производиться только при наличии аномальных значений количества знаков самородного Au в пробах, отобранных на нижнем уровне элювиально-делювиальных отложений (зона разборного плотика).

Аномально большое количество мелких, часто не учтенных ранее, золоторудных объектов различной морфологии, которые являются продуцентами «побочных» шлиховых ореолов золота, что затрудняет интерпретацию данных получаемых при шлиховом опробовании.

Шлейф смещения аномалий будет распространяться по направлению уклона местности, а удаленность его смещения от золоторудной зоны определяется углом наклона склона и мощностью рыхлых отложений. В этом случае шлиховые аномалии золота будут фиксироваться на более высоких уровнях разреза делювиальных отложений.

Также не решенным остаётся ряд вопросов, касающихся интерпретации выявляемых шлиховых ореолов золота, в частности зависимости их формы и параметров от морфологии золоторудных объектов – коренных источников и, соответственно, достоверности прогноза последних под чехлом рыхлых отложений.

**Наумов Е.А., Калинин Ю.А., Борисенко А.С., Ковалев К.Р.,
Травин А.В. (ИГМ СО РАН, НГУ)**

МЕТАЛЛОГЕНИЯ И ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА

Центрально-Азиатский складчатый пояс содержит значительное количество золоторудных месторождений, в том числе крупные и уникальные объекты: Мурунтау (Узбекистан), Кумтор (Киргизия), Бакырчик (Казахстан) и ряд более мелких, но важных в промышленном отношении объектов. Изучение генезиса, возрастных характеристик и связи оруденения с магматическими комплексами имеет важное значение не только в научном, но и в прикладном направлении. В последние годы авторами получено большое количество новых данных по различным золоторудным месторождениям и рудопроявлениям, преимущественно локализованным в углеродисто-терригенных толщах Восточного Казахстана, юга Западной Сибири, Монголии. Проведены детальные изотопно-геохронологические исследования, уточнена и конкретизирована схема развития оруденения и магматизма. В пределах этих регионов широко представлены вкрапленные золото-сульфидные руды в минерализованных углеродисто-терригенных породах тектонических зон и гнездово-прожилковые золото-сульфидные руды штокверного

типа в березитизированных плагиогранитах и габбро-диоритах. С целью выяснения возраста золоторудной минерализации нами было проведено $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирование гидротермально-го серицита (анализы выполнялись в ЦКП многоэлементных и изотопных исследований СО РАН, г. Новосибирск). Серицит для анализа отбирался из гнезд и прожилков в рудных залежах различных этапов рудоотложения и в минерализованных магматических породах. Возраст различных магматических образований, проявленных на месторождениях, определялся по цирконам U-Pb как с помощью SHRIMP (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург) так и LA-ICP-MS методов (ИГМ СО РАН).

В целом, на основе изотопно-геохронологических исследований в Центрально-Азиатском складчатом поясе обосновано выделение пяти этапов формирования золотого оруденения: *раннепалеозойский* (516–480 млн лет), *раннедевонский* (408–390 млн лет), *позднедевонский* (360–350 млн лет), *позднепалеозойский* (310–275 млн лет) и *раннемезозойский* (250–240 млн лет). Наиболее продуктивным из них является позднепалеозойский этап, с которым связан самый крупный в Евразии ареал развития золото-сульфидного оруденения. Он пространственно совпадает с ареалом магматизма Таримской крупной магматической провинции, а по возрасту эти типы оруденения синхронизированы с проявлениями внутримитического базитового, щелочно-базитового и гранитоидного магматизма и развитием крупных сдвиговых зон.

Полученные авторами результаты свидетельствуют, в частности, о сходстве металлогении юга Западной Сибири и Восточного Казахстана и единонаправленности эволюции процессов магматизма и рудообразования. Следует отметить, что в возрастном отношении рассмотренное масштабное золото-сульфидное оруденение коррелируются с аналогичным в структурах СЗ Китая и Средней Азии и укладывается в довольно узкий временной интервал 290...275 млн лет.

Выполнено в рамках госзадания (проект 0330-2016-0001), при поддержке РФФИ (грант 16-05-00353)

Никешин Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОИСКОВЫХ РАБОТ (НА ПРИМЕРЕ НОВОПЕТРОВСКОЙ КОЛЧЕДАНОНОСНОЙ ПЛОЩАДИ)

В 2015–2017 гг. в Республике Башкортостан осуществлялся бюджетный проект: «Поиски месторождений медноколчеданных руд в пределах Новопетровской площади». По результатам как ранее проведенных на площади поисковых работ, так и работ по реализации проекта, автором выполнены палеовулканические реконструкции, направленные на выделение рудо-контролирующих и рудовмещающих палеоструктур и отражение обстановок локализации золотосодержащих медно-цинковоколчеданных руд. Методика проведения палеовулканических реконструкций сложилась из многолетнего опыта прогнозирования и поисков скрытых медноколчеданных залежей в рудных районах Южного Урала при участии ЦНИГРИ. Одним из важных вопросов является последовательность использования методических приемов в ходе выполнения палеовулканических реконструкций. На Новопетровской площади она была следующая.

1. Сбор информации по геологическому строению изучаемого объекта со специализированной документацией керна скважин, построением колонок по ним и их корреляцией. В ходе этих работ устанавливаются: расчленение слагающих образований (с выделением вулканогенных толщ) и их разделением на подрудные, рудовмещающие и надрудные; литолого-фа-циальные особенности вулканитов; потенциально рудоносные экстрезивные и экстрезивно-субвулканические образования дацит-риодацитового состава; уровни рудолокализации, фиксированные зонами околорудных метасоматитов серицитолитовой формации, послойной вкрапленностью сульфидов, рудокластами. Применительно к Новопетровской площади в качестве рудоносной рассматривалась баймак-бурибаевская свита нижнего-среднего девона,

состоящая из пяти вулканогенных толщ, пятая из которых является рудовмещающей.

2. Составление геологических разрезов (поперечных и продольных) и планов разного масштаба с отражением вулканогенных толщ.

3. Составление схем палеовулканических реконструкций на время формирования каждой из толщ, включающих распределение в пространстве мощностей и литолого-фациальных разновидностей вулканитов, позволяющих выделить отрицательные (депрессии) и положительные (постройки) вулканические палеоструктуры и осуществить их реконструкцию с отражением обстановок локализации золотосодержащих медно-цинковоколчеданных руд.

По результатам проведения палеовулканических реконструкций (м-ба 1:25 000–1:10 000) выяснилось, что главной рудоконтролирующей палеоструктурой в пределах площади развития Новопетровского рудопоявления является монокристаллический палеовулкан, сложенный базальтоидами четвертой толщи баймак-бурибаевской свиты с ярко выраженной привершинной палеодепрессией. Последняя, выполненная вулканогенными и, отчасти, вулканомиктовыми образованиями пятой толщи, является главной рудовмещающей палеоструктурой Новопетровского рудопоявления, в пределах которой получили развитие два уровня оруденения. Как по объему золотосодержащих медно-цинковоколчеданных руд, так и их качеству, основным является верхний уровень, локализованный в интервале глубин 350–650 м, нижний уровень оруденения (на глубинах свыше 650 м) в пределах Новопетровского рудопоявления развит фрагментарно и имеет подчиненное значение. Палеодепрессия ограничена выступами кровли базальтов четвертой толщи, отвечающих куполовидным постройкам. В субмеридиональном направлении она имеет протяженность 1200 м при ширине 600–700 м.

**Плотинская О.Ю., Бондарь Д.Б. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
МОЛИБДЕНИТ ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАЛА:
ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Молибденит порфировых месторождений и рудопоявлений Урала был изучен при помощи рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и лазерным пробоотбором (LA-ICP-MS). Образцы молибденита для данного исследования были отобраны из медно-порфировых месторождений Михеевское (4 образца, 39 анализов), Вознесенское (3 образца, 11 анализов), Бенкалинское (1 образец, 4 анализа) и молибден-порфировых Верхнеуральское (3 образца, 18 анализов) и Талицкое (5 образцов, 66 анализов). РСМА проводился на микрозонде Cameca SX-100 в Музее естественной истории, Лондон, Великобритания (аналитик Дж. Спратт), также использовались данные из работ (Грабежев, 2013; Плотинская и др., 2015; Grabezhev, Voudouris, 2014 и др.). Анализ LA-ICP-MS проводился на квадрупольном масс-спектрометре Thermo Xseries с лазерной приставкой New Wave 213 в ЦКП «ИГЕМ-аналитика» (аналитик Абрамова В.Д.).

В молибдените из всех изученных объектов установлены заметные вариации содержания Fe, Cu, Re (до нескольких тысяч ppm), Zn, Se, Pb (до сотен ppm), W, V, Co, Ni, As, Ag, Cd, Te, Bi (до десятков ppm), Sb, Au, Hg, Tl (до первых ppm). Большинство элементов (Fe, Co, Cu, Zn, Ag, Sb, Te, Pb, Bi, Au, As и Se) образуют в молибдените микро- и наноразмерные минеральные включения, тогда как Re и W входят в молибденит в виде изоморфных примесей, хотя в отдельных случаях W входит в состав включений рутила.

Наиболее высокие содержания Re в молибдените установлены на медно-порфировых месторождениях, приуроченным к океаническим островным дугам: Михеевском (от 83 ppm до 1,34 мас. %, преобладают значения 680–1660 ppm) и Вознесенском (от 735 ppm до 1,1 мас. %, преобладают значения 1500–3000 ppm), а также на Верхнеуральском рудопоявлении (от 253 ppm до 0,81 мас. %, преобладают значения 410–1320 ppm). В молибдените Бенкалинского месторождения, которое приурочено к вулканической дуге андийского типа, содержания Re заметно ниже (от 364 до 744 ppm, преобладают значения 480–708 ppm). В молибдените Талицкого

месторождения содержания Re ещё более низкие (от 41 до 388 ppm, преобладают 85–136 ppm).

В молибдените Михеевского и Вознесенского месторождений содержания W не превышают 5–8 ppm, а в молибдените Талицкого месторождения преобладают значения 11–19 ppm, иногда, в случае включений W-содержащих минералов 200 ppm и более. Наиболее высокие содержания W характерны для молибденита месторождений, локализованных в крупных гранитоидных массивах: Верхнеуральского (до 194 ppm, преобладают 11–80 ppm) и Бенкалинского (29–77 ppm).

Таким образом, установлена зависимость между содержаниями основных элементов-примесей в молибдените (Re и W) и составом пород, вмещающих порфировые месторождения.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ № 16-05-00622.

Раков Л.Т., Киселева Г.Д., Коваленкер В.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В КВАРЦЕ КАК ПОКАЗАТЕЛИ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ
И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ (ПО ДАННЫМ ЭПР)

Примеси Al, Ti и Ge могут присутствовать в кварце в изоморфной и неструктурной формах (Weil, 1984). Изоморфизм характерен для зон упорядоченной кристаллической структуры, а неструктурная форма примесей распространена в дефектных областях кварца. В процессе рекристаллизации минерала содержание совершенных кристаллитов в нем возрастает. В соответствии с этим происходит перераспределение примесей – с повышением температуры кристаллизации кварца увеличивается доля атомов, находящихся в изоморфной форме. Их регистрация возможна методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Каждая из форм примесей отражает особенности минералообразования и может использоваться в качестве генетических индикаторов при прогнозе, поисках и оценке месторождений благородных и цветных металлов. Нами методом ЭПР впервые изучен характер распределения элементов-примесей Al, Ti и Ge в кварце Mo-W (Au) порфирового Бугдаинского, Cu-Au-Fe порфирово-скарнового Быстринского и Au-Pb-Zn эпитеpmального Новоширокинского месторождений (Восточное Забайкалье). Общим для этих месторождений является тесная пространственная и генетическая связь с гранитоидами Шахтаминского интрузивного комплекса и промышленная золотоносность их руд (Коваленкер и др., 2011, 2016; Прокофьев и др., 2017). Температура формирования месторождений различна. На Бугдаинском месторождении образование штокверковых W-Mo-руд протекало при $T=550\text{--}380^\circ\text{C}$, а золото-полиметаллических при $T=360\text{--}140^\circ\text{C}$ (Коваленкер и др., 2011). Жильно-прожилковые (порфировые) руды Быстринского месторождения отлагались в интервале $530\text{--}244^\circ\text{C}$, скарновые при $T=420\text{--}180^\circ\text{C}$ (Коваленкер и др., 2016). Au-Pb-Zn руды Новоширокинского месторождения формировались в интервале температур $T=290\text{--}100^\circ\text{C}$ (Прокофьев и др., 2018).

Результаты исследования кварца методом ЭПР показывают, что температуры образования оказывают существенное влияние на характер распределения элементов-примесей в кварце. Наибольшие концентрации изоморфных примесей обнаружены в кварце из наиболее высокотемпературной жильно-прожилковой минерализации Бугдаинского и Быстринского месторождений. Анализ графиков зависимостей между концентрациями разных изоморфных примесей (изоген) в исследованных образцах кварца свидетельствует, что формирование W-Mo-порфировых руд Бугдаинского месторождения протекало в две стадии, в то время как порфировая минерализация Быстринского месторождения являлась одностадийной. Также установлено, что угол наклона изоген, связывающих концентрации изоморфных примесей Ge и Ti в кварце, может использоваться для относительной оценки температуры рудообразования. Наименьшие концентрации изоморфных примесей наблюдаются в образцах кварца золото-полиметаллической стадии Бугдаинского и в кварце Новоширокинского месторождений. Одновременно в них отмечается присутствие значительных концентраций структурных де-

фектов, имеющих сложное строение. Их стабилизация в кварце осуществляется с участием элементов-примесей Ge и Al, локализованных поблизости от дефектов. Местонахождение элементов-примесей в структуре кварца неизвестно, но, вполне вероятно, что они могут занимать неструктурное положение. Подобные комплексные дефекты кристаллической структуры возникают в низкотемпературном кварце, не испытавшем процесса рекристаллизации. В целом проведенные исследования показывают, что соотношения концентраций элементов-примесей, занимающих неструктурное и изоморфное положение в кварце, способны служить геохимическими индикаторами как обстановки минералообразования, так и характеризовать минералого-геохимическую специализацию оруденения. В докладе продемонстрированы возможности использования их в качестве новых поисково-оценочных показателей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 16-05-00622 и 18-05-00673).

Сафонов Ю.Г. (ФГБУН ИГЕМ РАН), Вихтер Б.Я. (ФГУП ЦНИГРИ)
О МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА И СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ МЕТОДОЛОГИИ
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ЗОЛОТОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЯХ РОССИИ

Обращение авторов к анализу современного состояния разработки проблем металлогении золота и методологии прогнозно-поисковых работ в известных золотоносных провинциях, объясняется общей оценкой этого состояния как далеко не в полной мере отвечающих сумме знаний, накопленных при многолетних исследованиях закономерностей образования и размещения золоторудных и золотосодержащих месторождений. Авторы внесли свою лепту в эту сумму, участвуя в течение шести десятилетий в этих исследованиях, в частности по месторождениям «бакырчикского» и/или «мурунтауского» типа. Объединение наших усилий в настоящем докладе во многом объясняется сходством сложившихся представлений о закономерностях образования золоторудных месторождений. Другим стимулом «объединения» послужило желание отдать должное памяти замечательного геолога – Сергея Дмитриевича Шера, в связи со столетием со дня его рождения (октябрь, 1918 г). Вклад С.Д.Шера в разработку названных проблем, особенно применительно к указанному типу месторождений золота, в частности представленных в Бодайбинском и Мурунтауском золоторудных районах, как и общих вопросов геологии, металлогении золота, трудно переоценить.

С.Д.Шер в двух книгах – «Металлогения золота» (1972, 1976 гг.) рассмотрел вопросы геологии, минералогии, генезиса представительных, в основном зарубежных, золоторудных месторождений различных геолого-генетических типов в разновозрастных геотектонических провинциях. Последние подразделены по основным этапам развития Земли: археохрона, мезохрона, раннего и позднего неохрона, что в целом можно рассматривать как первое целевое обращение к исторической металлогении золота в отечественной школе рудной геологии.

Значимость такого подхода для совершенствования методологии прогнозных и поисковых работ по обширной территории бывшего Советского Союза, в пределах которой представлены образования всех основных «хронов», но по масштабам золотоносности в разной степени уступавшие одновозрастным крупным провинциям мира, (по оценкам на середину прошлого века) несомненна. Общее теоретическое и методологическое значение имели выводы о полигенности основных месторождений в провинциях, сложенных терригенно-сланцевыми комплексами – Кызылкумской (Мурунтау) и Ленской, (Сухой Лог). Их полигенность определяется первичными осадочными и, возможно, эксгальционно-осадочными концентрациями золота, его мобилизацией и переносом в процессах метаморфизма, син- и постмагматическими флюидами, в том числе собственно золотоносными. Конкретнее раскрытие этих составляющих полигенных рудообразующих процессов в рамках системной их организации и вещественного наполнения, времени и условий проявления, несмотря на значительные объемы информации, редко оценивается как высоковероятное для конкретных геолого-тектонических обстановок.

Ограниченным остается знание по таким обстановкам, особенно по их глубинным составляющим, а также по вещественным, энергетическим, тектоно-физическим и другим аспектам металлогенически значимых процессов на различных глубинных уровнях, в определенных геодинамических режимах. Мало раскрытыми остаются первичные источники золота, его ассоциации с другими элементами, в частности с влияющими на последующие процессы его мобилизации, миграции и отложения.

Общим недостатком в развитии затронутых проблем является ограниченность в использовании количественных, размерных характеристик, в выявлении средних фоновых и аномальных индикаторных для определенных предрудных (рудогенерирующих) и собственно рудообразующих процессов в их системном стереогенетическом восприятии. Это направление следует рассматривать как перспективное в совершенствовании методологии прогнозно-поисковых работ.

Сидорова Н.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
МЕТАМОРФИЗОВАННЫЕ ЯШМЫ ФАЦИИ ЗЕЛЁНЫХ СЛАНЦЕВ.
БЕРЕЗОВСКОЕ ЗОЛОТОРУДНОЕ ПОЛЕ, СРЕДНИЙ УРАЛ

Березовское месторождение золото-кварцевой березит-лиственитовой формации расположено в удалённой надикиальной зоне Шарташского гранодиорит-адамеллитового интрузива C_{1-2} . Месторождение представлено многочисленными дайками гранитоид-порфиров шарташского интрузивного комплекса, которые интенсивно березитизированы и пересечены массой золотоносных анкерит-кварцевых жил, и примыкающими к дайкам туфогенными, терригенными, туфогенно-кремнистыми и кремнистыми породами, апоперидотитовыми серпентинитами, метагабброидами и метадолеритами (диабазы) фации зелёных сланцев (ФЗС), которые лиственитизированы и пересечены золотоносными сульфидно-карбонат-кварцевыми жилами. Шарташский интрузив выходит на поверхность южнее рудного поля.

Часть кремнистых и туфо-кремнистых пород – это яшмы, соответственно сургучно-красного и желтовато- или рыжеватого-зелёного цвета.

В шахте Южная, расположенной ближе к Шарташскому интрузиву, собраны и изучены яшмы красного и зеленоватого цвета – метаморфизованные кварцевые туффиты полосчатой текстуры. Красные и рыжеватые слои состоят из биотит-хлорит-кварц-эпидотовой массы с размером зёрен 5–10 мкм, с включениями титанита до 20 мкм, магнетита до 100 мкм, редко – циркона и апатита, структура микролепидогранобластовая, текстура линзовидная. Отдельные линзы размером 0.7–0.8х0.3–0.4 мм сложены хлоритом-рипидолитом ($Mg_{2.49-3.14}Fe_{1.58-2.13}Mn_{0.03-0.05}Al_{1.18-1.30}^{IV}(Al_{1.12-1.27}Si_{2.73-2.88})_4(OH)_8$, Sr-содержащим (до 4.2 масс. % SrO) зональным эпидотом ($Ca_{1.78-1.95}Fe^{2+}_{0.04}Mn_{0.07}Sr_{0.05-0.20}Al_{1.94-2.31}Fe^{3+}_{0.69-1.05}Mn^{3+}_{0.02-0.03}[Si_2O_7/SiO_4/OH/O]$, реже – зелёным биотитом ($K_{0.97-0.99}Na_{0.01}Ca_{0.03}Mg_{1.27-1.56}Fe^{2+}_{1.02-1.30}Al_{0.31-0.33}Ti_{0.07-0.08}Mn_{0.01-0.02}Al_{1.10-1.16}Si_{2.84-2.90}(OH)_{1.62-1.68}O_{0.32-0.38}$) и титанитом ($Ca_{0.97}Fe_{0.03}Ti_{0.98}Al_{0.02}SiO_4(O_{0.96}OH_{0.04})$). Размер кристаллов Sr-эпидота до 250 мкм. Светлые слои слагает микрогранобластовый кварц с размером зёрен 10–60 мкм, с тонкими слойками из листочков хлорита; биотит в них развит в виде зерен неправильной формы и сростаний с хлоритом размером до 100 мкм; эпидот в сростании с хлоритом – в прожилках и гнездах; редкий кальцит.

В шахтах Северная и Центральная, расположенных гораздо дальше от Шарташского интрузива, настоящих яшм уже нет, здесь собраны и изучены метаяшмы тёмно-красного до чёрно-красного цвета. Микроскопическое изучение показало, что данные метаяшмы представляют собой эпидот-биотит-гранат-хлорит-магнетитовые микрокварциты. Они состоят из гранобластового кварца (обычно около 65%, 50–200 мкм), октаэдров магнетита и их агрегатов (около 15%, до 250 мкм), гранобластового кальцита (7%, 50 мкм), хлорита (5%), граната (4%), эпидота и зелёного биотита (по 2%), аксессуарных апатита и титанита. Местами развиты скопле-

ния биотита в сростании с хлоритом. Местами кварц окрашен тонко распыленным гематитом (реликты яшм). Ромбододекаэдры граната размером 2–10, изредка до 200 мкм слагают скопления и тонкие извилистые прожилки, совместно с хлоритом. Гранат марганцовистый, по составу отвечает гроссуляр-спессартину. Эпидот развит локально, слагает мелкозернистые агрегаты и более крупные кристаллы до 0.5 мм, его состав $(\text{Ca}_{1.86-1.98}\text{Fe}^{2+}_{0-0.03}\text{Mn}_{0.02-0.10}\text{Mg}_{0-0.01})_2(\text{Al}_{1.93-2.06}\text{Fe}^{3+}_{0.94-1.04}\text{Mn}^{3+}_{0-0.02}\text{V}_{0-0.01})_3[\text{Si}_2\text{O}_7/\text{SiO}_4/\text{OH}/\text{O}]$. Хлорит $(\text{Mg}_{2.74-2.81}\text{Fe}_{1.79-1.84}\text{Mn}_{0.11-0.13}\text{Al}_{1.26-1.29})_6(\text{Al}_{1.25-1.27}\text{Si}_{2.73-2.75})_4(\text{OH})_8$ слагает мелкочешуйчатые агрегаты. Местами довольно широко развит зелёный малотитанистый биотит состава $(\text{K}_{0.97-1}\text{Fe}^{2+}_{0-0.03})_1(\text{Mg}_{1.44-1.47}\text{Fe}^{2+}_{1.11-1.14}\text{Al}_{0.29-0.30}\text{Ti}_{0.05-0.07}\text{Mn}_{0.05-0.06}\text{Cr}_{0.01})_3[\text{Al}_{1.13-1.17}\text{Si}_{2.83-2.87}](\text{OH}_{1.73-1.77}\text{O}_{0.23-0.27})$. Биотит и хлорит обрастают магнетит, содержащий 0.24 мас. % MnO, 0.11 мас. % NiO. Состав титанита $(\text{Ca}_{0.97}\text{Fe}_{0.03})_1(\text{Ti}_{0.85}\text{Al}_{0.14}\text{V}^{4+}_{0.01})_1\text{SiO}_4(\text{O}_{0.89}\text{OH}_{0.11})$.

Таким образом, в центральной части Березовского рудного поля степень метаморфических преобразований в условиях фации зелёных сланцев выше, чем в его южной части, расположенной ближе к Шарташскому гранитоидному интрузиву. Следовательно, метаморфизм рудовмещающих толщ Берёзовского рудного поля не связан с экзоконтактовым воздействием Шарташского интрузива, а более древний, и в центре рудного поля фиксируется «термальная антиклиналь».

**Столяренко В.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Остапенко Л.А., Чернов Е.Е. (ФГБУ «ВИМС»),
Минаева С.В., Минин А.Н., Рябошапка А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ КРУПНОГО ЗОЛОТА,
ВЛИЯЮЩЕГО НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫМИ
МЕТОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА)**

В настоящее время актуальной является задача вовлечения в эксплуатацию золоторудных месторождений, характеризующихся значительными объемами руды при низких (первые граммы на 1 т) содержаниях золота. При оценке рентабельности таких объектов занижение среднего содержания золота даже на десятые доли грамма на тонну могут быть решающими. При этом на ряде месторождений, при оценке достоверности опробования прожилково-вкрапленных руд с содержаниями золота порядка 2–5 г/т, было установлено наличие существенных занижений содержания золота, определенных атомно-абсорбционным методом анализа. Занижения были обусловлены наличием в рудах относительно крупного класса (+0,3 мм) самородного золота, и как следствие неравномерностью его распределения, в результате чего стандартная исследуемая навеска становилась непредставительной. Отсюда следует, что для объектов с повышенной крупностью золота одним из необходимых мероприятий является изменение способа пробоподготовки и методики определения содержания. Поэтому одной из основных задач при проведении ГРП является оперативное определение наличия крупного золота в пробах обуславливающего «эффект самородка».

Проблема оценки на ранних стадиях ГРП содержания крупного золота, оказывающего влияние на достоверность опробования руд традиционными методами была рассмотрена в ходе опытно-методических работ, проведенных в пределах Лебединского РРУ, (Центрально-Алданский рудный район – ЦАР). Промышленное оруденение узла связано исключительно с интенсивным развитием мезозойских интрузивов и представлено рудопроявлениями и месторождениями золота различного морфологического типа, - залежи, субвертикальные зоны дробления и золотосодержащие дайки. В ряде случаев объекты этого типа характеризуются наличием в рудах относительно крупного самородного золота (+0,3 мм), с неравномерным распределением.

В процессе работ проведено сопоставление особенностей самородного золота (морфологические и гранулометрические характеристики, оценка степени окатанности, наличие сростков), полученного при шлихо-минералогическом опробовании разборного плотика, с золотом,

выделенным из протолочных проб, которые были отобраны из оруденелых пород, вскрывающихся в плотике и являющихся продуцентами россыпного золота на этой площади.

Результаты гранулометрического состава самородного золота, из протолочных проб, вынесенные на гистограммы, однозначно показали наличие значимых количеств металла крупных классов. При этом даже на золото класса $+0,5$ мм в ряде случаев приходится (30–80%).

Гранулометрический состав самородного золота, из шлиховых проб, отобранных из разборного плотика, также показал высокий процент золота класса $+0,3$ мм (40–65%). Т.е. гранулометрический состав элювиального шлихового золота, полученного из зоны разборного плотика, также дает надежные данные для определения значимых содержаний класса $+0,3$ мм. Такое количество металла этого класса может оказывать заметное влияние на достоверность определения золота пробирным анализом.

Таким образом, использование экспрессного шлихоминералогического метода позволяет на ранних стадиях ГРР достаточно надежно оценить соотношение различных классов крупности золота в изучаемых золоторудных объектах и при наличии крупного золота, рекомендовать предварительную обработку проб с выделением из них крупного металла, что позволит устранить фактор неоднородности распределения металла и снизить его влияние на достоверность опробования руд.

Востребованность данной методики определяется схожестью геологической обстановки ЦАР с рядом выделяемых перспективных рудных районов в пределах Центрально-Алданской металлогенической зоны, что позволяет с большой долей уверенности рассчитывать на обнаружение подобных объектов и на этих площадях.

Юлдашев З.А., Макаров В.А., Макеев С.М., Наидко В.И. (СФУ)
ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА РУДОПЕРСПЕКТИВНЫХ МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ
В ПРЕДЕЛАХ ГОРЕВСКОГО СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Горевское свинцово-цинковое месторождение (преимущественно свинцовое) является крупнейшим в стране по запасам свинца. Эксплуатирующий этот объект Нижнеангарский горно-обогатительный комбинат (НОК) проводит целенаправленные работы по приросту минерально-сырьевой базы месторождения за счет поисков на прилегающих территориях, в том числе *на акватории р. Ангара*. Характерные особенности минерального состава руд месторождения позволяют использовать *магнитометрию* не только для поисков рудоперспективных аномалий, но и для оценки их рудного потенциала. В 2015 году была проведена магнитная съемка русловой части реки Ангара в пределах Горевского месторождения. По результатам камеральной обработки данных магнитной съемки построена карта аномального поля, на которой были выделены две магнитные аномалии: аномалия эталонного объекта (С-Западное рудное тело) и рудоперспективная аномалия (Алешинская), расположенная в 350 м от берега р. Ангары, примерно в 2,5 км к востоку от Горевского месторождения.

На первом этапе камерального исследования было выполнено математическое моделирование магнитных аномалий С-Западного и Алешинской методом подбора двух объектов – эталонного М1, отражаемого аномалией С-Западного рудного тела, и оценочного М2, отражаемого Алешинской аномалией. На втором этапе по данным математического моделирования определены объемы тел, сформировавших эти аномалии. Далее, полагая, что в объемах тел М1 и М2 сосредоточены все запасы свинцово-цинковых руд и зная массу руды С-Западного тела, была определена расчетная масса руды в аномалеобразующем теле М2 Алешинской аномалии. Далее, в теле М2 Алешинской аномалии было рассчитано содержание Pb и Zn. При этом предполагалось, что данный способ количественной интерпретации данных магнитометрии позволяет оценивать рудную продуктивность свинцово-цинковых месторождений SEDEX-типа, для которых контрастные магнитные аномалии являются характерным признаком.

В 2017 году в соответствии с геологическим заданием ООО ЦГИ «Прогноз» провело заве-

рочные работы на Алешинской аномалии. Комплекс проводившихся исследований включал бурение поисковых скважин, геологическую документацию керна, сколковое геохимическое опробование, керновое опробование интервалов с повышенными концентрациями свинца или цинка. Бурение нацеливалось преимущественно на вскрытие зоны Алешинской магнитной аномалии. Во всех породах разреза наблюдается сульфидная минерализация в виде тонкой вкрапленности и разноориентированных прожилков. Среди сульфидов преобладают пирит и пирротин, редко с ними ассоциирует халькопирит. Сфалеритовая минерализация визуально не фиксируется, а галенитовая отмечена только в виде вкрапленности лишь в одной скважине, на интервале 49,0–49,5 м. Концентрация свинца в пределах пройденных скважин в единичной пробе не превышает 0,3%, цинка – 1,36%.

Широко распространен магнетит, образующий вкрапленность размером 1,0–2,0 м. Очевидно, данный магнетит наряду с пирротином является основным аномалеобразующим минералом. Наиболее богатая (10–50%) вкрапленность магнетита наблюдается в толще скарнированных известняков.

Таким образом, обобщая результаты выполненных работ, можно сделать вывод о том, что Алешинская аномалия, несмотря на схожесть по интенсивности с магнитной аномалией С-Западного рудного тела, обусловлена широким развитием магнетита в составе скарнированных известняков. Следовательно, Северо-западное рудное тело Горевского месторождения имеет уникальную природу рудоотложения, которая в полной мере не соответствует модели SEDEX и необходим поиск новых моделей связи аномалий магнитного поля и рудных тел Горевского месторождения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ АБЦМ

Jia Yule ^{1,2}, Chen Jianping ^{1,2}, Lin Fang ³

CONSTRUCTION AND PREDICTION OF PROSPECTING MODEL BASED ON BIG DATA

**¹ School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences (Beijing),
Beijing 100083, China**

**² Beijing Key Laboratory of Development and Research for Land Resources Information,
Beijing 100083, China**

**³ Research center of development in Geosciences, China University of Geosciences (Beijing),
Beijing 100083, China**

Geological science data presents the characteristic of big data. Traditional manual retrieval and processing geological data has great limitations. It is difficult to meet the high-speed development requirement of the current geological science. Aiming at the establishment and prediction of prospecting geological model, in this paper, guided by the Fourth scientific paradigm, bringing in big data of deep learning theories and methods, the study is to explore a new method suitable for regional mineralization model building combining with quantitative and qualitative analysis. Based on the metallogenic theory, the summary and the research of mineral deposit model database is carried out at the same time. The geological big data information discovery of the text is considered as the breakthrough point based on the data analysis method, on comprehensive domestic and foreign various ore-forming geological researches inside and outside the region about documents, papers, research reports and related data. In the depth of the ore deposit geological big data model database and Internet learning, this paper compares and analyzes the system combining the study area of similar ore-forming geological background, metallogenic period of time, genetic types and mineralization type. In order to elevate and coagulate the possible ore-forming conditions, ore-controlling factors and prospecting marks related to mineralization in the study area, on the basis of constructing guiding prospecting model of deep three-dimensional modeling in the study area. Based on the concept of big data machine learning, in this paper it is a new exploration to quickly and extensively acquire the global relevant geological data.

The research content mainly is divided into two parts:

1) establishment of prospecting geological model, this part of job mainly includes two parts: first, data sorting, various deposit model name and ore-controlling factors are unified; Secondly, it establishes a unified and easy-to-understand mining model database, and provides training data for the establishment of mining concept model.

2) prediction of prospecting geological model, it is mainly divided into four parts: model classification, model matching, model calculation and model verification. Naive bayesian classification algorithm is used for prospecting concept model library classify data. By calculating model control utilization rate of mineral elements and importance, the comprehensive and objective prospecting geological model is establish to realize the prediction of prospecting model.

Wang Huanfu ,Chen Jianping
THREE DIMENSIONAL METALLOGENIC PREDICTION OF UNDERLYING ORE
IN DASHUI GOLD DEPOSIT, GANSU PROVINCE

China University of Geosciences (Beijing), China

Concealed ore prediction and deep prospecting are one of the important research directions in the development of prospecting and prospecting. With the improvement of exploration in recent years, fewer and fewer discoveries have been made in surface mines. It is an inevitable trend to carry out deep prospecting.

The Dashui Gold Mine in Maqu, Gansu Province was discovered in the 1990s and has a huge resource potential. In more than 20 years of mining, it has created enormous economic benefits with its unique mineralization characteristics and high grades. However, with the sharp decline in the ore grade, the entire mine must be requested to achieve results in searching concealed ore bodies.

Based on the three-dimensional visualization technology, choose the Dashui gold deposit for 3D mineralization prediction. By summarizing the metallogenic geological background, characteristics of deposits, and mineral deposit models, the prospecting model was constructed. By using the exploration line profile and the middle geological map for 3D geological modeling, by analyzing the relationship between different geological units and the known gold ore bodies, the favorable conditions for metallogenesis are extracted and the quantitative prediction model is constructed. The continuous interpolation model is used to find Positioning of the target zone.

Through research, we delineated 5 prospecting target areas in Dashui gold deposit.

Богославец Н.Н., Кузнецов В.В., Серавина Т.В., Кузнецова Т.П.,
Елшина С.Л. (ФГУП ЦНИГРИ)
КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ПРИАРГУНСКОЙ СФЗ

В пределах СФЗ развиты месторождения и рудопоявления двух типов: полиметаллические и колчеданно-полиметаллические в вулканогенных ассоциациях (VHMS) и в осадочных толщах (SEDEX). Далее рассмотрим каждый из них в подробностях.

Месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS). Оруденение приурочено к колчеданно-полиметаллической в осадочно-вулканогенных породах формации стратифицированного типа, относящейся средне- позднеюрскому времени. Рудовмещающая ассоциация литофаций характеризуется юрскими песчанистыми, конгломерат-песчанистыми отложениями, перекрытыми туфогенно-, вулканогенно-осадочными отложениями. Нижняя пачка существенно терригенная, представляет из себя переслаивание алевролитов, песчаников, гравелитов, конгломератов с примесью туфогенного материала, а также линзами и прослоями вулканогенных пород от основного до кислого состава. Отличительной чертой этой части разреза является наличие горизонтов гравелито-песчаников с несколькими ритмами градационной слоистости. Верхняя часть разреза существенно вулканогенная, характеризуется преобладанием основных и средних пород нормального, перекрытых покровами низкощелочных пород кислого состава подчиненного количества. Образование стратифицированных и штокверковых жильных зон происходило в вулканических впадинах с пологими бортами мульдообразной формы. Разрывная тектоника носит синвулканический характер с послойными, секущими, пологими крутопадающими разрывными нарушениями, к которым приурочено оруденение в виде прожилков согласного залегания. Оруденение представлено послойными или секущими вмещающие породы зонами руд прожилковой, прожилково-гнездово-вкрапленной и вкрапленной текстуры. В меньшей степени развиты жилы и линзы небольшой мощности, сложенные рудными агрегатами массивной текстур. Минеральный состав руд разно-

образен. Выделяются следующие типы руд, обуславливающие вертикальную зональность: галенитовый, галенит-сфалеритовый, сфалерит-пиритовый, пирит-арсенопирит-галенит-сфалеритовый с сульфосолями свинца и серебра, арсенопирит-пиритовый. Главными рудными минералами являются: пирит, сфалерит, галенит, арсенопирит, тетраэдрит; второстепенными – сульфосоли свинца и серебра, джемсонит, марказит, халькопирит, бурнонит. В качестве второстепенных минералов встречаются касситерит и самородные серебро, висмут и золото, редкие – молибденит, станин, киноварь.

Месторождения в осадочных толщах (SEDEX). Оруденение приурочено к углеродисто-терригенно-карбонатной субформации. Субформация представлена переслаивающимися пачками водорослевых и кремнистых доломитов и хемогенных известняков с прослоями глинистых сланцев и алевролитов, линзами осадочных карбонатных брекчий, реже – конгломератов. В средней части разреза отмечается флишеидная толща, сложенная глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками с прослоями известняков, доломитов кремнистых пород и туфопесчаников. Иногда в составе субформации преобладают доломиты, доломитовые известняки и известняки с прослоями глинистых, мергелистых и углеродистых алевролитов. В рудоносной части разреза принимает участие углеродистая известково-алевролитовая толща, слабографитистые и доломитизированные известняки, переслаивающиеся со сланцами и алевролитами, доломиты и доломитизированные известняки с прослоями углисто-глинистых и кварцево-глинистых сланцев, иногда закарстованные карбонатные породы. Рудные тела на месторождении имеют линзообразную, изометричную и гнездовую форму и являются секущими к скарнам. Преобладают линзообразные рудные тела, ориентированные согласно общей структуре с крутыми углами падения. Руды месторождений характеризуются большим разнообразием минерального состава. Общий список встречающихся минералов включает более 60 наименований. Главные рудные минералы: пирротин, пирит, сфалерит, галенит, арсенопирит, жильные – кварц, карбонаты, аксинит, гранат, пироксен. Второстепенные минералы руд – марказит, халькопирит, буланжерит, джемсонит; жильные – хлорит, флюорит, цеолиты, графит. Редко встречающиеся – тетраэдрит, борнит, валериит, кубанит, магнетит, касситерит, станин, самородное золото и серебро, турмалин. Текстуры руд: массивные, брекчиевидные, прожилково-вкрапленные. Отношение Pb:Zn колеблется в пределах от 1:3 до 1:5. В качестве попутных компонентов отмечаются золото, серебро, висмут, кадмий, индий, галлий.

Гаврилов Р.Ю. (Томский политехнический университет)
АНОМАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ ЗОЛОТОРУДНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРТОВО КОРЫТО (ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ)

Проведено дешифрирование аномальной структуры геохимического поля (АСГП) по результатам опробования вторичных и первичных ореолов рассеяния месторождения Чертово Кoryто с тем, чтобы сопоставить результаты с полученными ранее по другим золотоносным объектам и уточнить геохимический прогнозно-поисковый критерий оруденения.

Картирование АСГП в пространстве осуществлялось с применением двух принципиальных подходов: первый основан на выделении ассоциаций химических элементов и анализе их распределения в пространстве, второй – на выделении областей пространства по тождественности геохимических характеристик.

Установлено концентрически зональное строение аномального геохимического поля, которое слабо выражено в приповерхностной части месторождения в сравнении с его объемом.

Рудная залежь месторождения Чертово Кoryто протяженностью 1,5 км, мощностью 150 м полого погружается на запад на расстояние до 500 м, в центральной части в соответствии со стратификацией вмещающей толщи раннепротерозойских углеродистых терригенных сланцев михайловской свиты. Залежь сложена апосланцевыми метасоматитами пропилит-берези-

тового состава с жильно-прожилково-вкрапленной золото-сульфидно-кварцевой минерализацией.

По результатам опробования поверхностных горных выработок среди рудогенных элементов устанавливаются три устойчивые ассоциации химических элементов: 1) Ag, As, Pb; 2) Cu, Zn; 3) Co, Ni, – создающие концентрически зональную структуру геохимического поля.

Высококонтрастные ореолы рудных элементов: золота, серебра, мышьяка и свинца вносят основной вклад в создание АСГП месторождения Чертово Кoryто.

Анализ геохимической информации, обработанной статистическими методами, показал, что все методики, в той или иной степени, отражают АСГП месторождения. Одни показатели локализуют выход рудного тела на дневную поверхность, другие – картируют его границу, третьи – отражают геохимическую зональность месторождения.

Высококонтрастные ореолы мышьяка, расположенные в крупнообъемном метасоматическом ореоле, не всегда совпадают с промышленным контуром золота, что осложняет задачу выявления рудных интервалов.

В объеме рудной залежи, по результатам анализа керновых проб, наиболее контрастные геохимические ореолы ассоциаций рудных элементов оконтуривают центральную часть и ее периферию.

Эндогенные геохимические ассоциации, выявленные в объеме рудной залежи, в целом, согласуются со стадийностью гидротермального минералообразования.

Примененный комплекс методов обработки геохимической информации обеспечил расшифровку АСГП. Наиболее существенные результаты геохимического моделирования золоторудного месторождения Чертово Кoryто получены с применением методов непараметрической статистики: кластерного и факторного анализов.

Созданная объемная геолого-геохимическая модель месторождения, уточненная по результатам исследования вещественного состава руд месторождения, позволила уверенно локализовать объем, занимаемый рудной залежью.

В результате обработки геохимических данных по вторичным и первичным ореолам рассеяния методами математической статистики была расшифрована АСГП месторождения Чертово Кoryто. Это позволило локализовать границы золотого оруденения как на поверхности, так и в изучаемом объеме недр.

Голубева Ю.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ)

АНАЛИЗ ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОСТАВА КИМБЕРЛИТОВ И РОДСТВЕННЫХ ПОРОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ПЛОЩАДЕЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

На территории Архангельской области проявления кимберлитового и родственного магматизма известны в пределах 7 полей: Зимнебережное, Мельское – кимберлиты, оливиновые мелилититы; Ижмозерское, Ненокское – оливиновые мелилититы; Турьинское, Полтинское, Пинежское – щелочные базальты. Кимберлиты и родственные породы Архангельской области охарактеризованы 128 полными химическими анализами, включающие содержания 10 главных (в мас. %) и 32 редких (в ppm) элементов по 50 объектам. Все изученные породы обладают крайне неоднородными вещественными характеристиками, что связано с преобладанием среди доступного материала для изучения сильно контаминированных пород жерловой фации, особенностями источников данных пород, а также со сложным тектоническим строением северной части Восточно-Европейской платформы. При анализе банков данных по кимберлитам Якутии и Архангельской области с разной степенью алмазоносности были установлены индикаторные элементы, которые используются также при определении номенклатуры пород и простран-

ственных вариаций состава кимберлитов в пределах алмазоносных кустов и полей: TiO_2 (0,3–2,5 мас.%), HREE (1–2,2 ppm), Ga (4–7 ppm), P_2O_5 (до 0,4 мас. %), повышенные содержания MgO, Ni, Cr. Кимберлиты уникально алмазоносных месторождений с содержаниями алмазов >1 карат/т отличаются пониженными содержаниями TiO_2 (до 1 мас. %), повышенными – MgO (>25 мас. %), Ni (>930 ppm). Кимберлиты месторождений алмазов с содержаниями <1 карат/т, а также убого алмазоносные (до 0,05 карат/т) характеризуются более высокими содержаниями TiO_2 (1,3–1,7 мас. %, в некоторых разновидностях доходя до 2,5 мас. %).

Кимберлиты группы I (Fe-Ti серия), проявленные на территории Зимнебережного (кепинские кимберлиты), Мельского полей, преимущественно, высоко- умеренно-Ti, по уровню обогащения редкими элементами сравнимы со слабо алмазоносными и неалмазоносными кимберлитами северной части Якутии. Кимберлиты Мельского поля, помимо этого, характеризуются повышенными содержаниями щелочных элементов – Ba, Sr и P, что, по-видимому, связано с близким расположением по отношению к Кольской щелочной провинции. Промышленно алмазоносные кимберлиты трубки им. В.Гриба по петрогеохимическим характеристикам похожи на алмазоносные кимберлиты южной части Якутии. Кимберлиты и мелилититы II группы проявлены на территории Зимнебережного (золотицкие кимберлиты, верхотинские оливиновые мелилититы), Ижмозерского и Ненокского полей (оливиновые мелилититы). Аналогом «золотицкого» типа являются низкотитанистые алмазоносные кимберлиты Накынского поля Якутии. Поля мелилититов группы II отличаются довольно сильной геохимической неоднородностью. По уровню обогащения редкими элементами мелилититы Ненокского поля приближаются к толеитовым базальтам. В пределах Ижмозерского поля выделяются Чидвийские и Ижемские проявления щелочно-пикритового и мелилититового магматизма. Довольно низкие содержания TiO_2 , K_2O , Sr, Ba и REE в толеитовых долеритах Турьинского, Полтинского и Пинежского полей позволяют отнести данные породы к долеритам, характерным для роев даек за пределами кимберлитовых полей, наподобие Вилуйско-Мархинского и Молодинского в Якутии.

В связи с сильной контаминацией и вторичными изменениями пород Архангельской области, наиболее надежными при определении потенциальной алмазоносности являются содержания в породах титана и никеля. В связи с этим, наиболее перспективными для обнаружения потенциально алмазоносных объектов площадями являются территории развития магматизма с повышенными содержаниями Ni, пониженными Ti и щелочных элементов, умеренным обогащением некогерентными элементами, к таковым относятся: Ижмозерское поле, Золотицкие, Черноозерские проявления Зимнебережного поля.

**Гонгальский Б.И., Мурашов К.Ю. (ФГБУН ИГЕМ РАН),
Криволицкая Н.А. (ГЕОХИ РАН), Градовский И.Ф.,
Павлович Г.Д. (ФГБОУ ВПО РГГРУ им. С.Орджоникидзе),
Тимашков А.Н. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
ГЕНЕЗИС МЕСТОРОЖДЕНИЙ СУЛЬФИДНЫХ РУД
УДОКАН-ЧИНЕЙСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

Суперкрупные месторождения Северного Забайкалья (западное окончание Алданского щита) входят в состав одной из крупнейших металлогенических провинций России. Особый интерес представляют месторождения меди, залегающие в осадочных и магматических породах. Это Удоканское месторождение (26,7 млн т Cu), другие месторождения в осадочных породах (Правоингамакитское, Сакинское, Клюквенное, Ункур, Красное, Бурпала ресурсы которых оценивались в 12 млн т и месторождения Чинейского массива (Рудное, Верхнечинейское, Сквозное, Контактное) и в виде сопутствующего металла в Fe-Ti-V месторождениях Магнитное и Этырко (суммарно около 15 млн т меди). Пространственная совмещенность месторождений, близкие изотопные возраста вмещающих пород и руд, вариации стабильных изо-

топов позволяют рассматривать их как результат развития единой рудно-магматической системы.

Месторождения меди образуют четыре рудных узла (РУ): Намингинский, Ункурский, Икабья-Читкандинский, Бурпалинский. Наиболее изучен Намингинский РУ с Удоканским, Правоингамакитским, Сакинским, Ключевным месторождениями в осадочных породах, месторождениями Чинейского анортозит-габбро-норитового массива и рудопрооявлениями Майлавского массива. В настоящее время ведутся работы по разработке Удоканского месторождениями Байкальской горной компанией, распределенными являются месторождения Рудное и Магнитное Чинейского массива (Забайкалстальинвест). С 2016 г. ведутся разведочные работы компанией AZARGA на месторождении Ункур, севернее которого находятся рудопрооявления медно-никелевых руд в Луктурском габбро-норитовом массиве. Менее изученными, но представляющими промышленный интерес являются и месторождения Красное и Бурпала.

Сульфидные рудные тела Намингинского РУ наблюдаются: 1) во внутренних частях Чинейского и Майлавского массивов, 2) в эндоконтактах габброидов, 3) в экзоконтактах габброидов во вмещающих породах, удаленных от контакта до 4 км (Правоингамакитское месторождение), 4) удаленных от массивов габброидов на большие расстояния (Удоканское, Сакинское и Ключевное месторождения). Важной особенностью сульфидных руд являются брекчиевые текстуры, в которых обломки вмещающих пород цементируются массивными сульфидами: халькозин-борнитового состава в удоканских рудах, пирит-халькопиритовыми на Правоингамакитском месторождении и практически мономинеральными халькопиритовыми на месторождении Рудное Чинейского массива. Изотопный состав серы сульфидов магматических месторождений Чинейского массива варьирует в пределах $\delta^{34}\text{S}=+1,7\ldots+4,4\%$, пиритов и халькопиритов Правоингамакитского месторождения, от +2 до +4,2%. Изотопы серы Удокана и Бурпалы характеризуются двумя уровнями: очень легкая сера пирита, пирротина и халькопирита (-15...-40‰) нулевого рудоносного уровня, -2,7...-12‰ слоёв, линз и секущих прожилков различного состава, что свидетельствует об участии разных источников руд при формировании этих месторождений.

Применение современных методов обработки большого фактического материала советских геологов второй половины прошлого столетия, может позволить существенно дополнить ресурсы этого уникального металлогенического района России.

**Десяткин А.С., Шклярник Г.К. (ОАО «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ»)
КОМПЛЕКСНЫЕ ЭНДОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ТИПА ЮГО-ЗАПАДА АЛЖИРА**

В результате поисково-оценочных работ на территории юго-запада Алжира выявлены в районе массива Эглаб (Eglab) проявления золото-медно-молибденовых штокверковых руд в пределах двух кольцевых вулcano-плутонических систем Джабель Дрисса (Djebel Drissa) и Блед Мдена (Bled M'Dena). Для Африки месторождения медно-порфирового типа довольно редки, так основные проявления зафиксированы в Намибии и Буркина-Фасо.

Данные объекты относятся к классу постмагматических гидротермальных месторождений и представляют собой крупные скопления медных, медно-молибденовых и золотых руд прожилково-вкрапленного штокверкового типа в магматических образованиях от архея до голоцена. Объекты представляют собой кольцеобразные структуры сложного строения, средним диаметром 5х5 км, сложенные вулcano-плутоническими породами протерозойского возраста. Выявленные объекты латерально сопряжены с рядом геоструктур во внутриконтинентальных ортогеосинклинально-складчатых системах.

Структура объекта Блед Мдена ограничена на востоке, западе и юге крупными разрывными нарушениями радиального направления. Общий кольцевой облик массива подчёркивается

также радиальными и дуговыми дайками разнообразного состава. Определены фазы формирования кольцевой структуры. В северо-восточной части площади широко распространены продукты пропилитизации, встречается типичный для этого процесса парагенез минералов: хлорит, кальцит, эпидот, серицит. Кварцево-жильная рудная минерализация приурочена в основном к монцонитам, кварцевым монцонитам, монцодиоритам и сиенитам. Кварцевые прожилки мощностью 0,1–0,2 м образуют жильные зоны, они включают минерализацию халькопирита, молибденита, пирита, окислов и гидроокислов железа. Отмечается приуроченность минерализованных жильных зон к северо-восточной части структуры.

По результатам геофизических данных объекта Джабель Дрисса имеет форму лакколита и распространяется до глубины 4 км. Особенности фациальной зональности интерпретируются как проявления непрерывных магматических импульсов, которые приводили к росту массива. Комплекс имеет весьма сложное концентрическое строение. В составе комплекса широким распространением пользуются жильные и дайковые образования сиенитов, риолитов, микрогранитов, долеритов, кварцевые и пегматитовые жилы и зоны окварцевания. Результатами среднемасштабного картирования в пределах комплекса Джабель Дрисса выявлено более 50 проявлений и точек минерализации цветных, радиоактивных, редких и редкоземельных металлов. Формирование вулканоплутонических ассоциаций связано со становлением кольцевых щелочных массивов в областях активизации платформ и срединных массивов, характеризуются штокверковым типом руд. Влияние глубинной тектонической зоны в пределах массива проявилось в локальных сдвиговых дислокациях при формировании внутренней структуры комплекса. Большое количество разрывов, жил и даек разнообразного состава разделяют массив на своеобразные субпараллельные «блоки-коридоры» в основном северо-западного и меридионального направления. Оруденение тесно ассоциирует с породами рудоносных порфировых фаз интрузивных формаций, входящих в продуктивные вулканоплутонические ассоциации и обладающих определенным составом.

Указанные объекты по основным чертам геологического строения, закономерностям размещения и ресурсному потенциалу рудопроявлений аналогичны месторождениям медно-порфирового типа Дальнего Востока РФ. Выявлены схожие геотектонические обстановки нахождения, петрологический и минералого-геохимический профиль продуктивных магматических комплексов. Высокая рудная перспективность вулканоплутонических комплексов основана на аналогичных тектонических обстановках, зафиксированных в пределах Баимской рудной зоны в Чукотском автономном округе, ДВФО РФ.

Зайцева М.Н., Инякин А.В., Кузнецов В.В., Конкина А.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Прогнозно-поисковые модели представляют собой систему таких характеристик месторождения, которые являются главными прогнозно-поисковыми критериями и признаками и могут быть достоверно опознаны современными методами ГРП. Эти модели отражают геологическое строение, а также геофизические и геохимические характеристики конкретного месторождения. Ниже рассмотрены некоторые особенности геологического строения типовых месторождений Енисейского Кряжа, представленных стратиформным свинцово-цинковым, колчедансодержащим цинково-свинцовым и колчеданно-полиметаллическим рудно-формационными типами.

Месторождения свинцово-цинкового стратиформного типа в карбонатных комплексах. Данный тип рассмотрен на примере наиболее изученного месторождения Морянихинское. Рудовмещающая ассоциация литофаций характеризуется большим разнообразием слагающих пород и фациальной их изменчивостью. В нижней ее части выделяются следующие пачки (снизу-вверх): 1) гравелитов; 2) хемогенных железистых доломитов и известняков; 3) долами-

товых и известняковых интракластов; 4) биогермно-биостромовая водорослевых железистых доломитов. Выше залегает пачка алевритоглинистых, глинистых и алевролитовых сланцев, относящихся к турбидитам. Рудные тела линзообразной формы. Размеры их по простиранию и падению составляют от 200–300 до 850 м, при мощности не более 30 м. Главными рудными минералами являются галенит, сфалерит, пирротин.

Месторождения колчедансодержащего цинково-свинцового типа в кремнисто-карбонатных комплексах. Эталонным является Горевское месторождение. Цинково-свинцовое и свинцовое оруденение локализовано в отложениях позднерифейской углеродисто-терригенно-карбонатной формации, в составе которой представлен преимущественно карбонатный материал с подчиненным количеством мергелистых и глинисто-терригенных прослоев. Рудовмещающие отложения характеризуются пестрым составом слагающих их разностей пород и представлены сидеритами (50%), кремнистыми сидеритами (30%), силицитами (5%), доломитами, аргиллитами, алевролитами и мергелями, а также карбонатными гравелитами и гравелито-брекчиями. Среди кремнисто-сидеритовых пород в зависимости от соотношения кремнистой и сидеритовой составляющей нами выделяются три разновидности: 1) сидериты ($\text{SiO}_2 < 40\%$); 2) кремнистые сидериты ($\text{SiO}_2 = \text{FeCO}_3$); 3) силициты ($\text{SiO}_2 > 60\%$). Следует отметить, что выделенные разновидности характеризуются постепенными переходами между собой. Рудная зона месторождения имеет общую протяженность по простиранию порядка 1600–1800 м, мощность 200–250 м и юго-восточное склонение под углом 75–65°. Рудные тела имеют линзовидную или пластообразную форму. Выделяется три основных рудных тела, главное, западное и северо-западное, которые по современным данным объединяются в единую лентообразную зону. Главными рудными минералами являются – галенит, сфалерит, пирротин; второстепенными – пирит, марказит, тетраэдрит, магнетит, бурнонит, буланжерит, джемсонит, арсенопирит, ильменит.

Месторождения колчеданно-полиметаллического типа в терригенных комплексах.

Данный тип рассматривается на примере месторождения Линейное. Месторождение находится в пределах Рассохинского рудного поля. Накопление рудоносных отложений происходило в присклоновой части палеоподнятия, в обширной синклинойной зоне. Рудоносные отложения объединяются в вулканогенно-карбонатно-терригенно-углеродисто-сланцевую ассоциацию литофаций. Они представлены главным образом углеродистыми некарбонатными или карбонатсодержащими кварц-серицитовыми сланцами. Углеродистое вещество частично метаморфизовано до уровня графита. Главными рудными минералами являются пирит, сфалерит и галенит, резко преобладает пирит (в среднем 50–60%). Количество сфалерита и галенита местами достигает 30 и 40%.

Звездов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ)

**РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПОРФИРОВОГО ТИПА:
МЕТАЛЛОГЕНИЯ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА
КРУПНЫХ МЕДНОПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Мировая практика ГРП последних десятилетий в ряде стран Ю.Америки (Чили, Перу, Аргентина, Боливия), Европы (Венгрия, Сербия, Болгария), Азии (Турция), ЮВ Азии (Филиппины, Папуа Новая Гвинея, Индонезия) свидетельствует о генетической связи меднопорфировых и эпитермальных золоторудных месторождений островодужных и окраиноконтинентальных вулканоплутонических поясов (ВПП). Нередко эти объекты сопряжены в крупных рудно-магматических системах (РМС), называемых «порфировыми» (А.И.Кривцов, И.Ф.Мигачев, D.Cook, P.Hollings, G.Corbett, T.Leach, R.Sillitoe и др.) либо «порфирово-эпитермальными» (В.А.Коваленкер). Источником вещества для них служат единые магматические очаги, продуцирующие рудоносные интрузивные и вулканогенные формации.

Au-Mo-Cu- и Au-Cu-порфировые месторождения, как правило, локализованы во внутренних частях РМС – в эндо-экзоконтактовых зонах гипабиссальных и субвулканических интрузивов (штоков, даек), брекчиевых трубках завершающих порфировых фаз продуктивных формаций, нередко представляющих собой апофизы находящихся на глубине крупных плутонов, золоторудные – в близповерхностной обстановке верхних, периферийных частей систем в комагматичных вулканитах (туфовых и лавовых фациях, субвулканических телах, экстррузивных куполах) либо более древних вулканогенных, осадочных и иных породах.

По термобарогеохимическим и изотопным данным ведущую роль в формировании месторождений на ранних и средних стадиях развития РМС играют магматогенные флюиды и растворы, на поздних – предполагается участие метеорных, иногда морских вод. Остывание и кристаллизация интрузий сопровождаются их дефлюидизацией с возникновением «каркаса» трещин гидроразрыва и контракции и подновлением трещин во вмещающих породах, способствующих гидротермальной циркуляции. При $T < 650^{\circ}\text{C}$ магматогенный флюид разделяется на две фазы – сверхсоленый раствор (рассол до 60–70 вес. % NaCl эквивалента), обогащенный Cu, и низко концентрированный пар с Au, Ag. Первый в силу повышенной плотности остается в апикальных частях кристаллизующегося интрузива и близ него, вызывая высокотемпературные K-кремниевые (биотит-калишпатовые, биотитовые), на флангах пропилитовые, а при наличии карбонатных толщ скарновые изменения; отлагаются меднопорфировые руды. Второй, при превышении гидростатического давления над литостатическим, поднимается в верхние части систем, где конденсируясь и смешиваясь с метеорными водами, участвует в эпитермальном рудообразовании. Здесь, в зависимости от кислотного потенциала растворов (SO_2 либо H_2S), который во многом зависит от доли метеорной составляющей, в «пульсационных» режимах, подобным современным геотермальным резервуарам, формируются золоторудные (с медью) жильные и стратоидные месторождения «высокой сульфидизации» – HS (алунит-каолинитовый тип), золото-серебряные, преимущественно жильные, месторождения «низкой сульфидизации» – LS (адуляр-серицитовый), либо объекты «переходного» типа, т.е. «средней сульфидизации» – MS.

На более глубинных уровнях РМС по мере остывания плутона и достижения $T < 350^{\circ}\text{C}$ возникает однофазная жидкость низкой-умеренной солености, многооборотная циркуляция которой с участием метеорных вод вызывает серицит-хлоритовые и серицитовые изменения, наложенные (с перераспределением вещества) на более ранние метасоматиты и руды, а в периферийных зонах низкотемпературные пропилитовые. Образуются филлизитовая и пропилитовая зоны с прожилково-вкрапленными, вкрапленными, жильными существенно пиритовыми рудами и полиметаллическими жилами. Возникают обширные «пиритовые ореолы», являющиеся одним из ведущих поисковых признаков меднопорфировых месторождений. Отмечаемые на ряде объектов мощные, протяженные «стержневые» кварц-серицит-пиритовые жилы могут фиксировать переходную зону (с вертикальным размахом до сотен метров) между центральными частями систем с меднопорфировым оруденением и их верхними зонами с эпитермальными золоторудными месторождениями, в основном HS типа.

Крупные и гигантские месторождения меднопорфирового семейства (Mo-Cu-, Au-Mo-Cu-, Au-Cu-го рудно-формационных типов с запасами Cu до десятков млн т и Au – до первых тыс. т) формируются в режиме интенсивного сжатия (с подавлением вулканизма) в островодужных и окраинноконтинентальных обстановках. Для вмещающих эти объекты РМС характерны безрудные аргиллизитовые «шляпы», поскольку условия сжатия не благоприятствовали образованию эпитермальных золоторудных месторождений, хотя сами порфировые объекты и возникают в период релаксации напряжений.

Большинство HS и MS объектов расположены в третичных андезит-дацитовых островных дугах Тихоокеанского кольца (хотя такие объекты известны и на Балканах), где они формируются в близповерхностной зоне интенсивных аргиллизитовых изменений (верхние части РМС) в обстановках слабого (до нейтрального) растяжения. Во внутренних частях таких систем локализованы, как правило, небольшие по запасам Au-Mo-Cu- и Au-Cu-порфировые

месторождения. Au-Ag месторождения LS типа формируются в около- меж-, и задуговых обстановках растяжения в ассоциации с базальт-риолитовыми сериями, а также в постколлизии-онных рифтах (Au-Te объекты, связанные с щелочным магматизмом). Условия их образования в целом не благоприятны для возникновения значимых месторождений меднопорфирового семейства (Sillitoe, 2010).

Критериями прогноза крупных меднопорфировых месторождений является их приуроченность к отрезкам ВПП, характеризующимся «пологой» субдукцией асейсмичных хребтов и океанических плато как в островодужных (Папуа Новая Гвинея, Филиппины, Индонезия), так и в окраиноконтинентальных (Чили, США, Иран) обстановках (Cook, Hollings, 2005). Такие условия способствовали утолщению земной коры, метаморфизму, дегидратации и переплавлению пород субдуцирующих океанических плит, металлоносных осадков, «мантийного клина», в итоге появлению флюидонасыщенных окисленных расплавов, способных к переносу Cu, Au, SO₂ в верхнюю часть земной коры (Richards, 2003). Для таких обстановок характерны многократные металлогенические циклы формирования порфировых руд. Типичным примером являются Чилийские Анды, где имеются пять «металлоносных» ВПП и сосредоточены самые крупные в мире меднопорфировые месторождения (Эль Теньенте, Чукикамата, Ла Ескондида и др.). Причем месторождения-гиганты, в т.ч. названные, обычно приурочены к зонам крупных трансформных разломов, обычно поперечных по отношению к зонам субдукции. Формированию крупных объектов в описанных обстановках способствовали сжимающие напряжения, сопровождающиеся быстрым подъемом, эрозией и подавлением вулканизма. Однако, ими не исчерпываются условия, необходимые для возникновения месторождений-гигантов. Возникающий мощный, насыщенный металлами, флюидный поток в отсутствии благоприятных локальных геолого-структурных условий может продуцировать лишь гигантские геохимические аномалии с низкими содержаниями. В качестве одного из благоприятных факторов, способствующих рудоконцентрации, являются, например, слабо проницаемые, пластичные карбонатные толщи, оказавшие экранирующее воздействие на растворы при формировании таких крупных объектов, как Бингхем (США), Ок Теди и Грасберг (Папуа Новая Гвинея), Алмалык (Узбекистан).

К критериям прогноза крупных меднопорфировых объектов следует отнести принадлежность РМС к магматогенным поднятиям с редуцированным развитием вулканизма, наличие многофазных интрузивов продуктивных плутогенных формаций с несколькими порфировыми фазами (штоками, дайками, брекчиевыми трубками), каждая из которых сопровождается «своей» минерализацией, хотя основная масса руды «связана» с одной-двумя из них. Для таких месторождений характерна многостадийность рудообразования, выраженная в наличии многочисленных рудообразующих минеральных ассоциаций (на Эль Теньенте, например, выделены 14 генераций прожилков, 11 из которых рудоносны).

Рассмотренные критерии необходимо использовать для совершенствования прогнозно-поисковых моделей рудных районов (эквивалентны порфировым РМС) и рудных полей (внутренние зоны систем с меднопорфировыми месторождениями и их периферийные, верхние части с эпитермальными золоторудными объектами).

Инякин А.В. (ФГУП ЦНИГРИ)

ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САЛАЙРСКО-КАМЕНУШИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

В пределах Салаирской минерагенической зоны, известно более 200 объектов (месторождения, рудопроявления и точки минерализации) колчеданно-полиметаллических и медно-колчеданных руд. Наиболее известным и значимым является освоенное промышленностью Салаирско-Каменушинское рудное поле, в пределах которого месторождения и рудопрояв-

ления приурочены к вулканогенно-осадочным породам печеркинской свиты ранне-среднекембрийского возраста. К западу эти отложения фациально переходят в морские образования пассивной окраины, которые являются перекрывающими.

При создании моделей для данного типа месторождений наиболее эффективным и показательным является разделение рудовмещающих пород по фациям вулканизма и по степени удаления от их центров, а размещение оруденелых зон, морфологические особенности рудных тел, минералого-геохимический состав руд в определенной степени определяются их приуроченностью к тем или иным фациям рудовмещающих вулканитов.

Салаирская и Каменушинская структуры (палеовпадины) сформированы в присклоновых частях одной крупной рифогенной постройки, сложенной археоциатовыми и водорослевыми известняками, которые являются как подстилающими для рудовмещающих вулканогенных отложений контрастной базальт-риолитовой формации, так и находящимися в одном фациальном ряду. Возраст рифогенной постройки определен по находкам археоциат, появление, расцвет и вымерание которых приходится на ранний и средний отдел кембрия.

На основе литолого-фациального анализа для объектов Салаирско-Каменушинского рудного поля выделены породы, относящиеся к жерловой, околожерловой, промежуточной и удаленной фациям вулканизма.

– Жерловые фации представлены субвулканическими и экструзивными породами кислого состава – крупновкрапленными риолитами и риодацитами. С породами этих фаций связаны штокверковые полиметаллические рудные зоны.

– Околожерловые фации – грубообломочными лавобрекчиями и туфами, диагностируются при макроописании и имеют брекчевидные обломочные текстуры. Породы местами включают полиметаллическое оруденение и состоят из обломков вулканогенных разностей размером от первых миллиметров до десятков сантиметров, с вовлечением вулканогенно-осадочного материала в виде линз и цемента.

– Промежуточные фации – лавами риолитов, риодацитов, андезибазальтов и мелкообломочными туфами разного состава. Для данных фаций характерны линзовидные и пластообразные рудные тела.

– Удаленные от центров вулканической активности фации – это прибрежно-морские и шельфовые отложения, представленные преимущественно осадочными породами с примесью туфогенного материала, которые вмещают незначительные сингенетичные рудные тела и зоны минерализации. Значительная роль среди пород удаленных фаций принадлежит известнякам.

Итак, на обоих месторождениях рудного поля развиты сходные морфологические типы руд. Они представлены штокверковыми рудными телами, отвечающими подводящим каналам и приуроченными к субвулканическим и экструзивным породам кислого состава жерловых фаций, а также линзообразные и пластовые тела, которые расположены либо проксимально над подводящей зоной, либо дистально на некотором удалении от неё и приурочены к вулканогенно-осадочным горизонтам промежуточных и удаленных фаций.

При этом отмечается зональное распределение минеральных типов руд по падению и мощности, которое заключается в том, что при удалении от зон подводящих каналов разрез существенно медной и медно-цинковой ритмичной минерализацией осложняется полиметаллическими интервалами: медные → медно-цинковые → медно-свинцово-цинковые → медно-цинково-свинцовые → полиметаллические.

**Коваленкер В.А., Киселева Г.Д., Крылова Т.Л., Языкова Ю.И. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ И ХАРАКТЕРНЫЕ
ПРИЗНАКИ ПОРФИРОВЫХ СИСТЕМ ЮГО-ВОСТОКА ЗАБАЙКАЛЬЯ –
НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИХ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ ПРОГНОЗА И ОЦЕНКИ**

Актуальность прогноза, поисков и оценки связанных с порфировыми системами (в нашей терминологии – порфирово-эпитеpmальными – ПЭРС; Kovalenker, 2003) определяется выдающейся ролью продуцируемых ими собственно порфировых, эпитеpmальных и скарновых месторождений в обеспечении мировых ресурсов Cu, Mo, Au, а также Ag, Pb и Zn (Seedorff et al., 2005; Sillitoe, 2010). Некоторые из них сыграли решающую роль для существенного увеличения экономического потенциала таких стран как Индонезия, Монголия, Папуа-Новая Гвинея. Большая часть таких систем ассоциирует с известково-щелочным магматизмом и формируется над зонами субдукции в обстановках окраин континентов и островных дуг. Менее широко развиты ПЭРС во внесубдукционных внутриплитных обстановках, где они обычно связаны с высоко-К известково-щелочными и шoshонитовыми магматическими сериями (Hou et al., 2007; Richards, 2009). Интерес к подобным геодинамическим обстановкам резко вырос после выявления в Центрально-Азиатском складчатом поясе и его обрамлении крупных порфировых, скарновых и эпитеpmальных Cu-, Mo-, и Au- объектов мирового класса (Hou et al., 2009, 2013; Li et al., 2014; Zhu et al., 2015; Pirajno, Zhou, 2015).

Близкими геодинамическим развитием, природой магматизма и металлогенией характеризуется юго-восточный регион Восточного Забайкалья, который расположен на южной окраине Монголо-Охотского орогенного пояса и развивался в зоне палеосубдукции в обстановке коллизии континентов (Зоненшайн и др. 1990; Ярмолюк и др. 2013). Здесь известно несколько золотоносных порфировых и эпитеpmальных месторождений, в частности, крупное Бугдаинское Mo(W)-порфировое с наложенной Au-Ag-Pb-Zn-субэпитеpmальной жильной минерализацией (Коваленкер и др., 2011), и крупное Быстринское Cu-Au-порфирово-скарновое, основные запасы металлов которого приурочены к скарнам (Коваленкер и др. 2016).

Рудообразующие системы этих месторождений представляют особый интерес, прежде всего вследствие своей высокой продуктивности, поэтому выявление признаков и индикаторов таких систем и разработка их прогнозно-поисковых моделей является одной из первоочередных задач исследований по проекту. Вместе с тем, рудообразующие системы этих расположенных практически рядом и близких по возрасту Бугдаинского и Быстринского месторождений обладают отчетливо разной, соответственно Mo и Cu-Au, геохимической специализацией, что выдвигает на первый план о фундаментальных причинах и факторах, которые привели к таким различиям. Для их выявления сопоставлены особенности геологического строения обоих месторождений, специфика магматизма, минеральный состав руд, последовательность минералоотложения, РТ-параметры, состав и соленость минералообразующих растворов, источников флюидов и рудогенных компонентов.

Полученные результаты показывают, что основные различия между Бугдаинской и Быстринской минералообразующими системами заключаются как в тонких петрохимических особенностях магматизма (уровни концентрации в магме серы и других летучих компонентов, воды, степень окисленности), соотношениях коровой и мантийной составляющей в источниках флюидов и рудного вещества, так и в условиях локализации системы, прежде всего – составе вмещающих пород.

Исследования выполнены в рамках Программы I.48 (проект №1.48-6) при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-05-00673).

Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ)
МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕРЕЗОВСКОГО ТИПА ДЛЯ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ВЕРХНЕАМЫЛЬСКОГО УЗЛА
ЗАПАДНОГО САЯНА

В печати широко освящено мнение (Т.Я.Корнев, А.Г.Еханян, 2013), что рудопроявления золота Верхнеамыльского золотоносного узла представляют собой стратоидные минерализованные зоны в риолитах, залегающих в горизонтах кремнистых сланцев верхних частей 4-х циклов накопления вулканогенных пород риолит-коматиит-базальтовой формации, сложенной рядом свит раннекембрийской (позднерифейской?) амыльской серии в Куртушибинской структурно-формационной зоне (СФЗ). Эта СФЗ по одноименному глубинному разлому примыкает с юго-запада к Центральному антиклинорию Западного Саяна, сложенному протерозойскими орто- и парасланцами джебашской серии. В зоне глубинного разлома вдоль системы швов и регионального расщеливания северо-восточного простирания в базальтоидах амыльской серии залегают тела серпентинизированных альпинотипных гипербазитов, расслоенных дунит-перидотитовых и габбро-анортозитовых интрузий.

На рубеже верхнего кембрия–ордовика породы Куртушибинской СФЗ были смяты в складки и прорваны небольшими штоками и дайками габбро-гранитоидной интрузии маинского (иджимского) комплекса. Гранитоидные дайки (силлы) этой интрузии золотоносны и картируются в базальтоидах по высоким кажущимся сопротивлениям.

По наблюдениям автора в коренных обнажениях, поисковых канавах и по керну скважин, рудопроявления золота, выявленные на участках Успенском и Седьмой Ручей поисковыми работами ГПКК «КНИИГИМС» (Н.Е.Зобов, Т.Я.Корнев, П.П. урганьков и др.) в 2010–2012 годах и предшественниками (В.И.Ящук и др., 1992ф), представляют собой крутопадающие дайки березитизированных гранитоидов в базальтоидной толще, несущие поперечные (лестничные) сульфидно-кварцевые прожилки.

На участке Успенском установлено 3 минерализованные сложно разветвленные дайки, а именно: Центральная, Восточная (Южная) и Западная.

Горно-буровыми работами в дайке Центральной по бортовому содержанию 0,5 г/т выделены рудные тела №2 и №3, разделенные клином слабо золотоносных пород, а в ее 2-х ответвлениях – рудные тела №4 и №5. Общая протяженность дайки Центральной составила 2416 м, а суммарная протяженность 4-х субпараллельных рудных тел – 6166 м. Для этих тел до глубины 55 м в пределах зоны окисления апробированы прогнозные ресурсы золота категории P_1 – 9,1 т при среднем содержании 1,4 г/т, средней мощности 24,2 м и среднем коэффициенте рудоносности (K_p) 0,51. Для отрезков рудных тел на глубинах от 55 до 200 м, оценены некондиционные для подземной добычи прогнозные ресурсы первичных руд категории P_1 – 21,0 т при тех же параметрах.

По дайке Восточной выявлено 2 тела №5 и №6 с суммарными прогнозными ресурсами окисленных руд категории P_1 – 0,6 т до глубины 55 м и первичных руд P_1 – 1,5 т Au на глубинах от 55 до 200 м. По дайке Западной, в связи с недостаточностью объемов заверочных работ, были приняты такие же прогнозные ресурсы, как и по зоне Восточной, поскольку аномалии золота и элементов-спутников (As, Cu, Pb, Zn, W, Mo, Ag) над зонами аналогичные.

На участке Ручей Седьмой также выявлено 3 дайки (Западная, Центральная и Восточная) березитизированных плагиогранитов, несущих лестничные кварцевые прожилки. В Восточной дайке по скважине №91 и канаве №9 установлено рудное тело №2 протяженностью 660 м со средним содержанием 1,63 г/т и мощностью 19,5 м при $K_p=0,27$. До глубины 55 м оценены прогнозные ресурсы категории P_1 – 0,9 т в окисленных рудах этого тела, а между глубинами 55 и 200 м – некондиционные для подземной добычи прогнозные ресурсы категории P_1 – 2,3 т в первичных рудах. В Центральной дайке рудных тел не выявлено.

К Западной дайке условно (без точной привязки) было отнесено рудное пересечение по канаве старателей №ТС, на самом деле вскрышей поперечную к дайке зону лимонитовых охр

в базальтоидах в плотике россыпи. Это рудное пересечение мощностью 4 м по 8-ми бороздовым пробам длиной 0,5 м каждая и 1-ой контрольной пробе показало среднее содержание 19,6 г/т золота. Фрагмент этой зоны был обнаружен автором и местным старателем в 800 м к ЮВ в виде целика коры выветривания в борту отработанной россыпи. Промывкой на лотке из охр этого целика были извлечены знаки крупного золота в сростках с кварцем. При длине зоны 800 м до глубины 200 м апробированы прогнозные ресурсы категории P_1 – 33,6 т золота, в том числе 9,2 т до глубины 55 м.

Типичным месторождением-аналогом выявленных рудопроявлений Верхнеамыльского золотоносного узла является уникальное по запасам Березовское золоторудное месторождение Среднего Урала, в исследовании особенностей локализации рудных тел которого в подземных горных выработках на горизонтах 412 и 512 м принимал участие автор в 1994 году. Березовское месторождение сложено базальтоидами, вмещающими 3 силла серпентинизированных гипербазитов, полого воздымающихся от периферии к центру рудного поля. Между изохорами мощностей 400 м и линиями выклинивания силлов породы прорваны золотоносными субмеридиональными крутопадающими дайками гранитоидов. Дайки разбиты поперечными вертикальными и диагональными нарушениями-сколами на ленты-блоки, смещенные относительно друг друга на первые метры-десятки метров. Эти ленты-блоки отличаются между собой густотой поперечных (лестничных) крутопадающих золото-сульфидно-кварцевых прожилков, локализованных в оперяющих сколах нарушений, ограничивающих блоки.

Обычно на 2-х метровом интервале даек имеется от 2-х до 10-ти прожилков, суммарной мощностью от 3 до 20 см. Содержания золота в прожилках колеблются от первых до сотен г/т. Березиты между прожилками содержат золото от следов до первых г/т. Золотоносные ленты-блоки даек называются полосовыми или лестничными жилами. С использованием самоходного оборудования в настоящее время они отрабатываются на массу подземным способом между горизонтами 512 и 712 м при минимальном промышленном содержании 1,3 г/т золота. До 2017 г. из месторождения добыто более 140 т золота.

В 8-ми дайках, протяженностью от 3000 до 8000 м и средней мощностью 8 м сосредоточено 96% запасов месторождения категории C_1 – 60 т и C_2 – 30 т со средними содержаниями 1,87 г/т. Запасы подсчитаны на глубинах от 712 до 1212 м. Оценены прогнозные ресурсы категории P_1 125 т золота в этом же промежутке глубин на флангах. Остальные 4% запасов сосредоточены в группе из 7-ми маломощных (1–3 м) и менее протяженных (500–5000 м) даек и в красичных жилах, получивших свое название по причине использования охр коры выветривания минерализованных зон для производства минеральных красок. Красичные жилы расположены в зонах брекчирования и рассланцевания, ограничивающих ленты-блоки даек. Они несут более богатую (4–8 г/т) прожилково-вкрапленную золото-сульфидную минерализацию в лиственизированных базальтоидах и серпентинитах, чем в полосовых жилах.

Рудопроявления Верхнеамыльского рудного узла, на примере геологической модели месторождения-аналога, рекомендуется в дальнейшем опосковывать не поперечными канавами, а продольными к дайкам траншеями. Опробование этих выработок позволит выделить ленты-блоки с промышленными содержаниями, а также обнаружить ограничивающие их зоны брекчирования и рассланцевания, вмещающие красичные жилы. Последние можно было бы вскрывать короткими поперечными канавами в промежутках между дайками, если бы главные из них не располагались в плотиках отработанных (иногда подземным способом) россыпей, перекрытых современным аллювием из перекрытых техногенных отложений, а также отвалами вскрышных пород.

Из богатых россыпей рек Изинзюль, Кундус-Сук и Акулька Верхнеамыльского узла, протянувшихся на 10–13 км поперек золотоносных гранитоидных даек, было добыто более 20 т золота. Можно надеяться, что профилями наклонных скважин, пробуренных поперек долин золотоносных рек, будут обнаружены богатые золотом красичные минерализованные зоны с прогнозными ресурсами 50–100 т золота.

Леонтьев В.И. (Санкт-Петербургский горный университет)
ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НОВЫХ ТИПОВ
КАК МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ВОСПРОИЗВОДСТВА
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО
РУДНОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)

Центрально-Алданский рудный район представляет собой уникальную рудоносную структуру с ресурсами порядка 1000 т Au и 600 000 т U (Казанский, 2004). Золоторудные и золото-урановые месторождения района уникальны не только по своему масштабу, но и по генезису. В.Е.Бойцовым (Бойцов и др., 2006) промышленное оруденение района подразделяется на две большие группы по типам месторождений: 1) собственно золоторудные месторождения на площади с интенсивным развитием мезозойских интрузий в карбонатных породах осадочного чехла и в мезозойских интрузиях: лебединский, куранахский, самолазовский, рябиновский типы; 2) золото-урановые и золото-уран-молибденовые месторождения в тектонических зонах кристаллического фундамента, находящиеся в пределах Эльконского горста: эльконский, минеевский, федоровский типы и тип зоны Интересной.

Оруденение района специфично и, по большей части, не имеет аналогов в России и в Море. Благодаря усилиям геолого-поисковых партий, научно-производственных и научных организаций, выполнен колоссальный объем работ по изучению геологии месторождений района и выявлению закономерностей локализации оруденения. Это позволило сформулировать четкие поисковые критерии и признаки, что в свою очередь привело к открытию множества коренных месторождений золота. В настоящее время перспективы открытия месторождений известных типов в Центральном Алдане – как хорошо изученном и промышленно-освоенном районе – невелики. Однако в последнее десятилетие выявлен ряд новых типов оруденения. В большинстве случаев к их выявлению привело изучение глубоких горизонтов известных месторождений. Таким образом, на месторождении куранахского типа Надежда под золотоносными карстовыми воронками выявлены минерализованные зоны дробления, имеющие промышленное значение и в настоящее время успешно отрабатываемые. На Самолазовском месторождении при изучении глубоких горизонтов выделено два новых типа золото-теллуридного оруденения – прожилково-вкрапленный штокверковый внутри мезозойских интрузий и брекчиево-жильный, распространенный в виде линейных крутопадающих минерализованных зон и сложенный бонанцевыми рудами. При разведке залежи лебединского типа Подголецная, локализованной в карбонатных породах осадочного чехла, было выявлено промышленное оруденение и в породах кристаллического фундамента, представленное пологими залежами метасоматитов с золото-теллуридной минерализацией, контролируемых тектоническим нарушением. При детальном минералого-геохимическом изучении известных золоторудных зон Джекондинская и Бирская, ранее относимых к эльконскому типу, было установлено, что руды сложены золото-аргентит-сульфосольной эпитермальной минерализацией и представляют новый для района тип.

В результате проведенных исследований были созданы геолого-генетические модели оруденения новых типов. На их основе были разработаны многофакторные прогнозно-поисковые модели, призванные способствовать расширению и воспроизводству минерально-сырьевой базы региона. Выявление новых типов оруденения позволяет говорить о том, что золоторудный потенциал района ещё далеко не исчерпан и полностью не раскрыт. Район находится на пороге перехода от легкооткрываемых месторождений к месторождениям скрытым, сложным для поисков. В данный переходный момент очень важно иметь хорошо обоснованную научно-методическую базу для поисков объектов новых типов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00334 мол_а.

**Мамедов В.И. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В.Ломоносова), Чаусов А.А. (Geoprospects ltd),
Макарова М.А. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В.Ломоносова), Оконов Е.А. (Geoprospects ltd)**
**ВОЗМОЖНО ЛИ ОБРАЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ ВЫСОКОГО
КАЧЕСТВА МЕХАНОГЕННО-ОСАДОЧНОГО ГЕНЕЗИСА?**

В пределах крупнейшей бокситоносной провинции Фута Джалон-Мандинго был проведен анализ фаций континентальных образований вблизи к крупным месторождениям высококачественных латеритных бокситов. Изучение фаций континентальных отложений позволяет оценить принципиальную возможность формирования залежей высококачественных бокситов механогенно-осадочном путем. Были исследованы континентальные отложения в крайних членах их фациального ряда: 1) элювиальные отложения, оставшиеся на месте своего формирования и представляющие собой область мобилизации вещества (то есть это первичные образования, питающие все типы континентальных отложений); 2) аллювиальные отложения, претерпевшие наиболее значительный перенос и наиболее существенную сортировку в континентальных условиях.

Элювиальные образования (рыхлая вскрыша) распространены практически повсеместно на поверхности бовалей и являются полигенными. Грубо-крупно-среднеобломочный материал (по составу близкий к бокситам) является местным автохтонным, образовавшимся за счет разрушения подстилающих пород латеритного покрова. Мелкопесчанно-алевритовый и глинистый материал (с SiO_2 до 35–45%) имеет преимущественно эоловое происхождение, что подтверждено наличием хлорита и калиевого полевого шпата. Таким образом, материал вовлекающийся в перенос и переотложение изначально хуже по качеству, чем породы латеритных покровов, при этом, чем мельче материал, тем существеннее отличие от латеритных покровов. Но возможны ли сортировка и избирательное накопление бокситового вещества в различных фациях континентальных отложений? Для ответа на этот вопрос были изучены современные аллювиальные отложения русловых и пойменных фаций долины реки Когон, расположенной в окружении месторождений Силидара, Сангареди, Бидикум, на которых широко развиты бокситы экстра качества ($\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 55\%$). В аллювиальных отложениях преобладают обломки гравийной и галечной размерности (обломками местных бокситов) при существенно подчиненной роли песчаных частиц, представленных в основном железистыми латеритами. В русловых фациях аллювия, наиболее хорошо промытых от мелких фракций, содержания Al_2O_3 до 44–42%, что свидетельствует о высокой доле обломков бокситов, переотлагающихся с ближайших месторождений, и Fe_2O_3 19–23.5%, обычные для латеритных бокситов среднего качества. Однако, высокое содержание SiO_2 (10.5–33%) и $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 = 2.2$ не позволяет отнести русловые фации аллювия к бокситам. В песчано-глинистых отложениях поймы резко уменьшается количество Al_2O_3 и $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ падает меньше 1, а также резко увеличивается количество органического вещества. Таким образом, аллювиальные отложения реки Когон повсеместно являются небокситовыми, в первую очередь из-за высокого содержания кремнезема.

Материал разрушающихся бокситоносных латеритных покровов, вовлекаясь в перенос и переотложение в континентальных условиях, испытывает последовательное ухудшение качества руды ввиду загрязнения ее эоловым кремнеземом. Континентальные отложения различных фаций не являются по составу бокситами высокого качества, даже в уникально благоприятных условиях. Механогенно-осадочный процесс не обеспечивает условия для пространственного разделения алюминия и железа, без которых формирование месторождений бокситов высокого качества не может иметь место.

Минькин К.М. (ФГУП ЦНИГРИ)
ПЕРВИЧНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЛОКАЛИЗАЦИЮ
ПОЛИГЕННО-ПОЛИХРОННЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
В ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ВАРИСЦИД
УРАЛО-ТЯНЬШАНЬСКОГО РЕГИОНА

Значимые для металлогении Урало-Тяньшаньского региона полигенно-полихронные золоторудные месторождения вулканогенно-терригенных комплексов варисцид отличаются сочетанием разнообразных типов оруденения (золото-сульфидного, золото-сульфидно-кварцевого и золото-кварцевого), связанных с первичным отложением, преобразованием и перераспределением рудного вещества в меняющихся во времени геологических обстановках (Н.К.Курбанов, 1999). Для целей прогноза и поисков месторождений такого типа представляется важной задача выявления факторов, определяющих первичную локализацию руд золота.

По результатам многолетнего изучения типовых для Урало-Тяньшаньского региона полигенно-полихронных золоторудных месторождений Миндякского и Малокаранского рудных полей (Ю. Урал), а также Кокпатасского рудного поля (Ц. Кызылкумы) нами выделен ряд первичных (конседиментационных) структурных факторов, играющих важнейшую роль, наряду с другими первичными геологическими факторами (литолого-фациальными, магматическими, геохимическими и др.), в локализации руд золота, в том числе:

- приуроченность месторождений к системе рифтогенных грабен-синклиналей, выполненных позднепалеозойскими (D_3 – C_1 на Урале и C_2 в Ц. Кызылкумах) вулканогенно-терригенными комплексами пород, региональная позиция которых определяется зонами глубинных разломов;

- контроль размещения месторождений литолого-стратиграфическими уровнями и подуровнями развития вулканогенных базальтоидных пород, которые повторяются в разрезе полициклично построенных рудовмещающих вулканогенно-терригенных комплексов;

- в пределах рудоконтролирующих литолого-стратиграфических уровней контроль размещения месторождений и рудоносно-рудовмещающих вулканогенных (лавовых, лавобрекчиевых, разнообломочных вулканомиктовых и вулканогенно-осадочных) базальтоидных пород локальными вулcano-тектоническими палеограбенами;

- контроль локализации месторождений синвулканическими разрывными нарушениями и элементами вулcano-тектонического рельефа палеограбенов.

Следует отметить, что выявление упомянутых первичных структурных факторов, определяющих локализацию месторождений, затруднено вследствие неоднократного воздействия поздних складчатых и разрывных деформаций, интрузивного магматизма, сопровождаемых метаморфическими (динамотермальными) и гидротермально-метасоматическими процессами.

Вместе с тем, результаты традиционных методов фациально-формационного и структурного анализа, полученные при изучении золоторудных месторождений Миндякского, Малокаранского и Кокпатасского рудных полей, позволили определить основные закономерности их размещения и особенности первичного строения, реконструировать первичные (сингенетические) рудоконтролирующие структурные элементы, которые необходимо учитывать при прогнозе и поисках месторождений подобного типа на Южном Урале.

Мясников Ф.В. (пенсионер)
ПРОГНОЗНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ
ПРИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ НА ЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ
ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ

В сущности, все модели неверны, но некоторые – полезны. /Джордж Бокс/

Развитие прогностического и поискового потенциала геологоразведочных работ на алмазы в пределах закрытых площадей Западной Якутии остается актуальной проблемой. Приводится опыт использования математического моделирования при реконструкции положения кровли мирнинской свиты среднего кембрия и эродированной поверхности холомолахской свиты верхнего кембрия на время захоронения последней посткимберлитовыми верхнепалеозойскими и мезокайнозойскими образованиями в условиях Мало-Ботуобинского алмазоносного района (МБР) и сопредельной территории на площади около 20 тыс. км².

Геологическим основанием для использования аналитических палеорекопункций является конформность структурных форм указанных поверхностей, обусловленная их общей, после захоронения кимберлитовмещающих пород, историей развития. Количественная оценка и поэтапное исключение «общности» из наблюдаемого в настоящее время положения кровли мирнинской свиты и эродированной поверхности карбонатного цоколя позволили получить их пространственные модели, как для раннего карбона, так и для среднего и позднего карбона.

Поверхность холомолахской свиты МБР и сопредельных территорий к концу серпуховского века имела общий уклон в южном и юго-восточном направлении. Размах альтитуд рельефа составлял 300–350 метров, минимальные отметки рельефа фиксируются в районе Мирнинского кимберлитового поля, которое в тот период размещалось в области седиментации Вилуйско-Патомского авлакогена. Цифровая модель рельефа МБР к концу раннего карбона представляется впервые. Вместе с этим, она согласуется с литолого-палеогеографическими схемами Белова, Матухина, Подвысоцкого, Яныгина и, возможно, других исследователей, неизвестных автору тезисов.

Реконструкции рельефа на средний-верхний карбон показывают изменение общего уклона с юго-восточного на юго-западное (западное) и существенное выравнивание рельефа, его пенепленизацию. Размах отметок составлял не более 125 метров, минимальные отметки рельефа отмечаются на западе территории, где начала формироваться Тунгусская синеклиза. Модель рельефа хорошо согласуется с многочисленными палеогеографическими реконструкциями территории, которые известны в отчетах геологоразведочных экспедиций, научных организаций, диссертациях, статьях и монографиях.

Модели кровли мирнинской свиты в раннем, среднем-верхнем карбоне в сопоставлении с положением этой структурной поверхности, наблюдаемой в настоящее время, позволяют оценить характер, масштабы и историю развития в посткимберлитовый этап различных тектонических дислокаций территории. Важным, с прогнозно-поисковой точки зрения, является выявление рифтоподобных структур северо-восточного простирания в пределах северо-западной части Чернышевско-Лапчанской площади МБР (Нижнеботуобинская палеовозвышенность и ее склоны). Рассмотрение моделей палеорельефа и кровли мирнинской свиты, составленных на ранний карбон, как для Чернышевско-Лапчанской площади, так и для МБР в целом, совместно с данными обработки минералов-спутников алмаза, позволили установить кимберлитоконтролирующую роль этих тектонических дислокаций. Область пересечения рифтоподобных структур, которые инверсировали в антиформы при заложении и развитии Тунгусской синеклизы, с тектоническими нарушениями северо-западного направления, проявленными как горизонтальные структуры сдвига, определили размещение кимберлитовых и базитовых трубок взрыва на Чернышевско-Лапчанской площади.

Николаева Э.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Кукуй И.М. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО))
МОДЕЛИ ЭОЛОВЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ МИНЕРАЛОВ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

Методы поисков месторождений алмазов по эоловым ореолам рассеяния индикаторных минералов кимберлитов (ИМК) разработаны хуже, чем по другим типам ореолов. Это объясняется тем, что в ископаемом состоянии их диагностика затруднена, а среди четвертичных алмазоносных отложений России они не известны, т.к. являются особенностью сухих тропических зон. Для создания моделей эоловых ореолов рассеяния использованы материалы, собранные во время выполнения полевых работ 2014–2017 гг., в районе кимберлитового поля Орапа (Ботсвана), расположенного в пустыне Калахари на юге Африки.

В районе поля Орапа широко развиты эоловые отложения, который практически на всей территории содержат в разном соотношении пиропы и пикроильмениты. В ореолах часто происходит совмещение ИМК различной степени износа (I – неизношенные, II – слабо изношенные, III – средне изношенные, IV – сильно изношенные, V – очень сильно изношенные), которые удалены на различные расстояния от кимберлитовых тел: ближнее (первые км), умеренное (до 30–40 км) или дальнее (десятки и сотни км).

В изученном районе и на сопредельных территориях пиропы и пикроильмениты сильной степени износа, а также корродированные зерна, являющиеся транзитными, создают общий минералогический фон (до 10 зн./20 л). Они аккумулируются в геоморфологических ловушках, где образуют повышенные концентрации (20–30 и более зн./20 л). Поэтому при прогнозировании и поисках необходимо обращать внимание, в первую очередь, не столько на количество зерен ИМК, сколько на их износ.

На примерах известных кимберлитовых трубок поля Орапа (АК10, АК22 и АК23) детально охарактеризованы эоловые ореолы рассеяния ближнего переноса, которые характеризуются наличием ИМК преимущественно I–II классов, и располагаются вблизи кимберлитовых тел.

Максимальные концентрации пиропов и пикроильменитов I–II классов износа (сотни и тысячи зн./20 л) фиксируются над трубками в пределах небольших по площади участков (около 50х100–300 м). ИМК представлены зернами с преобладанием фракций +1 мм и -1+0,5 мм, часто встречаются зерна более 2 мм, содержания которых резко сокращается по мере удаления от тела.

На расстоянии более 1 км от источника слабо изношенные зерна присутствуют в виде единичных знаков, а «минералогический сигнал» от трубки сводится до минимума. Содержания ИМК в ореолах от трубок по крайней мере на 2 порядка ниже, чем в кимберлитах. Не исключено, что кимберлитовые минералы в 20-литровых пробах вообще могут отсутствовать.

Очевидно, что выявление таких участков с аномальными содержаниями ИМК опробованием по сети 1х1 км или 500х500 м крайне сложно, а в большинстве случаев невозможно. Для обнаружения кимберлитовых тел шлихо-минералогическим методом в аналогичных обстановках необходимо выполнять отбор проб по более детальной сети: 100х100 м или 200х200 м. Оптимальный объем проб при мощности перекрывающих отложений до 10–20 м составляет 20–50 л. При проведении поисков на площадях с большей мощностью перекрывающих отложений (20–30 м) необходимо увеличивать объем проб до 100 л, а при мощностях 30–80 м и до 250 л.

Необходимо учитывать, что даже единичные зерна ИМК без износа или со слабой степенью износа, обнаруженные в эоловых отложениях, имеют важное поисковое значение. Такие находки свидетельствуют о близости коренного источника и дают основание для проведения более детального шлихового опробования на этих участках.

Сделанные выводы могут быть использованы при поисках месторождений алмазов на территориях со сходными палеогеографическими обстановками.

Окулов А.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОЙ
ПЕРСПЕКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ
ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ)

Топольнинское рудное поле сформировалось в связи с внедрением гранитоидов топольнинской ассоциации (D_2) в карбонатно-терригенные отложения (S_1-D_1). Магматические образования рудного поля представлены ранним ограниченно проявленным куяганским риолит-дацит-андезитовым комплексом (D_2) и более поздней топольнинской габбро-гранодиорит-гранитной ассоциацией (D_2). Первый образует дайки и редкие штоки дацитов и плагиориолитов; вторая формирует два массива гранитоидов (Топольнинский и Караминский), и комплекс даек «пестрого» состава. Вмещающие породы в области контактов с массивами в различной степени ороговикованы и мраморизованы, здесь же локализованы тела золотоносных скарнов, скарноидов и жильно-прожилковых зон золото-сульфидно-кварцевого состава.

В целом в рудном поле золоторудные проявления локализованы в сходной геолого-структурной обстановке – они приурочены к зоне ближнего экзоконтакта Топольнинского и Караминского массивов гранитоидов с карбонатно-терригенными отложениями раннего силура и раннего девона. В ходе проведенных автором исследований было установлено, что в рудном поле выделяется два типа золоторудных объектов, отличающихся по степени перспективности. Наименее перспективные и наиболее многочисленные объекты первого типа (проявление Сухая Грива, участки Чертова Яма, Чертова Грива и др.) представлены золотоносными скарнами, наиболее перспективные и наименее многочисленные объекты второго типа (проявления Баяниха, Лог-26) – золотоносными скарнами, скарноидами с совмещенными золото-сульфидно-кварцевыми минерализованными зонами.

По результатам изучения, анализа и обобщения данных о геологическом строении золоторудных проявлений рудного поля для каждого из типов были выявлены характерные черты геологического строения. Выполненные исследования в сочетании с материалами, полученными при обобщении результатов ранее проведенных тематических и геолого-поисковых работ, позволили объяснить закономерности формирования и локализации золоторудных объектов Топольнинского рудного поля для каждого типа объектов.

На объектах обоих типов рудовмещающие образования представлены ороговикованными песчаниками, алевролитами, мраморизованными и скарнированными известняками, известковистыми алевролитами. Объекты наиболее перспективного второго типа локализованы в области контакта массивов гранитоидов с интенсивно дислоцированной терригенно-карбонатной толщей, в то время как на объектах первого типа вмещающие терригенно-карбонатные толщи менее дислоцированы. Рудоконтролирующие нарушения на объектах первого типа представлены разрывами, конформными контакту массива гранитоидов и его апофизам. Тектоническая нарушенность в целом низкая. На объектах второго типа рудоконтролирующие нарушения представлены фрагментами региональных разрывов Ануйского тектонического блока северо-западного простирания, как правило, согласные по отношению к породам рудовмещающей толщи. Неоднократной активизацией нарушений этой группы обусловлено наличие многочисленных разновозрастных даек «пестрого» состава, а так же совмещение в единых рудных телах золото-скарновой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации.

Золотоносность скарнов и скарноидов на объектах обоих типов определяется апоскарновой пропилитоподобной ассоциацией (актинолит, эпидот, хлорит, ограниченно проявленные кварц и карбонат). Рудные минералы этой ассоциации (1–5%) – пирит, халькопирит, борнит, халькозин и ковеллин, более редкие висмутин и теллуриды висмута, свинца, серебра. Более поздние жильно-прожилковые минерализованные зоны в березитах, проявленные на объектах второго типа. Рудные минералы в количестве первых процентов – пирит, арсенопирит, реже галенит, сфалерит, вольфрамит и минералы группы блеклых руд.

**Прусакова Н.А., Громцев К.В., Лаптев М.М., Иванова Е.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ЗИМНЕБЕРЕЖНОГО
АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА В СВЯЗИ С ПРОГНОЗОМ
КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ**

ФГУП ЦНИГРИ на протяжении последних лет проводило прогнозно-минерагеническое районирование территории юго-восточного замыкания Кольского полуострова с выделением алмазоперспективных площадей ранга поля и куста тел. В процессе этих работ проводилось, в частности, и изучение особенностей глубинного строения рассматриваемой территории. Целью данных работ являлось выделение глубинных геофизических факторов (предпосылок), которые могут являться индикаторами перспективных площадей искомых рангов. Выделение индикационных факторов выполнялось в режиме сопоставления с Зимнебережным алмазонасным районом и на основе его глубинной геофизической прогнозно-поисковой модели, разработанной ФГУП ЦНИГРИ. Были проанализированы особенности сейсмических разрезов земной коры вдоль фрагментов профилей ГСЗ-МОВЗ, пересекающих рассматриваемые территории. Для территории юго-восточного замыкания Кольского полуострова и эталонной Зимнебережной площади с использованием одних и тех же приемов и компьютерных программ (Surfer, Geosoft Oasis montaj, Sigma 3D) проводились анализ и интерпретация аномальных особенностей гравитационного и магнитного полей с моделированием глубинного строения верхней части земной коры.

Сравнительный анализ особенностей глубинного строения изученной территории юго-восточной части Кольского полуострова и эталонной Зимнебережной площади показал следующее.

– По сейсмическим характеристикам земная кора в пределах юго-восточного замыкания Кольского полуострова отличается от центральной части Зимнебережного алмазонасного района, где расположено большинство кимберлитовых тел, в том числе и промышленно алмазонасные. Тем не менее, в сейсмических характеристиках земной коры рассматриваемой территории отмечается сходство с северной частью Зимнебережного алмазонасного района, где расположено Мельское поле кимберлитовых силлов.

– По данным интерпретации аномальных особенностей гравитационного и магнитного полей в глубинном строении юго-восточной части Кольского полуострова выделяются линейные и нелинейные (площадные) физико-геологические неоднородности (глубинные геофизические факторы), аналогичные тем, которые контролируют позицию (локализацию) различных по своей представительности групп (полей, кустов) магматических тел Зимнебережного алмазонасного района. Данное обстоятельство позволило использовать выделенные глубинные геофизические факторы в качестве индикационных предпосылок (косвенных индикационных факторов) при прогнозировании в пределах рассматриваемой территории юго-восточного замыкания Кольского полуострова перспективных площадей ранга потенциально алмазонасных полей и кустов тел.

Согласно выполненным прогнозным построениям, на территории изученной юго-восточной части Кольского полуострова по комплексу глубинных геофизических предпосылок были спрогнозированы Пялицкое и Пулонгское потенциально алмазонасные поля. В их пределах локализованы прогнозируемые кусты тел. Часть из них получила подтверждение на основе анализа характера распределения на площади работ минералогических признаков-индикаторов коренной алмазонасности.

**Саблуков С.М. (ООО ИНПК «РУСГЕО»), Ермаков Н.С., Белов А.В., Лешуков С.И.
(ООО «Архангельские алмазы»), Саблукова Л.И. (ООО ИНПК «РУСГЕО»)
УНИКАЛЬНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ АЛМАЗОНОСТИ УСТЬЯНСКОГО РАЙОНА
В СВЕТЕ НОВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ КОМПАНИИ
«АРХАНГЕЛЬСКИЕ АЛМАЗЫ»**

Со времени открытия месторождения алмазов им. Гриба в Архангельской области прошло уже 22 года. За это время разными российскими компаниями обнаружено около двадцати тел кимберлитов и родственных им пород в Зимнебережном кимберлитовом районе и в Нёнокском районе Онежского полуострова, однако месторождений алмазов среди них не выявлено. По сути, поисковые работы на алмазы в Архангельской области (да и в целом на Русской платформе) зашли в тупик.

Такая ситуация вынуждает, наряду с неизбежным и очевидным продолжением детализации поисковых (и заверочных) работ в единственном пока промышленно-алмазоносном районе Зимнего Берега, выходить на новые перспективные территории, расположенные в более благоприятных геологических условиях – ближе к центру Русской платформы и применять на этих новых территориях изначальные, самые очевидные методические приёмы поисков, в основе которых, наряду с благоприятными региональными и локальными поисковыми предпосылками лежит присутствие на площади прямых поисковых признаков – кристаллов алмаза. Основываясь на таком методическом подходе, к 1954 году (ещё до открытия первых кимберлитов) были выделены и окартурены **ВСЕ** известные и сегодня 4 промышленно-алмазоносные районы Якутской провинции.

Одним из интереснейших и важнейших результатов этого вида поисковых работ на Русской платформе является установление факта реальной россыпной алмазоносности современного аллювия и ледниковых отложений Устьянского перспективного района. Здесь обнаружено 9 кристаллов алмаза, которые по особенностям морфологии (октаэдры и додекаэдрониды) и соотношению структурных примесей азота, водорода и плейтелетс практически не имеют аналогов среди алмазов известных месторождений Архангельска, Урала и Тимана. Это указывает на их поступление из нового, ещё не известного кимберлитового источника, который может иметь мезозойский возраст и обладать высокой алмазоносностью и высоким качеством алмазов. Находки крупных (до 4 мм) ювелирных кристаллов алмаза в пробах минимального объёма (20–40 л) на очень ограниченной площади (5 кристаллов на 100 км²), наряду с другими (всеми возможными) благоприятными предпосылками, позволяет характеризовать поисковую ситуацию в Устьянском перспективном районе и, прежде всего, на лицензионном участке «Зимний», как уникальную для всей Европейской России, сходную только с ситуацией в промышленно-алмазоносных районах Якутии (Далдыно-Алакитском, Мало-Ботуобинском и Средне-Мархинском).

В то же время необходимо отметить, что таких сложных условий ведения поисков алмазных месторождений, как в Устьянском районе (и соседних территориях) нет больше нигде в Мире. Именно поэтому прямое применение простых поисково-заверочных методик «Зимнебережного» образца не привело пока к открытию коренных месторождений в этом районе. Для этого здесь необходимо применение новых, самых современных геофизических и минералогических методов поисков и интерпретации результатов. Первое же применение новых электроразведочных методов летом 2017 года позволило подтвердить глубинную природу нескольких наиболее обнадеживающих магнитных аномалий ПГУ-1 (и отбраковать заведомо ложные, поверхностные аномалии). Проведение дополнительных геофизических работ и заверка бурением наиболее перспективных аномалий должны в ближайшее время привести к открытию нового, Устьянского алмазоносного района на Юге Архангельской области. Непреднамеренное совпадение названия лицензионного участка «Зимний» с ласкающим слух словосочетанием «Зимний Берег» может оказаться пророческим.

Серавина Т.В., Кузнецов В.В., Кудрявцева Н.Г., Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
КОЛЧЕДАННО-СЕРЕБРО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ
ЧЕРЕМШАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА

В истории развития Сихотэ-Алиньской металлогенической провинции в позднем мезозое начинает формироваться Алиньский вулcano-плутонический пояс. С эволюцией строения пояса связано формирование вулканитов риолит-дацит-андезит-базальтового состава и ко-магматических с ними интрузий гранитов и гранодиоритов, с которыми связано полиметаллическое оруденение Дальнегорского рудного района (Петров и др., 2009). Дальнегорский рудный район имеет длительную историю развития, его освоение началось с 1909 года. Район характеризуется наличием месторождений скарнового и VHMS типов. В следствии того, что происходит исчерпание запасов месторождений скарнового типа, отрабатываемых в районе, в настоящее время особый интерес представляет Черемшанский рудный узел, в пределах которого известны Майминское, Красногорское месторождения и рудопроявления (Арцевское, Трехреченское, Сарафанное, Осеннее, Магнитное, Заветное, Шептунское, Высокое и другие), которые относятся к колчеданно-серебро-свинцово-цинковому типу (Нойон-Тологойский тип) в вулканогенных ассоциациях.

Черемшанский рудный узел сложен верхнемеловыми породами жерловых, околожерловых и промежуточных фаций вулканизма. Вулканические и вулканогенно-осадочные породы турон-сантонского возраста (Приморская серия (K_2pr)) относятся к последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации, которая является рудоносной. Среди пирокластических и туфогенно-осадочных пород преобладают туфы различной размерности, кремнистые туффиты, туфоалевролиты, туфопесчаники. Магматические образования формировались на протяжении всего верхнемелового периода и широко развиты в пределах рудного узла. Линейные разломы северо-западного, северо-восточного, широтного, реже субмеридионального направлений образуют вместе с вулcano-тектоническими депрессиями и палеовулканами сложную блоковую структуру рудного узла. Разломы долгоживущие, синвулканического заложения, крутопадающие и вертикальные. Вдоль разломов располагаются изометричные интрузии гранитов и штоки диоритов дальнегорского комплекса. Измененные породы представлены продуктами гидротермального метаморфизма (серицитизация, хлоритизация, эпидотизация, окварцевание, сульфидизация и карбонатизация), в меньшей степени контактового (ороговикование).

Эталонными для Черемшанского рудного узла являются Красногорское и Майминское месторождения. Промышленное оруденение Красногорского месторождения представлено жильным типом, рудные тела которого локализованы за пределами жерла палеовулкана в двух системах разрывных нарушений, принадлежащих СЗ и широтному глубинным разломам, которые являются основными рудовмещающими структурами. Помимо этих разрывных нарушений присутствуют межпластовые и внутрипластовые, которые могут контролировать пологое, стратифицированное оруденение. Измененные породы жерла (зона подводящего канала) вмещают непромышленное полиметаллическое и оловянное оруденение и единичные жилородоподобные зоны серебряной минерализации.

В пределах Черемшанского рудного узла вскрыта гнездово-прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация, приуроченная к кварц-серицит-хлоритовым, серицит-хлоритовым или кварц-баритовым метасоматитам. Среди сульфидов обычно преобладают пирротин и сфалерит, в меньших количествах присутствуют пирит, галенит, халькопирит, арсенопирит, марказит, пентландит, буланжерит. Наиболее распространены прожилки и гнезда пирротинового и сфалерит-пирротинового состава с примесью других сульфидов. Отмечаются также скопления пирита, сложенные агрегатами гранобластовой структуры. Отмечаются также гнезда галенит-халькопирит-пирротинового состава. Из жильных минералов в сростании с сульфидами отмечаются кварц, серицит, хлорит, барит.

Подводя итог, можно сделать вывод, что рудовмещающей (возможно и рудогенерирую-

щей) является вулканогенная базальт-андезит-дацит-риолитовая геологическая формация. Соотношение в ее составе кремнисто-терригенных и вулканогенных отложений определяется с одной стороны близостью вулканоаппаратов (субвулканических отложений – относящихся к жерловым фациям вулканизма), а с другой, самим характером и интенсивностью вулканической активности в пределах рудных полей и месторождений. Для месторождений характерны рудные зоны, контролируемые секущими и согласными синвулканическими разрывными нарушениями.

Таким образом, в последние десятилетия важное промышленное значение в МСБ свинца и цинка приобретают колчеданно-серебро-свинцово-цинковые месторождения, связанные с молодым вулканизмом вулкано-плутонических поясов.

Хасанов В.Н. (ФГУП ЦНИГРИ)

**ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ
В ПРЕДЕЛАХ ИОЧИМО-БОЛЬШЕПИТСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ
ПОДЗОНЫ ЧЕРНОРЕЧЕНСКО-КАМЕНСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ
ЗОНЫ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

В пределах Чернореченско-Каменской структурно-формационной зоны (СФЗ) Енисейского кряжа, специализированной на золотое оруденение, выделяется Иочимо-Большепитская структурно-формационная подзона (СФПЗ), сложенная преимущественно терригенными отложениями сухопитской серии нижнего, среднего рифея (кординская, горбилокская и удерейская свиты и др.). В этих образованиях установлены месторождения и многочисленные рудопроявления золото-кварцевой формации, большая часть из которых приурочена к ограничивающему подзону с запада Ишимбинскому глубинному разлому. По своему расположению в пределах подзоны эти золоторудные объекты обособлены в три самостоятельные группы, которые вместе с вмещающими их терригенными комплексами предварительно рассматриваются в качестве самостоятельных рудных узлов. В северной части Иочимо-Большепитской СФПЗ расположена группа месторождений и рудопроявлений золота Советского рудного узла, где известно крупное по масштабам месторождение Советское. В центральной части Иочимо-Большепитской СФПЗ известна группа месторождений и рудопроявлений золота Перевальненского рудного узла, где ведущим месторождением, средним по масштабам, является Эльдорадо. В южной части Иочимо-Большепитской СФПЗ – малоизученный Нижне-Чиримбинский рудный узел с известными рудопроявлениями Марокское и Яхотинское. Автором детально изучался Нижне-Чиримбинский рудный узел, а по двум другим узлам использованы данные многочисленных исследователей золотого оруденения Енисейского кряжа (Богданович, 1962; Ли, 1977; Бернштейн, 1954; Стороженко, 2010; Москалев, 2015).

Для каждой группы месторождений выявлены особенности позиции, условий локализации и минерального состава золоторудной минерализации, которые могут рассматриваться в качестве ведущих критериев прогнозирования золотого оруденения этих рудных узлов. Ниже рассмотрены эти критерии прогнозирования.

Советский рудный узел (месторождения Советское, Доброе, Полярная Звезда и ряд рудопроявлений). Критерии прогнозирования этого рудного узла охарактеризованы на примере ведущего крупного месторождения золота – Советское. Руды месторождения локализованы в терригенных отложениях удерейской свиты сухопитской серии, слагающих юго-западное крыло антиклинали второго порядка. Внутреннюю структуру месторождения определяют складки более высоких порядков. Рудовмещающими являются сланцы нижеудерейской подсвиты – темно-серые и зеленовато-серые, углеродсодержащие кварц-хлорит-серицитовые, реже кварц-серицит-хлоритовые филлитовидные сланцы. Золотоносными являются жильно-прожилковые системы карбонатно-сульфидно-кварцевого состава, образующие линейные квар-

цево-жильные зоны протяженностью до 1000 м, мощностью до 300 м и сопровождаемые метасоматитами биотит-кварц-серицитового состава. В пределах кварцево-жильных зон выделяются участки, насыщенные рудной минерализацией, протяженностью до 735 м, мощностью от 1,0 до 75,8 м, которые соответствуют рудным телам. Рудная минерализация представлена главным образом пиритом (ок. 80% общего количества сульфидов), в подчиненном количестве – арсенопирит, реже встречаются пирротин, сфалерит, галенит, халькопирит, марказит и т.д.

В геохимических полях рудные зоны месторождения сопровождаются вторичными ореолами золота интенсивностью до 0,01 г/т, аномалиями серебра, свинца, реже цинка, меди, кобальта и никеля. Над участками с промышленным оруденением (рудными телами) концентрации золота во вторичных ореолах рассеяния достигают 1,0 г/т и более.

Перевальненский рудный узел (месторождения Эльдorado, Пролетарское, Вершинка, Ударное, Первенец и т.д.). Критерии прогнозирования этого рудного узла охарактеризованы на примере среднего по масштабам месторождения золота – Эльдorado. Руды месторождения локализованы в терригенных отложениях горбилloxской свиты сухопитской серии, слагающих северо-восточное крыло антиклинали второго порядка. Рудовмещающими являются кварц-биотитовые, кварц-биотит-серицитовые, кварц-биотит-мусковитовые, нередко гранатсодержащие сланцы. Золотоносными являются жильно-прожилковые системы сульфидно-кварцевого состава общей протяженностью до 2650 м и сопровождаемые метасоматитами хлорит-кварц-серицитового состава. В пределах кварцево-жильных зон выделяются участки, насыщенные рудной минерализацией, протяженностью до 1380 м, мощностью до 26,9 м, которые соответствуют рудным телам. Характерной особенностью золотоносных кварцевых прожилков является развитие в их зальбандовых частях оторочек биотита, хлорита, а также вкрапленности сульфидов и граната. Рудная минерализация представлена главным образом арсенопиритом, в подчиненном количестве присутствует пирротин, реже встречаются пирит, сфалерит, галенит, халькопирит и т.д.

В геохимических полях рудные зоны месторождения сопровождаются вторичными ореолами золота, свинца, меди, мышьяка, кобальта, хрома и марганца.

Нижне-Чиримбинский рудный узел (рудопроявления Марокское, Яхотинское). Критерии прогнозирования этого рудного узла охарактеризованы на примере известного рудопроявления золота – Марокское. Рудопроявление приурочено к восточному крылу сложно построенной, локальной горст-антиклинали второго порядка, сложенной терригенными отложениями кординской, горбилloxской и удерейской свит сухопитской серии. Рудная минерализация приурочена к тектонически осложненным контактам вышеперечисленных свит, в кварц-биотитовых, кварц-хлорит-серицитовых, серицит-хлорит-кварцевых сланцах, нередко гранатсодержащих. По узким линейным зонам вдоль разрывных нарушений субмеридионального простирания, согласно простиранию пород продуктивных толщ, развиваются локальные (околорудные) метасоматиты, представленные окварцованными сульфидизированными (пирит, арсенопирит) и пропилитизированными сланцами. Промышленное золотое оруденение контролируется зонами околорудных метасоматитов и интенсивного кварцевого прожилкования. Носителем рудного вещества являются кварцевые жильно-прожилковые системы северо-восточного простирания (30–60°). Однако выявленные и оконтуренные рудные зоны подчинены блоковой тектонике и простираются в субмеридиональном направлении (350–10°). Характерной особенностью золотоносных кварцевых прожилков является развитие в их зальбандовых частях оторочек биотита, хлорита, а также вкрапленности сульфидов и граната. Рудная минерализация представлена главным образом пирротином, в подчиненном количестве – арсенопиритом, реже встречаются пирит, сфалерит, галенит, халькопирит и т.д.

В геохимических полях рудные зоны Марокского рудопроявления характеризуются повышенными содержаниями золота, мышьяка, серебра, свинца, кобальта, вольфрама и бора.

В докладе сопоставлены критерии золотоносности каждого из рудных узлов, обоснован вывод о необходимости использования этих критериев при прогнозировании рудных объектов в пределах наименее изученного Нижне-Чиримбинского рудного узла.

Хасанов В.Н., Алямкин В.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
КРИТЕРИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ
В ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ РИФЕЯ В ПРЕДЕЛАХ БЛАГОДАТСКОГО
РУДНОГО ПОЛЯ МАМОН-ПЕТРОПАВЛОВСКОГО РУДНОГО УЗЛА
(КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Мамон-Петропавловский рудный узел расположен в южной части Енисейского края Южно-Енисейского золотоносного района Енисейской золотоносной провинции. В структурно-тектоническом плане территория Мамон-Петропавловского рудного узла расположена на стыке Татарского антиклинория и Ангара-Питского синклинория, в зоне влияния Ишим-бинского глубинного разлома, где выявлены многочисленные месторождения и рудопроявления золото-кварцевой формации.

По результатам ранее выполненных ГРР, в пределах Мамон-Петропавловского рудного узла, было выделено Благодатское рудное поле, позиция которого определена приуроченностью к Благодатско-Чадовской дизъюнктивно-дислокационной структуре. Эта структура представлена зонами смятия, системой разрывных нарушений сбросо-взбросового характера северо-западного простирания.

Благодатское рудное поле сложено флишеидной песчано-глинистой углеродсодержащей и алевролит-сланцевой углеродсодержащей формациями среднего рифея (удерейская, погоруйская свиты), породы которых метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации регионального метаморфизма. В качестве рудовмещающих пород рассматриваются широко проявленные в терригенном разрезе кварц-хлорит-серицитовые углеродсодержащие, кварц-хлорит-серицитовые и кварц-серицитовые с углеродистым веществом сланцы средней подсвиты удерейской свиты среднего рифея (R_2ud_2).

Выделяются два типа метасоматитов: одни имеют площадной характер и представлены графитизированными динамосланцами кварц-серицитового и кварц-хлорит-серицитового составов, связи золотого оруденения с ними не отмечается; другие, непосредственно околорудные метасоматиты, локально проявлены в зонах интенсивного жильно-прожилкового окварцевания. В зальбандовых частях этих зон породы метасоматически изменены (интенсивно окварцованы, хлоритизированы, сульфидизированы до 3%). Минеральный состав метасоматитов представлен кварцем, хлоритом, анкеритом, серицитом и углеродистым веществом. Рудными минералами являются: золото, пирит, реже арсенопирит, сфалерит, пирротин, халькопирит. Метасоматиты локально распространены среди площадных метасоматитов и именно к ним приурочены основные золоторудные зоны Благодатского рудного поля.

В геохимических полях упомянутые золоторудные зоны характеризуются повышенными концентрациями золота, серебра, мышьяка, свинца и сопровождаются зонами выноса бора и цинка.

Золоторудные зоны Благодатского рудного поля предварительно могут рассматриваться как разреженный штокверк разноориентированных кварцевых прожилков и жил с неравномерным распределением содержаний золота. Всего в пределах рудного поля выделено 20 золоторудных зон, мощностью от 2,2 до 13,2 м, протяженностью от 350 до 1300 м при среднем содержании золота от 0,99 до 3,87 г/т. Для части из них (2 золоторудные зоны) оценены и апробированы прогнозные ресурсы золота категории P_1 в количестве 26,3 т при средних содержаниях 3,07 г/т. Остальные золоторудные зоны остались малоизученными. Такая оценка позволяет говорить о высоком золоторудном потенциале Мамон-Петропавловского рудного узла.

Приведенные характеристики позиции, положения в разрезе рудовмещающих терригенных пород, околорудных метасоматитов и руд Благодатского рудного поля рассматриваются нами в качестве основных поисковых критериев локализации золотого оруденения, которые могут быть использованы для выделения участков, перспективных на выявление золоторудной минерализации в пределах остальной части Мамон-Петропавловского рудного узла и в сходных геологических обстановках Южно-Енисейского золотоносного района.

Шарафелдин Хани Элсайд (ФГБОУ ВПО РГГРУ им. С. Орджоникидзе)
ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУКАРИ (ЕГИПЕТ)

Определение экономической эффективности инвестиционного проекта является одним из наиболее важных этапов прединвестиционного процесса, который состоит из детального анализа и интегральной оценки всей технико-экономической и финансовой информации, доступной для инвестора.

Австралийская компания Centamin Egypt Ltd. переоценила запасы месторождения Сукари (Sukari) в юго-восточной части Египта.

Запасы и ресурсы руды и золота оценены по категориям measured+indicated. Эти категории, используются на стадии разведки месторождений (в России соответствуют категориям C_1+C_2). По категории measured (подтвержденные запасы) подсчитано 240 млн т руды с содержанием в ней золота 1.02 г/т и запасы золота более 240 т. Предполагаемые запасы (indicated) руды составили 145 млн т с содержанием золота 0.84 г/т и запасы золота – 121.8 т. Таким образом, общие запасы золота составляют 368 т при бортовом содержании золота 0.3 г/т.

По сумме запасов и ресурсов месторождение, несомненно, является крупным объектом с рядовыми рудами, которые в настоящее время при высокой цене на благородный металл могут с успехом рентабельно отрабатываться комбинированным способом. В 2016 году подземным способом было добыто 1,14 млн т руды при среднем содержании 8,3 г/т, что выше прогноза среднего содержания золота по проекту разработки 7,3 г/т.

В отношении месторождения Сукари, авторам проанализирована официальная отчетность компании Centamin с 2010 г. по 2016 г., были спрогнозированы перспективы деятельности компании с 2017 г. по 2027 г. и составлен проект о движении денежных средств.

На начало 2017 г. сумма первоначальных инвестиций в развитие месторождения Сукари составила 240 млн долл. (здесь и далее доллары США). Отметим что для расчета эффективности данного проекта, авторами предложено в качестве инвестиционных затрат на ближайшие 10 лет заложить сумму в 80 млн долл. вложений ежегодно и в результате общий объем инвестиций с поправкой на инфляцию к концу прогнозируемого периода составит 1011,2 млн долл. Отметим, что уровень инфляции в Египте является самым высоким в мире и на ноябрь 2017 г. этот показатель составил 30,821%.

Все расчеты эффективности проекта велись с шагом, равным одному году. Годовая ставка дисконтирования принята равной 19,25%, а рост производства золота 12%.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что показатели эффективности по месторождению Сукари достаточно значимы и привлекательны для инвесторов. В целом проект разработка месторождения является эффективным.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ, МЕТОДИК И ТЕХНОЛОГИЙ ГРП НА АБЦМ

Cheng Gong^{1,2,3}, Zhong Chaoling¹

QUANTITATIVE REMOTE SENSING MODELING AND INVERSION OF LATERITE TYPE BAUXITE BASED ON SAMPLE DATA

¹ School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha, 410083, China

² Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Non-ferrous Metals and Geological
Environment Monitor, Ministry of Education, Central South University,
Changsha, 410083, China

³ Key Laboratory of Non-ferrous Resources and Geological Detection of Hunan Province,
Changsha 410083, China

There is lateritic bauxite in the Tsaratanana region of northern Madagascar. In this paper, in order to obtain the best sample size, the method of multiple regression analysis was used to quantitatively study the surface bauxite. Firstly, the results of Al_2O_3 and SiO_2 content analysis were taken from the surface bauxite samples. Secondly, according to the sample location, 1–7 band reflectivity data were read respectively from the Landsat8 remote sensing data were read. Thirdly, using the SPSS software, the Al_2O_3 , SiO_2 content and the corresponding 1–7 band reflectance were analyzed by multiple regression analysis and the remote sensing quantitative retrieval model for Al_2O_3 , SiO_2 content were built separately. In order to obtain the best inversion model, six batches of different samples were randomly selected to carry out the modeling experiment. Each batch of sample 2/3 was used for modeling, and the remaining 1/3 was used for model checking. The experimental results showed that the coefficient of determination (R^2) was parabolic in relation to the number of samples. The root mean square error and the number of samples showed a parabola relationship. When the number of samples was about 50, the maximum and minimum values were obtained respectively. The optimal inversion model established had a good reliability in theory in this paper. The results showed that the inversion results were in good agreement with the actual situation by using the best inversion model to invert the contents of Al_2O_3 and SiO_2 in the study area.

Антонов С.А. (ФГУП ЦНИГРИ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ

Методические приемы обработки и анализа космических снимков являются важной составной частью прогнозно-поискового комплекса на алмазы. Известные методики анализа основываются на различных свойствах прогнозируемых объектов: 1) текстурных и ориентационных, 2) яркостных и спектральных.

Для анализа *текстурных и ориентационных характеристик* используются преимущественно материалы стереоскопической оптической, интерферометрической радиолокационной космической съемки, позволяющие получать цифровые модели района (ЦМР). Основой для таких исследований является ЦМР, а одним из основных применяемых методов – линейный анализ. Преимущество анализа ЦМР состоит в том, что в анализе участвуют только элементы рельефа и исключены яркостные аномалии, обусловленные другими источниками.

Разнообразие типов рельефа по степени его расчлененности на исследуемых территориях часто затрудняет не только процесс автоматизированного выделения линейментов в плане подбора коэффициентов фильтрации, но и проведение последующего статистического ана-

лиза, что является одним из факторов, снижающим эффективность линеаментного анализа. Данная закономерность отмечается для всех известных методик автоматического выделения линейных фрагментов элементов рельефа, для разных уровней генерализации ЦМР.

Для учета этих особенностей нами выполнена обработка ЦМР алгоритмами, предложенными Хаммондом (1964), Дикау (1989) и Морганом (2005), которые используются для составления цифровых карт и классификации макроформ рельефа с одновременным учетом значений углов наклона, высотных отметок и расчлененности рельефа. Методика позволяет выделять до 96 типов рельефов и выявлять связь с прогнозируемыми объектами.

Использование методов и приемов геоморфометрии на стадии, предваряющей проведение линеаментного анализа, позволяет не только установить возможную связь морфометрических величин и классифицированных с их помощью форм современного рельефа с пространственным размещением кимберлитовых полей, провести линеаментный анализ отдельно для разных ландшафтных обстановок, но и определить районы, где методы линеаментного анализа либо не работают, либо работают ограниченно.

Текстурные и ориентационные характеристики оптимальны для решения структурных задач по выявлению закономерностей локализации кимберлитовых полей, в том числе и на закрытых территориях. Следует отметить, что отсутствие доступной ЦМР без пропусков данных севернее 60° с.ш. с пространственным разрешением не ниже 30 пикс./м затрудняет использование этих методов в алмазоносных районах России.

Анализ **яркостных и спектральных свойств** прогнозируемых объектов проводится на основе алгоритмов управляемой классификации максимального правдоподобия, расстояния Махаланобиса и минимального расстояния для прогнозирования кимберлитовых полей и тел в контрастных средах по их оптическому образу. Эта методика ограничена пока только открытыми территориями. Ее использование на закрытых алмазоносных территориях по материалам съемки спутников Landsat-7 (+ETM), Landsat-8 (OLE, TIRS) не позволило нам в настоящий момент выявить спектральные характеристики, пригодные для уверенного прогнозирования погребенных кимберлитовых полей.

С целью совершенствования методики анализа материалов ДЗЗ для широкого ее использования в России необходимо:

- 1) Создать ЦМР севернее 60° с.ш. с пространственным разрешением не ниже 30 пикс/м.
- 2) Разработать и адаптировать методы анализа данных ДЗЗ для закрытых территорий.

Артемова О.А., Васюков В.Е., Шумилин Д.А., Двуреченская С.С. (ФГУП ЦНИГРИ)
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ
НА ЗОЛОТО-МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ ОБЪЕКТАХ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Целью работ, проводимых ФГУП ЦНИГРИ летом 2017 года в южной части Хабаровского края, была оценка эффективности двух поисковых методик, разработанных в данном институте. Экспрессная методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах хорошо зарекомендовала себя в условиях Патомского нагорья, Восточного Саяна и Западного Прибайкалья на поисках месторождений коренного золота. Особенностью этой методики является выявление информативного слоя элювиально-делювиальных отложений и его опробование различными методами: экспрессным шлихо-минералогическим, литохимическим, штучным.

Ионно-сорбционный метод успешно применялся при поисках полиметаллических объектов, скрытых под мощным слоем рыхлых отложений, в Восточном Забайкалье, Салаирском Кряже и Рудном Алтае. Выявление геохимических аномалий осуществляется путем избирательного извлечения в раствор легкоподвижных форм рудных элементов. Глубина опробования составляет 5–10 см.

Объектами для постановки опытно-методических работ были выбраны следующие золо-

то-медно-порфировые объекты: Малмыжское месторождение и рудопроявления в центральной части Пони-Мулинского рудного узла. Опытные-методические работы проводились в профильном варианте.

Стратифицированные отложения в пределах обоих рудных узлов представлены терригенными и вулканогенно-терригенными образованиями нижнего мела, которые прорваны многочисленными штоками и дайками кварцевых диоритовых порфиритов позднемелового возраста. Под воздействием интрузий осадочные породы претерпели ороговикование и характерные для порфировых систем гидротермально-метасоматические изменения.

Предварительные результаты работ показали, что ионно-сорбционный метод в данных условиях не имеет существенных преимуществ перед стандартным литохимическим опробованием. На слабо перекрытых рыхлыми отложениями участках оба метода уверенно отражают золото-медно-порфировые и золоторудные зоны, а на участках, перекрытых мощным (10–12 м) слоем дальнеприносных делювиальных отложений, результаты опробования дают очень неоднозначную картину.

Экспрессная методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах проявила себя более успешно. Шлиховое опробование отчетливо отражает рудные зоны резким увеличением количества знаков золота до нескольких десятков золотин в пробе при мощности рыхлых отложений до 1,5–2,0 м.

Литохимическое опробование стенок шурфов показывает, что над рудными зонами, независимо от мощности рыхлых отложений, фиксируются геохимические аномалии золота, меди и других элементов. Также при увеличении глубины опробования уменьшается степень смещения геохимической аномалии вниз по склону и резко возрастают содержания рудных элементов, иногда на несколько порядков.

Таким образом, мы можем рекомендовать применение экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах при поисках золото-медно-порфировых объектов в условиях Хабаровского края перед принятием решения о реализации горно-буровых работ.

**Беневольский Б.И., Тарасов А.С., Ермакова Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
УСКОРЕННАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА
ДЛЯ УСЛОВИЙ ОТРАБОТКИ ОТКРЫТЫМ РАЗДЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ**

Свыше двух столетий Российская Федерация остается практически единственной в мире страной со значительной добычей золота из россыпных месторождений (26%). По данным разных информационных источников за всю историю российской золотодобычи в отработку было вовлечено более 4000 россыпей.

Как результат неполной отработки россыпей любых генетических типов, при добыче образуются техногенные россыпи, среди которых выделяют остаточные целиковые и отвальные россыпи. Остаточные целиковые россыпи представляют собой бортовые, внутриконтурные и охранные целики, а также недоработанные участки. Отвальные россыпи в свою очередь делятся на две категории: россыпи отвалов вскрышных работ (торфовые отвалы) и россыпи гале-эфельных отвалов.

Важной причиной общего снижения россыпной золотодобычи является недоучет роли техногенных ресурсов, как самостоятельного передела горных работ, серьезного геолого-экономического и социального факторов развития россыпных регионов.

В районах с длительной историей золотодобычи по экспертной оценке накопились огромные массы таких пород: Ленско-Бодабийский – 10,5 млрд м³, Верхнеколымский – 9 млрд м³, Алданский – 4 млрд м³, Среднеуральский, Южноуральский, Енисейский, Верхнеиндигирский – до 2,4 млрд м³. В десяти других районах эти объемы колеблются около 1 млрд м³.

В техногенных россыпях может быть заключено, по различным оценкам, до 30% и более от

запасов первичной золотоносной россыпи. Известные экспертные оценки техногенных ресурсов россыпного золота неполны и противоречивы, систематически не проводились. На территориях, где оценка техногенного комплекса была проведена более детально (с учетом, как отвальной, так и остаточно-целиковой части), результаты более обоснованы и сопоставимы с оценкой прогнозных ресурсов категорий P_1+P_2 . Весьма приблизительные данные количества ресурсов в целом по РФ во всех элементах техногенных объектов оцениваются в 5000 т.

Из-за того, что техногенные россыпи в геологическом отношении являются весьма сложными природно-технологическими объектами, которые характеризуются: низким содержанием золота в основной массе песков, его концентрацией в локальных участках, отсутствием закономерностей в распределении, нестандартными горнотехническими условиями отработки, а также отсутствием разработанной и утвержденной методики для их разведки и оценки; в последнее время многие недропользователи, игнорируя стадийность изучения, приступают сразу к отработке без подсчета запасов и их постановки на госбаланс, тем самым нарушая законодательство РФ (в частности Закон «О недрах»).

ЦНИГРИ предложена упрощенная оценка техногенной россыпи золота в контуре совмещенной лицензии с целью обеспечения возможности классификации запасов на изученной части лицензионного участка по категории C_2 . Рассмотрено два возможных варианта упрощенной оценки:

- по участку недр имеется полная статистическая отчетность по отработке первичной (целиковой) россыпи золота;
- по участку недр отсутствует (утеряна) статистическая отчетность по отработке первичной (целиковой) россыпи золота.

Оптимальный лимит (порог) при проведении ускоренной оценки на участке техногенной россыпи, исходя из производительности современных промысловых приборов, минимально-промышленного содержания в промываемых песках и продолжительности промыслового сезона рекомендован (расчетно) по запасам песков в 500 тыс. м³ и золоту в 100 кг.

Последовательность оценки запасов категории C_2 на изученном участке техногенной россыпи золота по варианту 1 состоит в:

- анализе статистической информации (формы 5-гр, 70-тп; ф-15);
- определении участка (несколько участков) техногенного комплекса с учетом обозначенных лимитов для первоочередной оценки;
- статистическом подсчете техногенных запасов россыпного золота по категории C_2 на изученном участке;
- оценке балансовой принадлежности техногенных запасов золота.

Последовательность оценки запасов категории C_2 на изученном участке техногенной россыпи золота по варианту 2 состоит в:

- определении внешнего контура и параметров техногенной россыпи золота в границах совмещенной лицензии для проведения анализа всего техногенного комплекса с определением объема и типа отложений каждого отвала;
- выборе участков для проведения первоочередного опробования, исходя из оптимального лимита запасов песков и золота;
- определении площади техногенного комплекса, группы сложности строения россыпи и необходимой оценочной сети выработок для разведки запасов категории C_2 ;
- определении необходимого объема рядовой пробы на основе гранулометрического состава золота;
- оконтуривании, блокировке, подсчете и оценке балансовой принадлежности техногенных запасов золота категории C_2 .

Оценка балансовой принадлежности техногенных запасов золота на изученном участке в границах совмещенной лицензии и проведение их госэкспертизы проводится в соответствии с приказом Роснедра от 22.12.2015 г. № 1332 «О территориальных комиссиях по запасам полезных ископаемых», в том числе:

1. Обеспечением проведения ускоренной госэкспертизы подсчета запасов категории C_2 для техногенной россыпи с предлагаемым сроком ее проведения не более одного календарного месяца со дня предоставления материалов;

2. Принятием ТКЗ решения по оценке балансовой принадлежности подсчитанных запасов категории C_2 по результатам госэкспертизы на основе технико-экономических параметров утвержденных районных кондиций для подсчета запасов россыпных месторождений золота или укрупненных технико-экономических расчетов, принятых по аналогии с россыпями района, находящимися в сходных географических и геолого-экономических условиях (п. 25/5 Классификации запасов и прогнозных ресурсов ТПИ, утвержденной приказом МПР РФ от 11.12.2006 г., Письмо ГКЗ Роснедра № 01-11/125 от 07.11.2016 г.);

3. Принятием решения ТКЗ об утверждении заключения госэкспертизы запасов золота для внесения изменений в Госбаланс запасов золота.

Предложением ЦНИГРИ предусматривается, что выбранный Недропользователем вариант должен получить обоснование в Проекте геологоразведочных работ с целью ускоренной оценки, подсчета техногенных запасов золота, постановки их на госбаланс, составлении и утверждении Проекта на отработку.

Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ)
О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИКИ
ГРУППОВОГО ОПРОБОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Способ определения близких к истинным содержаний в рудных телах с гнездовым распределением крупного золота путем извлечения металла в продукты обогащения из групповых проб, составленных из полных масс рядовых проб разведочных пересечений, был разработан В.О.Коньшевым, С.С.Вартаняном, А.Г.Гореловым и признан изобретением, защищенным Патентом RU № 2383889 C1 от 10 марта 2010 года.

Протоколом ЭТС ФБУ «ГКЗ» от 18 ноября 2014 года было декларировано: «Рекомендовать к внедрению для оценки прогнозных ресурсов на стадии поисков и как способ контроля качества рядового опробования на других стадиях геологоразведочных работ разработанный и запатентованный авторами способ оценки средних содержаний по балансу металла, извлеченного в продукты обогащения из лабораторных технологических проб (ЛТП), составленных из полных масс рядовых проб». Таким образом, было легитимно разрешено заменять расчетные средние содержания (*Сср*), полученные по рядовым пробам, на близкие к истинным содержания (*Сист*), экспериментально определенные по балансу золота в продуктах гравитационного обогащения групповых ЛТП, составленных из полных масс рядовых проб рудных пересечений и их совокупностей.

Для экспериментального определения *Сист* на основании пробирных анализов рядовых проб по ряду вариантов бортовых содержаний (например - 0,05 - 0,2 - 0,4 - 0,8 г/т), производится предварительное оконтуривание минерализованных зон и рудных тел с убогими, бедными, рядовыми и богатыми сортами руд. Полные массы рядовых проб по каждому заслуживающему внимания сорту руд, как бы вложенному один в другой по «принципу матрешки», объединяются в 2–4 обособленные части групповой ЛТП. Эти части подлежат раздельному обогащению на компактной полупромышленной гравитационной установке непрерывного действия, например, аналогичной используемой в АО «Тульское НИГП» с производительностью порядка 50 кг руды в час.

В идеале, каждая обособленная часть групповой ЛТП должна включать полные массы свыше 30-ти (для статистической надежности) керновых или бороздовых рядовых проб. При общей массе 150–300 кг, согласно известной формуле Ричардса-Чечотта, это обеспечивает представительность (однородность) групповой пробы для частиц золота «любой» крупности,

включая самородки величиной до 12–17 мм.

Полученное по балансу металла в продуктах обогащения *Сист* исключает влияние «эффекта самородков» и включений пустых пород, поскольку эти естественные элементы строения крупнообъемных рудных тел усредняются в перемешанных рудах при извлечении золота из групповых проб.

Сист позволяет оставить в прошлом и предать забвению операцию по ограничению «ураганных» проб, целесообразность выполнения которой по всем известным способам весьма сомнительна для приближения к близким к истинным содержаниям в золоторудных объектах с крайне неравномерным и гнездовым распределением крупного золота. Автором выявлены случаи сосредоточения преобладающей части (99%) запасов золота как раз в гнездах и бананцах, занимающих до 5% крупнообъемных рудных тел. Ограничительными пересчетами «ураганных» значений ранее искусственно занижалось влияние самородков, гнезд и бананцев золота на фоне убого золотоносной матрицы, что приводило к искажению оценки содержаний золота в рудных телах, снижению качества поисковых работ и исключению многих перспективных объектов с видимым золотом их активной сферы геологоразведочных работ на долгие годы.

Методикой группового опробования решается основная цель опробования – определение *Сист* золота в подсчетных блоках с вероятностью порядка 90%. Погрешность определения содержания золота по групповой пробе не превышает 10%, поскольку в ЛТП не входят навески для анализов массой около 1 кг (10%) от массы каждой рядовой бороздовой пробы, отбор которых предусмотрен стандартной методикой опробования. Для керновых проб, в зависимости от диаметра колонкового бурения, погрешность может быть ниже или выше. Если дополнительно, после завершения разведочных работ на отдельных объектах, выполнить извлечение золота из совокупностей масс навесок аналитических проб и их дубликатов, оставшихся после производства пробирных анализов, то погрешность группового опробования может быть сведена к нулю.

Внедрение охарактеризованной методики, согласно рекомендации ЭТС ФБУ ГКЗ, впервые было осуществлено автором на участке Кедровский Ортон-Балыксинского района в рамках поисковых работ ООО «СибГео» (Е.А.Белоножко и др., 2014ф). ООО «СибГео» на этом участке были выявлены и оконтурены по оптимальному бортовому содержанию 0,2 г/т 17 пластообразных рудных залежей. В контурах предполагаемого карьера до средней глубины 140 м в этих залежах были локализованы суммарные прогнозные ресурсы категории P_1 48,7 т золота при *Сср* 1,56 г/т.

ФГУП ЦНИГРИ разрозненные рудные тела в контурах проектного карьера, были объединены в 4 крупнообъемных блока при среднем коэффициенте рудоносности 0,236. По результатам обогащения 6-ти групповых ЛТП общей массой 3184 кг *Сист* составило 2,46 г/т, что в 1,58 раза превышает *Сср* 1,56 г/т. Уточненные прогнозные ресурсы категории P_1 77,0 т золота со средним содержанием 2,46 г/т были апробированы ФГУП ЦНИГРИ (Протокол №14 от 11 ноября 2014 года) с учетом рекомендации ЭТС ФБУ «ГКЗ» по внедрению методики группового опробования.

Переоценка участка Кедровский по *Сист* позволила улучшить ожидаемые экономические показатели освоения будущего месторождения. Без изменения срока отработки (15 лет) и существенного увеличения планируемых капиталовложений (с 6,3 до 7,5 млрд руб.) в рудник, расчетная годовая добыча золота возрастает с 2,6 до 4,1 т, срок окупаемости затрат снижается с 10 до 5 лет, внутренняя норма доходности увеличивается с 10,1 до 19,7%, а индекс доходности – с 1,6 до 2,6.

За последние 2 десятилетия автором были определены *Сист* в 41 групповых ЛТП рудопроявлений в Федоровско-Кедровском рудном узле Ортон-Балыксинского и в смежных золотоносных районах Алтае-Саянской провинции. Это позволило составить статистическую диаграмму зависимости *Сист* от *Сср*, которая, при высоком коэффициенте корреляции ($R^2 = 0,9941$) описывается эмпирической формулой полинома 2-ой степени, а именно:

$$C_{ист} = 0,2629 C_{ср}^2 + 0,9988 C_{ср} + 0,2619.$$

Взаимозависимые параметры этой формулы охватывает диапазон значений $C_{ср}$ от 0,07 до 17,5 г/т и позволяют прогнозировать величину $C_{ист}$ в рудных телах в зависимости от богатства руд для статистически обоснованной оценки прогнозных ресурсов подавляющей части рудопроявлений Алтае-Саянской провинции, прогнозные ресурсы по которым были апробированы ранее без учета рекомендованной ЭТС ГКЗ методики группового опробования.

В частности, для месторождения Федоровское-1, где с 2003 года числятся апробированные прогнозные ресурсы категории P_3 30 т при $C_{ср}$ 6 г/т, оценочными работами, проведенными в 2000–2003 гг. под руководством автора, оконтурена по бортовому содержанию 0,2 г/т крупнообъемная стратоидная залежь прожилково-вкрапленных руд. При средней мощности 66 м, протяженности по простиранию 1560 м и падению 225 м объем залежи составил 19,2 млн м³, а масса руды – 52,4 млн т. Авторские прогнозные ресурсы золота категории P_1 59,2 т были оценены при $C_{ср}$ 1,13 г/т по результатам пробирных анализов более 5000 бороздовых проб. По уточненному на основании формулы $C_{ист}$ 1,73 г/т залежь предстала в 2014 г. с авторскими прогнозными ресурсами категории P_1 90,5 т золота.

Целесообразно в процессе проектирования ревизионных и выполнения поисковых работ на золото по Государственным заказам шире использовать методику группового опробования. Особенно это важно для выявления коренных источников богатых россыпей с крупным золотом, локализация и достоверная оценка прогнозных ресурсов которых продолжительное время являлась и является не эффективной при использовании традиционных методов поисков без применения методики группового опробования.

Кряжев С.Г., Васюта Ю.В., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ОПТИМАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Применяемый в ЦНИГРИ комплекс поисковых термобарогеохимических методов разработан на основе результатов многолетних исследований эталонных золоторудных месторождений. Установленная закономерная связь между уровнем продуктивности (золотоносности) жильно-прожилковых зон и параметрами включений в жильном кварце служит основанием для применения термобарогеохимических критериев на ранних стадиях геологоразведочных работ с целью оперативной корректировки направления поисков и разбраковки геохимических аномалий и рудопроявлений по очередности заверки на основе количественных показателей. Кварц является главным минералом золотых руд, и, в отличие от большинства других минералов-индикаторов оруденения, сохраняет свои типоморфные характеристики в зоне гипергенеза и в россыпях. Последнее позволяет использовать термобарогеохимические данные и для изучения связей между россыпями и их коренными источниками.

Наиболее эффективный комплекс критериев выделения и оценки потенциально перспективных участков жильно-прожилковых зон включает температуры и интенсивности пиков термолюминесценции кварца и содержание в нем углекислотно-метановых включений. Термолюминесцентный анализ заключается в регистрации интенсивности свечения кварца в процессе повышения температуры от 100 до 400°C. В большинстве случаев золотоносный кварц в отличие от «фонового» характеризуется аномально высокой интенсивностью пиков термовысвечивания. Эффективность, экспрессность и малозатратность метода позволяет выполнять большое число анализов и применять его в качестве «базового» при термобарогеохимическом картировании с целью выделения областей развития кварца продуктивных генераций. Выявление и оконтуривание ореолов развития углекислотно-метановых включений в кварце (газогеохимических аномалий) выполняется методом газовой хроматографии.

Разработанный комплекс апробирован авторами при прогнозно-поисковых работах на

Центрально-Ичувеевской площади (Чукотка). Пробы кварца отбирали из всех жильно-прожилковых зон с поверхности, а на втором этапе работ – из керна поисковых скважин. По результатам работ строились карты поисковых признаков. Выявленные аномалии разбраковывались по степени перспективности на основании комплексного термобарогеохимического показателя $Q \cdot G$, где Q – степень близости кварца к потенциально продуктивной генерации (в баллах), G – степень превышения показателя газонасыщенности кварца ($\text{CO}_2 \cdot \text{CH}_4$) над газогеохимическим фоном (F), $G = (\text{CO}_2 \cdot \text{CH}_4)/F$. Из более чем 100 изученных жильно-прожилковых зон (около 1.5 тыс. проб) были выделены 14 потенциально продуктивных. Распределение термобарогеохимических показателей в объеме наиболее золотоносного из разбуренных участков подтвердило связь термобарогеохимических аномалий с зонами развития именно крупнотоннажного оруденения. Отдельные жилы с высокими концентрациями Au , но с небольшими запасами металла (десятки кг), имеют «фоновые» характеристики. В наиболее крупных рудных зонах термобарогеохимические аномалии характеризуются высокой устойчивостью как по простиранию, так и на глубину.

В практике геологоразведочных работ термобарогеохимические методы, безусловно, должны использоваться только в составе соответствующего прогнозно-поискового комплекса геологических, геофизических и геохимических методов.

Лоренц Д.А., Туровский Д.С. (ФГУП ЦНИГРИ)
РУДНО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ
В КАРБОНАТНО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАЙМЫРА

Светлинская перспективная площадь локализована в пределах субширотной зоны интенсивных дислокаций на контакте карбонатно-терригенных отложений вольноозёрской толщи нижнего-среднего рифея с интрузивными образованиями ясненского среднерифейского комплекса, представленными межпластовыми телами метагаббро-монзонитов и крутопадающими дайками метагаббро-долеритов. Площадные гидротермально-метасоматические преобразования вмещающих пород заключаются в умеренном окварцевании, а околожилные – в березитизации, отвечающей халькопирит-пирротин-пирит-мусковит-кварцевой стадии (допродуктивной), и бурошпатизации, отвечающей более поздней продуктивной стадии. При этом по составу вмещающих пород и интенсивности гидротермально-метасоматических преобразований выделено три типа жильно-прожилковых зон:

1. Жильно-прожилковые зоны, залегающие в метагаббро-монзонитах ясненского интрузивного комплекса (проявления Дачное, Западное и Ясное (южная часть));
2. Жильно-прожилковые зоны в березитизированных и бурошпатизированных мраморах вольноозёрской толщи (проявление Междуречное);
3. Жильно-прожилковые зоны в березитизированных и бурошпатизированных метагаббро-долеритах ясненского комплекса (проявление Ясное (северная часть)).

В результате специализированного изучения минерального состава золото-сульфидно-кварцевых руд и околорудных метасоматитов установлено три минеральных комплекса со своими минеральными ассоциациями:

- пирит-серицит-кварцевый;
- халькопирит-пирротин-пирит-мусковит-кварцевый (допродуктивный) с пирит-мусковит-кварцевой и халькопирит-пирротиновой минеральными ассоциациями;
- золото-тетраэдрит-галенит-пирит-кварцевый (продуктивный) с арсенопирит-пирит-карбонат-кварцевой, халькопирит-сфалерит-галенитовой и золото-тетраэдрит-халькопиритовой минеральными ассоциациями.

Жильно-прожилковые зоны, локализованные в метагаббро-монзонитах, сложены, в основ-

ном, минералами халькопирит-пирротин-пирит-мусковит-кварцевого комплекса при умеренном развитии минералов продуктивного комплекса, в составе которого преобладают минералы арсенопирит-пирит-карбонат-кварцевой ассоциации.

В жильно-прожилковых зонах проявления Междуречное резко преобладают минералы продуктивного комплекса, при этом в составе его золото-тетраэдрит-халькопиритовой ассоциации наблюдается преобладание тетраэдрита и халькопирита III над тонкодисперсным (0,002–0,005 мм) и тонким (0,01–0,02 мм) самородным золотом.

Жильно-прожилковые зоны проявления Ясное, локализованные в березитах, сложены минералами халькопирит-пирротин-пирит-кварцевого и золото-тетраэдрит-галенит-пирит-кварцевого комплексов, отличаются резким преобладанием тонкодисперсного (0,002–0,006 мм) самородного золота (760–830‰) над другими минералами золото-тетраэдрит-халькопиритовой ассоциации продуктивного комплекса.

Таким образом, в пределах Светлинской перспективной площади наиболее перспективным на золото-сульфидно-кварцевое оруденение являются жильно-прожилковые зоны проявлений Ясное и Междуречное, залегающие в березитизированных и бурошпатизированных метагэбброидах и карбонатно-терригенных породах раннего-среднего рифея, тогда как жильно-прожилковые зоны, локализованные в умеренно окварцованных породах основного состава, являются слабо перспективными. Полученные данные позволили рекомендовать выполнение основного объема горных и буровых работ 2017 года в пределах проявления Ясное, характеризующегося широким развитием самородного золота в сростаниях с пиритом III, сфалеритом II и тетраэдритом.

**Макеев С.М. (СФУ), Ануфриев А.Е. (ООО НПП «Прогнозгеофизика»),
Макаров В.А. (ИГДГиГ СФУ)**

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Енисейский кряж представляет собой орогенный пояс северо-западного простирания на юго-западе Сибирского кратона. Главные месторождения кряжа – *золоторудные* – относятся к *орогенному типу* и сформировались на пассивной окраине кратона в ходе нескольких циклов активизации. Руды данного типа четко контролируются зонами тектонических нарушений и сложностроеной складчатости, этим определяется важность учета *геодинамического фактора* при анализе особенностей размещения и металлогении рудных объектов Енисейского кряжа.

В дополнение к основным методам геодинамических исследований сложнодеформированного состояния горных пород (структурному картированию зон сжатия, растяжения и сдвига и петрологическим методам наблюдения за характером осадконакопления и магматизма) предлагается использовать *гравиструктурный метод*. Физико-математическая модель метода позволяет выделять два типа гравиструктурных аномалий: гравитационные дуплексы и зоны междвигового сжатия или растяжения. Первый тип аномалий выделяет в геологическом пространстве пространственно сопряженные области деформационного сжатия (интерпретируемые как области тектонических *синформ*) и растяжения (интерпретируемые как области тектонических *антиформ*). Второй тип аномалий выделяет полосы междвигового взаимодействия между такими областями.

На основе анализа азимутальной структуры гравитационных дуплексов *разной пространственной частоты* (в диапазоне 10–44 км) и корреляции последних с главными элементами геологического строения Енисейского кряжа, а также месторождениями золота и полиметаллов получены следующие результаты.

Рассчитана функция азимутального состояния гравитационного поля, основная мода которой соответствует направлению максимальной деформации пород. Это позволило выделить

азимутальную трансформанту гравитационного поля, наиболее полно отражающую особенности геологического строения Енисейского кряжа.

Наиболее низкочастотная составляющая (34–44 км) выделенной трансформанты – *Главный гравитационный дуплекс* – интерпретируется как орогенный пояс Енисейского кряжа, пространственно сопряженный с Тейским гранитогнейсовым куполом. Дуплекс представляет собой *мегаскладку, синформную* область которой трассируют мегасинклинии, а антиформную – мегаантиклинории. Крупные месторождения золота золотосульфидной формации (Олимпиаденское, Ведугинское, Боголюбовское) тяготеют к антиформной области дуплекса, а месторождения золотокварцевой формации (Советское, Высокое) – к синформной. Главные тектонические нарушения Енисейского кряжа занимают в структуре мегаскладки закономерное положение: антиформная область контролируется Татарским, синформная – Мадринским разломами. Восточное крыло мегаскладки между анти- и синформной областями разделено Ишимбинским глубинным разломом – долгоживущим *релаксатором механических напряжений* разного динамического знака, который контролирует размещение как более мелких дуплексов, так и большую часть золоторудных объектов кряжа.

Развитые вдоль Усть-Ангарского разлома (кинематического аналога Ишимбинского разлома на западном крыле мегаскладки) два *дуплекса второго порядка* (20–32 км) сформированы в областях распространения вулканогенно-осадочной толщи тунгусикской серии и контролируют размещение Pb-Zn минерализации Енисейского кряжа (Горевское и Верхневороговское месторождения).

Наиболее локальные дуплексы (10–18 км) контролируют размещение массивов гранитов коллизионного этапа развития кряжа (Татарско-аяхтинский и Глушихинский комплексы) и интерпретируются как деформационные структуры, с которыми можно связать размещение золоторудных узлов Енисейского кряжа.

Миляев С.А., Кряжев С.Г., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ИОННО-СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ СКРЫТЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При литохимических поисках скрытых месторождений расположенных в сложных геологических и ландшафтных обстановках широкое применение получили методы, основанные на выделении и анализе так называемой наложенной составляющей ореолов рассеяния несущей основную долю адсорбированных и растворимых форм. С конца XX века в Китае, Канаде, Австралии, США предложено множество новых методов селективной экстракции, эффективных при поисках глубокозалегающих месторождений. В нашей стране методы поисков по вторичным наложенным ореолам рассеяния («частичного извлечения металлов», «подвижных форм», «термомагнитных фракций» и др.) были созданы и апробированы к середине 70-х годов прошлого столетия, однако массового применения в силу ряда причин они не получили. В последние годы при поисках в закрытых районах широкое развитие получил «метод анализа сверхтонкой фракции», разработанный ВСЕГЕИ.

Общим недостатком зарубежных аналогов селективного (частичного) извлечения элементов является трудоемкость и высокая стоимость анализов. Например, процедуры частично-выщелачивания и извлечения различных форм нахождения металлов (Cameron E.M. et al., 2004; Cohen D.R. et al., 2007) включают обработку одной пробы 7 реагентами, начиная с дистиллированной воды (водорастворимые соли) и заканчивая царской водкой (сульфиды, силикаты).

На примере Рудного Алтая показано, что во вторичных ореолах рассеяния полиметаллических месторождений Pb, Zn, Cu заключены преимущественно в виде ионообменных, органоминеральных и карбонатных форм (Головин А.А. и др., 2013). Ионообменные формы

представлены адсорбированными катионами химических элементов на минералах глин и гидрослюдах почвенного покрова. Органоминеральные формы характеризуются хелатными водорастворимыми металлоорганическими комплексами, в которых органические молекулы удерживают катионы металлов.

Ионно-сорбционный метод разрабатывался в ЦНИГРИ в 2012–2016 г. и был апробирован для районов Рудного Алтая, Восточного Забайкалья и Салаирского кряжа, характеризующихся различными ландшафтными обстановками (мерзлотные таежные, степные, лесостепные и др.), а также сложными геологическими условиями развития геохимических аномалий (площади перекрытые чехлом молодых отложений, древние коры выветривания, «слепые» рудные залежи).

Наилучшей избирательной способностью при извлечении катионов химических элементов из почвенного поглощающего комплекса, представляющего собой совокупность минеральных, органоминеральных и органических компонентов твердых фаз почв, обладает очень разбавленный раствор азотной кислоты. При воздействии на почву азотной кислотой 75–85% поглощенных катионов десорбируются и переходят в раствор за первые 3–5 минут. В течение суток HNO_3 вытесняет слабые кислоты из их солей $\text{PbCO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$; $\text{ZnCO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, образуя хорошо растворимые соли (нитраты), а также взаимодействует с основными и амфотерными оксидами $\text{PbO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{ZnO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Верхний почвенный слой (A_1), обладая высокой дисперсностью, служит прекрасным сорбентом катионов, которые при взаимодействии почв с сильно разбавленной азотной кислотой замещаются на ион гидроксония (H_3O^+), переводя катионы химических элементов в раствор, который анализируется ICP MS методом.

В докладе приводятся результаты опытно-методических работ и поисковых литохимических съемок в пределах скрытых полиметаллических объектов Сибири.

Рогизный В.Ф., Черемисин А.А., Карпухина М.В., Куликов Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
СОПОСТАВЛЕНИЕ ВАРИАНТОВ РАЗВЕДКИ
НА ПРИМЕРЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ СЕРЕБРА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

В настоящее время геологическое изучение месторождений и рудопроявлений реализовано, как правило, с использованием скважин колонкового бурения с поверхности. При этом для крутопадающих минерализованных зон с жильно-прожилковым оруденением, расположенных в сложных климатических условиях, буровая система изучения объекта имеет ряд объективных недостатков, таких как большие затраты времени и денег, менее достоверные пересечения из-за острых углов встречи скважины, затруднен отбор крупных технологических проб и переход к опытно-промышленным работам (ОПР).

Авторами на примере рудопроявления серебра в одном из труднодоступных районов Якутии проведено сопоставление двух вариантов геологического изучения: бурового и горно-бурового с подземными выработками (штольнями). Оба варианта направлены на достижение степени изученности объекта до запасов категории В+С₁ (изначально ресурсы кат. Р₁+Р₂) за примерно одинаковый период времени (около 2 лет). Горные и буровые работы намечено вести с использованием современных станков колонкового бурения, а также самоходного подземного бурового и горно-транспортного оборудования.

Оценены объемы и сроки работ, а также необходимое оборудование, материалы и персонал. Выполнены расчеты технико-экономических показателей вариантов изучения объекта с расчетом стоимостей геологоразведочных работ, необходимого оборудования и с разведки одной тонны запасов. Выявлены преимущества и недостатки каждого из вариантов.

Установлено, что для достижения одинакового количества пересечений рудной зоны при бурении с поверхности нужно обеспечить на 25% больше погонных метров проходки скважин и в 2 раза больше буровых площадок, по сравнению с буровыми камерами подземного бурения.

Скорость бурения из подземных выработок на 35% выше, чем с поверхности. Вместе с тем, в суровых климатических условиях Центральной Якутии бурение с поверхности можно осуществлять 6 месяцев в году, а из подземных камер условия бурения скважин более благоприятные, что позволяет работать до 11–12 месяцев в году.

В результате проходки подземных горных выработок, достоверность изучения рудных тел на горизонтах качественно лучше. Запасы к концу разведки вскрыты и подготовлены для освоения подземным способом, что ускоряет вывод будущего горнодобывающего предприятия на проектные показатели по добыче руды.

По нашим данным стоимость разведки одной тонны руды при горно-буровом способе отличается от бурового незначительно (выше примерно на 10%). При этом стоимость оборудования, необходимого для проведения геологоразведочных работ, сопоставима и даже немного меньше у горно-бурового способа с подземными выработками за счет более высокой годовой производительности оборудования.

**Савчук Ю.С., Волков А.В., Аристов В.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
ОРОГЕННОЕ ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ АККРЕЦИОННЫХ ПРИЗМ**

На примере каледоно-герцинского Южно-Тянь-Шанского (Западный Узбекистан) и киммерийского Верхояно-Колымского складчатых поясов обсуждаются особенности строения аккреционных призм и положение в них золотого оруденения. Выделяются субдукционный и коллизионно-транспрессионный этапы развития поясов, для которых характерны различные структурные парагенезисы. На основе изучения рудоконтролирующих структур и закономерностей их образования, проведена геодинамическая типизация месторождений золота и установлены типовые обстановки рудолокализации. По структурному контролю золотой минерализации, выделены месторождения субдукционной стадии (синшарьяжные) и контролируемые коллизионными структурами – продольными и поперечными транспрессионными взбросо-сдвигами.

Для месторождений субдукционной стадии характерен рудоконтроль динамометаморфическими структурами – шарьяжными швами между аллохтонными комплексами, локальными надвигами (т.н. «вязкие разрывы»), кливажом.

Основу рудных залежей, в зависимости от термодинамических условий, составляют:

- а) жильно-прожилково-метасоматические золото-кварцевые, золото-сульфидно-кварцевые руды (Мурунтау, Мютенбай, Восточное, скважины спутники МС-1, МС-2 и МС-3);
- б) прожилково-вкрапленные золото-сульфидные руды (Кокпатас).

Для первых характерно развитие в кливажных трещинах и их сгущениях, а ориентировка жил подчеркнута продольными линейно-вытянутыми останцами (ксенолитами) вмещающих пород. Наиболее часто мощные (до нескольких метров) и протяженные жилы развиты при пересечении контролирующей структурой пластов пород определенного состава. Золото-сульфидные руды образуют ореол вкрапленности внутри и вдоль шарьяжных швов и вязких разрывов, наиболее интенсивный в благоприятной литологической обстановке. Позиция оруденения в динамометаморфических структурах субдукционной стадии определяет положение, изогнутую в наложенные складки, форму рудных залежей и этажность в их развитии. Преимущественное развитие жильно-прожилковой и прожилково-вкрапленной минерализации в прослоях пород определенного состава в сложноскладчатых (сильно сжатые, изоклинальные, с наклонными и лежащими осевыми поверхностями складки) комплексах, позволяет

выделять наклонные рудные столбы, ориентированные в соответствии с шарнирами складок.

В Верхояно-Колымской складчатой системе наиболее рудоносным является Центрально-Колымский золоторудный регион. К рудоконтролирующим здесь относятся протяженные продольные коллизионно-транспрессионные нарушения, в т.ч. Тенькинская сдвиговая зона, к которой приурочены крупные месторождения золота: Наталка и Павлик. Рудные зоны представляют собой сочетание жил, прожилков, зон метасоматического и брекчиевидного окварцевания, связанных разнообразными взаимо-переходами. Рудная минерализация контролируется сложно построенной зоной тектонических нарушений, среди которых выделяются два типа. Первый тип – это серии надвиговых зон, выраженных углеродистыми милонитами и имеющими стволую мощность от первых метров, до 10 м и более. Второй тип – это зоны объемной интенсивной трещиноватости, смятия и дробления, мощностью до 10 и более метров, с развитием мелких кварцевых и кварц-карбонатных прожилков. Оба типа тектонических нарушений развиваются взаимосвязано и, как правило, надвиговые зоны – осевые, окаймляют нарушенные блоки, а дробление развито в межнадвиговом пространстве. Такие особенности обуславливают пологий, погружающийся под углами 40–45°, рудный штокер.

Таким образом, геодинамические особенности рудоконтролирующих нарушений определяют форму и основные параметры орогенного золотого оруденения аккреционных призм.

Работа выполнена по теме «Металлогения рудных районов вулканоплутоногенных и складчатых орогенных поясов Северо-Востока России».

Тарских О.В., Шахурдина Н.К., Забелин А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)) РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ БАНКОВ ДАННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Начало XXI века для отечественной геологии стало началом массового перехода от аналоговой геологической информации к цифровой. Современное программное обеспечение позволяет визуализировать сложнейшие комплексы геологической информации, что позволяет вывести прогнозирование и поиски на новый уровень. Массовое применение ГИС-технологий требует высокого уровня организации геологической информации. Информация для машинной обработки должна быть максимально формализована, ошибки пользователей сведены к минимуму, а количество учитываемых параметров – приближено к максимально возможному. Решение проблемы – создание реляционной базы данных, представляющей собой сеть, узлами которой являются таблицы, в которой пользователи смогут выбрать способ навигации, подходящий для решения конкретных задач. Организованная таким образом информация может быть использована для создания тематических, в том числе и прогнозных карт. Ниже приводятся результаты создания и внедрения БД RSEARCH-MCA (свидетельство о регистрации №2016620822).

Основные сложности при создании базы данных возникли на следующих этапах:

1. Геологическая привязка (возраст, петрографический или литологический тип пород). Возраст пород осадочного чехла Сибирской платформы неоднократно пересматривался, как в региональном, так и в локальном масштабе, особенно это касается подразделений уровня «свита». Магматические и метаморфические породы имеет сложноформализуемую классификацию (Петрографический кодекс, 2008 и др.), при выделении разновидностей количество полей в кодовой таблице может стремиться к бесконечности.

Первая сложность успешно преодолена, в блоке привязки БД RSEARCH-MCA пользователь может выбрать не только конкретное стратиграфическое подразделение (в соответствии с последним по времени видом международной стратиграфической шкалы, но и определить принадлежность к таковому, основываясь на абсолютном возрасте. Вторая сложность на дан-

ный момент находится в процессе решения.

2. Формализация (создание кодовых таблиц) морфологического описания минералов.

А) Отсутствие кристаллографической огранки у большинства минералов-спутников (Илупин, 1972, Гаранин и др., 1984; Афанасьев В.П. и др, 2001;)

Б) Самопроизвольная диспергация (Афанасьев и др., 2001) большинства минералов-спутников, вследствие чего при извлечении минерала из кимберлита основная масса зерен представляет собой обломки и осколки, либо с техногенными поверхностями сколов, либо с небольшими участками первичных поверхностей.

В) Неоднозначный понятийно-терминологический аппарат. В практике исследований широко применяется термин «сохранность» (от степени целостности зерна до степени его механического износа).

Г) Отсутствие однозначных, методически зафиксированных границ между классами механического износа и, вследствие этого, разночтения в описаниях и обобщениях.

Д) Для цветных минералов субъективное определение цвета и также несформулированные границы переходов.

В качестве решения решено использовать следующие характеристики: целостность, внешняя морфология, вид рельефа, степень механического износа. Цветовые параметры фиксируются путем сочетания визуального описания и фотографии в отраженном свете. В дальнейшем планируется хранить и обрабатывать цифровые параметры цвета зерен в любой из существующих цветовых систем (RGB, CYMK) на основе оптической спектроскопии.

Таким образом, релятивистские базы данных являются неотъемлемой частью перехода к цифровой геологической информации, существенно облегчают построение тематических карт с минералогической информацией.

Хачатрян Г.К. (ФГУП ЦНИГРИ)

ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТИПОМОРФИЗМА МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗА И ЗОЛОТА ПО ДАННЫМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Типоморфные свойства минералов – особенности кристаллической структуры, химический состав и концентрация примесей служат основой шлихо-минералогического метода поисков коренных месторождений алмаза и золота. Повышению результативности поисковых работ способствует внедрение новых экспрессных методов идентификации минералов и выявления их типоморфных характеристик. К таким методам относится ИК-Фурье спектроскопия, позволяющая проводить качественный и количественный анализ минералов, их структурных и фазовых примесей, аморфных, скрытокристаллических фаз. Применение спектрометра, оснащенного микроскопом, дает ряд преимуществ по сравнению с другими аналитическими методами: экспрессность определений (1–5 мин.); возможность изучения мелких образцов (15–150 мкм) без их разрушения и дополнительного препарирования. Ограничением метода является непрозрачность в ИК-спектре многих рудных минералов – самородных металлов, сульфидов и некоторых других.

При прогнозе и поисках алмазных месторождений использование ИК-Фурье микроскопа дает возможность в шлиховых пробах идентифицировать индикаторные минералы кимберлитов: пироп, хромдиопсид, хромшпинелид, оливин, циркон, апатит, детально исследовать алмаз и его минералы-спутники. На основе анализа нескольких тысяч алмазов из 96-ти трубок и россыпей различных регионов мира в ЦНИГРИ разработана методика прогноза и поисков коренных алмазных месторождений по распределению структурных примесей азота и водорода в кристаллах.

При прогнозе и поисках месторождений золота ИК-Фурье-спектроскопия эффективна для изучения минералов околорудных метасоматитов: кварца, карбонатов, полевых шпатов, слоистых силикатов и аксессуаров – циркона, апатита, монацита, турмалина и других. Свойства

этих минералов, в отличие от индикаторных минералов кимберлитов, отличаются большой изменчивостью. В связи с этим, при разработке прогнозно-поисковых критериев и признаков необходимо предварительное исследование типоморфизма минералов на эталонных объектах.

Применительно к минералам золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах (Сухой Лог, Олимпиадинское, Наталкинское) нами был установлен ряд типоморфных признаков, позволяющих выделять потенциально продуктивные участки территории по данным ИК-спектроскопического анализа. Например, на Олимпиадинском месторождении установлено увеличение железистости карбонатов (появление анкерита) в рудах и околорудном пространстве.

Метод ИК-спектроскопии позволяет быстро и надежно диагностировать все минералы из группы карбонатов (анкерит, арагонит, родохрозит, смитсонит, магнезит, сидерит и др.).

Практическое значение анализа акцессорных минералов, среди которых наиболее информативны апатит и циркон, обусловлено их способностью к формированию шлиховых ореолов. На месторождениях Сухой Лог и Наталка апатит в рудах представлен карбонат-апатитом с замещением $[\text{PO}_4]^{3-} \rightarrow [\text{CO}_3]^{2-}$, а во вмещающих породах фтор-гидроксиллапатитом. В Сухоложском рудном районе в качестве поискового признака предлагается использовать структурное совершенство циркона.

Эти и другие типоморфные свойства минералов могут использоваться для выявления скрытой минералогической зональности рудных полей и месторождений, а также служить критериями при шлихо-минералогических поисках коренных проявлений золота.

Чижова И.А., Волков А.В., Лобанов К.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН)
ЛОГИКО-ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМАЦИОННЫХ ТИПОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ
ДЛЯ ЭКСПРЕССНОЙ ОЦЕНКИ

Для каждой рудообразующей системы характерны свои промышленные и минеральные типы месторождений, отличающиеся набором основных и важнейших попутных компонентов.

Основная задача исследования заключалась в выявлении элементов, характеризующих группы месторождений различных формационных типов: элементов, характерных для конкретной группы и не характерных для других групп месторождений – с целью их использования для идентификации месторождений (определения группы, к которой принадлежат пробы с исследуемого месторождения).

Математическая обработка данных позволила нам составить логико-информационные модели (набор информативных признаков, с указанием их разделяющих весов и диапазонами изменения их значений (интервалами-индикаторами), характерными для анализируемых групп месторождений различных формационных типов).

Анализ проходил в 2 этапа:

I. Выявление особенностей 5 типов руд различных формаций: Au-Ag эпитермальная; Au-кварцевая; Au-сульфидная; Cu-Mo-Au-порфировая; Au-колчеданная.

II. Выявление особенностей формационных типов руд в пределах каждой формации.

В результате расчета получены логико-информационные модели каждой анализируемой группы месторождений, как наборы из 52 признаков-элементов с весами в диапазоне от 0 до 1.

Анализировалась база данных проб и образцов руд по 95 месторождениям и рудопроявлениям золота Северо-Востока России.

Полученные правила для принятия решения позволили надежно определить принадлежность проб к выделенным группам месторождений из базы данных. При использовании соответственно для каждой формации по 146, 89, 30, 19, 5 объектов в таблице обучения получены

правила, позволившие надежно идентифицировать пробы (43 ошибки из 289 проб, качество распознавания = 0.85). Поэтому их можно использовать для оценки новых прогнозных площадей.

Для выделения формационных типов руд наиболее информативными оказались:

Au-Ag эпиптермальная – Ni, Zn, Sr, Sb;

Au-кварцевая – As, Mo, Cu;

Au-сульфидная – Sc, Se, Ag, Sb;

Cu-Mo-Au-порфировая – As, Ag, Sb, Te, Cu;

Au-колчеданная – Be, Zn, Mo, Cd, Pb.

Для выделения 11 типов эпиптермальных руд (Волков и др., 2017) на основе анализа 146 проб наиболее информативными оказались: 1: Ti, Zr, Sm, Ta; 2: Sc, Zn, Ba, Eu; 3: Rb, Mo, Sn, Ba, Hf, Th; 4: Rb, Sb, Ce; 5: Se, In, Sn, Tl; 6: P, Mn, As, Sb, Pr; 7: Mn, As, Cs, Pb, Au, Cu; 8: V, Zn, Ag, Cd, Sn, Cu; 9: Be, Mn, As, Rb; 10: Mn, Zn, W, U, Au, Cu; 11: Cr, In, Hf, Ta, Th. Система моделей основана на широком наборе элементов и репрезентативной базе данных эталонных месторождений. Это позволяет использовать их при изучении и оценке золоторудных месторождений в аналогичных рудоносных провинциях.

Логико-информационные модели предназначены для применения на прогнозно-поисковой стадии геолого-разведочных работ. Их использование заключается в экспресс-анализе информации. Проведение и использование результатов фундаментальных научных исследований, предусмотренное алгоритмом, значительно повышают надежность выбора перспективных участков, сокращают время проведения и, в конечном итоге, уменьшают стоимость прогнозно-поисковых работ.

Шемякина Е. М. (ФГБОУ ВО МГУ им. Ломоносова)
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ПЛАТИНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ
ЭТАЛОННЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

С целью разбраковки различных типов интрузий и выявления дизъюнктивных структур в центральной части Кольского полуострова была проведена обработка материалов многозональной космической съемки, гравиметрических и магнитометрических данных. В настоящее время весьма актуальной является задача разработки комплекса методов компьютерной обработки данных гравиметрической съемки и дистанционного зондирования Земли с целью решения задач прогнозирования платиноидно-медно-никелевого оруденения на новых площадях.

Основой исследования стали материалы космической съемки Landsat 7 ETM+, а также космическая съемка с аппаратов КФА-1000 и АЛМАЗ-1. Обработка космических данных по выявлению интрузий и разломов осуществлялась с помощью программных продуктов ENVI и Adobe Photoshop.

В ходе выполнения работы было проведено исследование дифференцированных базит-гипербазитовых массивов центральной части Кольского полуострова на основе дистанционных космических и геофизических методов. Автором исследованы возможности применения радиолокационной съемки (АЛМАЗ-1) для прогноза платиноидно-медно-никелевого оруденения на примере эталонных рудных объектов Кольского п-ова. На основе изучения эталонных полей Кольского полуострова разработаны методы комплексного анализа материалов космической (в том числе радарной), гравиметрической и магнитометрической съемки для выявления закономерностей размещения платиноидно-медно-никелевого оруденения.

По результатам дешифрирования космических снимков на площади Мончегорского района выявлены региональные линейные структуры, представленные субмеридиональными глубинными разломами, серией разломов северо-восточного и северо-западного простирания;

установлено, что широким развитием на исследованной территории пользуются также кольцевые структуры различного ранга. На основе этих данных составлена структурно-тектоническая схема площади.

Комплексирование геологических данных и дистанционных методов зондирования Земли позволили установить четыре рудоперспективных участка пределах Федорово-Панских и Сальных тундр.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ И ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА АБЦМ.....	4
Chen Jianguo, Wang Chengbin, Qi Guangwen, Wang Lei UNCERTAINTY EVALUATION OF GEOLOGICAL MODELLING USING GEOPHYSICAL DATA.....	4
Keyan Xiao, Nan Li, Ning Cui, Li Sun, Xianglong Song, Jianfu Fan, Jiangning Yin RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES ASSESSMENT SOFTWARE TO GIS-BASED PROSPECTIVITY ANALYSIS AT DEPTH.....	4
Анташук М.Г., Загайный А.К., Лобкова Л.П., Сомов Н.А. (ФГУП ЦНИГРИ) К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОСТПАЛЕОЗОЙСКИХ КИМБЕРЛИТОВ НА СЕВЕРЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ.....	5
Волков А.В., Сидоров А.А., Галямов А.Л., Чижова И.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН) ВОПРОСЫ ГЛОБАЛЬНОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА: ВЫВОДЫ ДЛЯ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ.....	6
Григорьев С.А. (ФГБУ «ИМГРЭ») СТРУКТУРЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, КАК ИНСТРУМЕНТ ЛОКАЛИЗАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА СТАДИИ СРЕДНЕМАСШТАБНЫХ ПОИСКОВ.....	7
Григорьев С.А., Кременецкий А.А. (ФГБУ «ИМГРЭ») СТРУКТУРА ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ ОРЕЛООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ И КРИТЕРИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗНОРАНГОВЫХ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	8
Дементеев Л.И., Головкин А.В. (ГП ЦГГЭ, Узбекистан) РУДОНОСНОСТЬ АНДЕЗИТОВОЙ ФОРМАЦИИ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОТРГОВ ГИССАРСКОГО ХРЕБТА (ЮЖНЫЙ УЗБЕКИСТАН).....	9
Иванов Д.В. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО)), Толстов А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)), Иванов В.В. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО)) ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ В ПРЕДЕЛАХ АЛАКИТ-МАРХИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ (АМПК).....	10
Котельников Е.Е., Третьякова И.Г., Гирфанов М.М. (ФГУП ЦНИГРИ) ОТДЕЛ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА: ЗАДАЧИ, ПРОЕКТЫ, ВОЗМОЖНОСТИ.....	11
Кривко Т.Н. (ОАО «УГСЭ»), Коротеев В.А. (ФГБУ ИГГ УрО РАН), Юриш В.В. (ООО «Запрудгеология») КУНДЫЗДИНСКОЕ МЕДНОКОЛЧЕДАННОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ В МУГОДЖАРАХ.....	12
Кудрявцева Н.Г. (ФГУП ЦНИГРИ) ГИДРОТЕРМАЛЬНО ИЗМЕНЕННЫЕ ПОРОДЫ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РУДНОГО АЛТАЯ И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ. .	13
Куликов Д.А., Красносельских А.А., Карпухина М.В., Рогизный В.Ф., Черемисин А.А., Александрова А.Е., Алеко С.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ПО УКРУПНЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ.....	14

Лось В.Л. (ТОО «Горно-экономический консалтинг», Казахстан) ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, БАЗОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ОПЫТ И КОНЦЕПЦИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА.....	15
Масленникова Э.А. (АК «АЛРОСА» (ПАО)) ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ НАКЫНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ.....	17
Молчанов А.В., Терехов А.В., Шатов В.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЕЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА МАСШТАБА 1:2 500 000 КАК ОСНОВА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛОЩАДЕЙ ПОД ПОСТАНОВКУ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ СРЕДНЕГО МАСШТАБА И ГДП-200	18
Мурзин О.В. (АО «СНИИГГиМС») ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВУ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ РАБОТ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ.....	19
Проценко Е.В., Горев Н.И., Толстов А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)) ПЕРСПЕКТИВЫ КИМБЕРЛИТОНОСНОСТИ ФЛАНГОВ ВИЛЮЙСКО-МАРХИНСКОЙ ЗОНЫ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ.....	20
Толстов А.В., Горев Н.И., Проценко Е.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)) НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ ЧАРО-СИНСКОЙ ЗОНЫ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ).....	21
Третьякова И.Г., Белоусова Е.А., Гриффин В.Л., Фиорентини М., Мальковец В.Г., Мартин Л. СТАБИЛЬНЫЕ И РАДИОГЕННЫЕ ИЗОТОПЫ В ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	22
Устинов В.Н. (ФГУП ЦНИГРИ) АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА АЛМАЗЫ.....	23
Черных А.И. (ФГУП ЦНИГРИ) НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО В АЛТАЕ-САЯНСКОЙ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РУДНО-ФОРМАЦИОННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ.....	24
Шаповалов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ) ЕЩЁ РАЗ О ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПЯХ ЗОЛОТА КОЛЫМЫ.....	25
Шаповалов В.С., Конкина О.М., Алексеев Я.В., Голубева Ю.В., Тарасов А.С., Ермакова Ю.В., Витковская Л.И., Тучина М.В., Корчагина Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ) О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ «ВИПР» МСБ АЛМАЗОВ, ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ РФ.....	26
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ЗА СЧЕТ СРЕДСТВ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АБЦМ.....	28
Вартанян С.С., Волчков А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ) НАДЕЖНО ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР ПОИСКОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ – ЗАЛОГ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ГРР НА ТПИ В УСЛОВИЯХ ИСЧЕРПАНИЯ ПОИСКОВОГО ЗАДЕЛА.....	28

Волоковых Т.С. (Управление природных ресурсов и экологии министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области) ПЕРСПЕКТИВЫ АЛМАЗОНОСНОСТИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	29
Иванов Н.М., Краснов А.Н., Филиппов В.П. (ФГУП ЦНИГРИ) ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТИТАНО-ЦИРКОНИЕВЫХ РОССЫПЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ.....	30
Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ) ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРЕНСИНСКОЙ ПЛОЩАДИ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ.....	31
Махоткин И.Л., Кочнев В.Э., Матвеева Е.В. (ФГБУ «ВИМС») ОТКРЫТИЕ ЗАПАДНО-ОЛЕКМИНСКОГО РАЙОНА ДЕВОНСКОГО ЭРУПТИВНОГО МАГМАТИЗМА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ И ОЦЕНКА ЕГО АЛМАЗОНОСНОСТИ.....	33
Филиппов В.П., Краснов А.Н., Иванов Н.М. (ФГУП ЦНИГРИ) ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (ТАЙМЫРО-СЕВЕРОЗЕМЕЛЬСКАЯ И ЧУКОТСКАЯ ЗОЛОТОНОСНЫЕ ПРОВИНЦИИ).....	34
ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА АБЦМ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОГО И НЕРАСПРЕДЕЛЕННОГО ФОНДОВ НЕДР.....	36
Аввакумов А.Е., Сергеев А.А. (АО «СНИИГТиМС») ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЗОЛОТА ЕЛОВСКО-КОТОВСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО РАЙОНА (НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	36
Александров В.В. (ОАО УГЭС), Кучеровский П.Г. (ФГУП ЦНИГРИ), Кривко Т.Н. (ОАО «УГЭС») ОСОБЕННОСТИ ОКОЛУРУДНЫХ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА НОВОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ.....	37
Андреев А.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОГОДНЕНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ – ЭТАЛОННЫЕ ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ МАЛОУРАЛЬСКОГО ВПП ПОЛЯРНОГО УРАЛА.....	38
Андреев А.В., Гирфанов М.М., Авилова О.В., Старостин И.А. (ФГУП ЦНИГРИ) ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУДНЫХ РАЙОНОВ ЮЖНОГО УРАЛА.....	39
Арсентьева И.В., Брысин М.П., Черных А.И., Гвоздева И.А. (ФГУП ЦНИГРИ) ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ АНЗАС-КИЗАССКОЙ ПЛОЩАДИ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)...	40
Артемов Д.С., Молчанов А.В., Терехов А.В., Козлов Д.С., Ашихмин Д.С., Кукушкин К.А., Соловьев О.Л. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ЛОМАМСКОГО ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО РАЙОНА ПО МАТЕРИАЛАМ ГДП-200/2 (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ).....	41
Афанасьева Е.Н., Ляхницкая В.Д., Житникова И.А. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗОЛОТОНОСНОСТИ КУОЛАЯРВИНСКОГО ПРОГИБА (СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ)...	42
Бондаренко Н.В., Гвоздева И.А., Раков Н.Д. (ФГУП ЦНИГРИ) ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТО-СУРЬЯНЫХ РУД ПРОЯВЛЕНИЯ БИЛЛЯХ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ)).....	43

Васильев А.А. (Российское геологическое общество), Коваленко Н.И. (Ботубобинская экспедиция АК «АЛРОСА» (ПАО)) ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОТУБОБИНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ В ПОИСКАХ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ.	45
Голубев С.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ) ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА АЛМАЗЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЯКУТИИ.	46
Голубев Ю.К., Прусакова Н.А. (ФГУП ЦНИГРИ) ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ С АНАЛИЗОМ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ АЛМАЗОВ.	47
Захаров И.О. Котельников Е.Е (ФГУП ЦНИГРИ) ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПРЕССНОЙ МЕТОДИКИ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ БОДАЙБИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА.	48
Зубова Т.П., Черемисина Е.А. (ФГУП ЦНИГРИ) ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТОНОСНЫЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОБСТАНОВКАХ.	49
Конкин В.Д. (ФГУП ЦНИГРИ), Шеметов В.А., Матвейчук А.А. (АО «Иркутскгеофизика») ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ В СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ОЛОКИТО-МАМСКОГО И ВЕРХНЕМАМСКОГО РУДНЫХ РАЙОНОВ.	50
Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И МЕДНО-ЦИНКОВО- КОЛЧЕДАНЫХ РУД ДАВЫДОВСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ РУДНОГО АЛТАЯ.	53
Кукушкин К.А., Терехов А.В., Молчанов А.В., Козлов Д.С., Соловьев О.Л., Титов Д.Ю., Хорохорина Е.И. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ УГУЙСКОЙ И ОЛДОНГСИНСКОЙ ГРАБЕН-СИНКЛИНАЛЕЙ ЧАРО-ОЛЕКМИНСКОГО БЛОКА АЛДАНСКОГО ШИТА (ПО МАТЕРИАЛАМ ГДП-200).	54
Лаломов А.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН) РОССЫПНОЙ ПОТЕНЦИАЛ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ.	55
Микоев И.И. (ФГУП ЦНИГРИ) НАЗЕМНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ В РАЗЛИЧНЫХ ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВКАХ.	55
Наидко В.И., Макаров В.А., Козьмин Д.Г., Серебрянская Т.С., Юлдашев З.А. (ИГДГиГ СФУ) ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ГЕРМАНИЕНОСНЫХ ЛИГНИТОВ СЕРЧАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.	56
Николаев Ю.Н., Калько И.А., Бакшеев И.А., Аплеталин А.В., Власов Е.А., Сидорина Ю.Н. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова) ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОТЕНЦИАЛ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЗАПАДНОЙ ЧУКОТКИ.	57
Пачерский Н.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО ЗОЛОТА НА РАННИХ СТАДИЯХ ПОИСКОВЫХ РАБОТ (НА ПРИМЕРЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГРР НА ТЕРРИТОРИИ ЧУКОТСКОГО АО).	58

Перегудов В.В. (ТОО «КРИЦ – НТК», Казахстан), Шаутинов М.Р. (КазНТУ им. К.И.Сатпаева, Казахстан) CARLA – ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА.....	59
Рыжова Л.П., Носова Е.В. (ФГБОУ ВПО РГГРУ им. С.Орджоникидзе) К ВОПРОСУ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОТРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	60
Самойленко М.В., Карепина К.В., Котельников Е.Е., Захаров И.О. (ФГУП ЦНИГРИ) РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ НА ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТАХ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	62
Серавина Т.В., Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ОПЫТ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (2009–2017 гг.).....	63
Татаринов А.В., Яловик Л.И. (Геологический институт СО РАН), Яловик Г.А. (ФБУ «ТФИ по Сибирскому федеральному округу») ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА НА АЛМАЗЫ И ЗОЛОТО ОЛОНДИНСКОГО ЗЕЛЕНОКАМЕННОГО ПОЯСА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ).....	64
Тучина М.В., Витковская Л.И., Ермакова Ю.В., Тарасов А.С., Шаповалов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ) ИТОГИ АПРОБАЦИИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ АБЦМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗАВЕРШЕННЫХ В 2017 ГОДУ ГРР.....	66
Чаркин В.Н., Некипелый В.Л., Родченко С.А., Дубский В.С. (ОСП «Запсибгеолсъемка» АО «Сибирское ПГО» АО «Росгеология») ПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ НА РУДНОЕ ЗОЛОТО В ПРЕДЕЛАХ ЗАСЛОНКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	67
Черешинский А.В. (ФГБОУ ВО «ВГУ») ПЕРСПЕКТИВЫ ОПРОБОВАНИЯ КАЙНОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ НА МИНЕРАЛЫ-ИНДИКАТОРЫ КИМБЕРЛИТОВ.....	68
Шумилин Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ) ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПОНИ-МУЛИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ).....	69
Шумилова Т.Г. (ФГБУ Н ИГ Коми НЦ УрО РАН) КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АЛМАЗОНОСНОЙ КАРСКОЙ АСТРОБЛЕМЫ (ПАЙ-ХОЙ).....	70
Юрьев А.И., Некипелый В.Л. (ОСП «Запсибгеолсъемка» АО «Сибирское ПГО» АО «Росгеология») ПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ НА ЗОЛОТО В ПЕРВИЧНЫХ РУДАХ И КОРАХ ХИМИЧЕСКОГО ВЫВЕТРИВАНИЯ В ПРЕДЕЛАХ БЕРЕЗОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	71
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АБЦМ.....	72
Cheng Zhizhong, Xie Xuejing, Pan Hanjiang, Yang Rong THE GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF TELLURIUM AND INDIUM, SOUTH CHINA.....	72
Chengbin Wang, Jianguo Chen ONTOLOGY-DRIVEN MINERAL PROSPECTIVITY MAPPING: A CASE STUDY FOR “ZHUXI-TYPE” CU-W POLYMETALLIC DEPOSITS IN JIANGXI PROVINCE, SOUTH CHINA.....	72

Jin Ruoshi, Liu Yongshun, Zhang Yuelong, Zhang Kuo, He Peng, Chen Hangshi, Zhang Feng THE DISCOVERY OF THE CHANGTUXILI MN-AG-PB-ZN POLYMETALLIC DEPOSIT IN THE MIDDLE-SOUTHERN SEGMENT OF DA HINGGAN MOUNTAINS IN NORTHEAST CHINA AND ITS SIGNIFICANCE.....	73
Jin Ruoshi, Cheng Yinhang, Li Jianguo, Sima Xianzhang, Miao Peisen, Wang Shaoyi, Ao Cong LATE MESOZOIC CONTINENTAL BASIN “RED AND BLACK BEDS” COUPLING FORMATION CONSTRAINTS ON THE SANDSTONE URANIUM MINERALIZATION IN NORTHERN CHINA.....	73
Liu Jianzhong, Wang Zepeng, Yang Chengfu, Li Junhai, Hu Chengwei, Wang Dafu, Xu Liangyi, Zheng Lulin, Yang Niya, Yuan Shunfa, Song Weifang, Su Chengpeng DYNAMICS OF GOLD MINERALIZATION AND PROSPECTING POTENTIAL IN SW GUIZHOU PROVINCE, CHINA.....	74
Pang Zhenshan, Xue Jianling Tao Wen GEOLOGY AND STABLE ISOTOPE STUDIES OF THE HONGSHI GOLD DEPOSIT, WESTERN QINLING OROGEN, CHINA: IMPLICATIONS FOR ORE GENESIS.....	75
Shouyu Chen, Yuehua Zhao, Xiang Tong, Junde Wu, Xingshou Chen METALLOGENIC GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GEJIU “BASEMENT” SN-CU POLYMETALLIC DEPOSIT, YUNNAN, CHINA.....	76
Yan Tingjie, Allan W.L. Gan, Guan Yanwu MAGNETIC FIELDS REDUCTION TO PSEUDO-GRAVITY ANOMALY USING MULTI-SCALE WINDOWS IN THE CONDITION OF NON-UNIFORM PROPERTY AND ITS APPLICATION INTO SEARCHING FOR DSO.....	76
Аббасов Н.А., Рустамова Р.Е., Гусейнова А.Н. (БГУ, Азербайджан) СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕДНО-ПОРФИРНЫХ РУД В МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА.....	77
Абрамов В.Ю. (РУДН) ИЗУЧЕНИЕ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	78
Авилова О.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУДОНОСНЫХ ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК КРИТЕРИИ ПОИСКОВ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОЛЬХОВСКОГО И МОРЕННОГО РУДНЫХ УЗЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧУКОТКИ).....	79
Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ГРУППА БРИКС, МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОСВОЕНИИ МСБ АБЦМ.....	80
Алексеев Я.В., Пачерский Н.В., Лоренц Д.А., Бондаренко Н.В. (ФГУП ЦНИГРИ) МСБ АЛМАЗОВ, БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ (АБЦМ) АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (АЗ) РФ, ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ОСВОЕНИЯ.....	81
Антипов В.С. (НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы»), Волин К.А. (СПбГУ ИИОЗ), Якимов А.А. (НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы») АНОМАЛИИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЯРКОСТИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКА «КАНОПУС-В» КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ АЛМАЗОНОСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ ЕРМАКОВСКАЯ-7).....	82
Ахманов Г.Г., Булаткина Т.А., Егорова И.П., Хайдаров Р.А. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд») МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО ТИПА – ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ «НЕБУРОВОГО» БАРИТА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН.....	83

Бакшеев Н.А. (АО «СНИИГГиМС») ОПРЕДЕЛЕНИЕ РУДНО-ФОРМАЦИОННОГО ТИПА ИСТОЧНИКОВ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ПО ЕГО СОСТАВУ (САЛАИРСКИЙ КРЯЖ).....	84
Барышев А.Н., Хачатрян Г.К. (ФГУП ЦНИГРИ) УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АЛМАЗА И ЕГО ДОСТАВКИ К ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ КАК ОСНОВЫ ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ПЛАТФОРМ.....	85
Белявцева Е.А. (ФГБУ «ВИМС») КОМБИНИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МАССИВНЫХ СУЛЬФИДОВ МЕДИ И НИКЕЛЯ.....	86
Беркут А.И., Копейкин В.В., Морозов П.А. (ООО «Компания ВНИИСМИ»), Попов А.В. (ИЗМИРАН), Ульянцев Н.А., Инговатов А.П., Маякова О.П. (АО «АОМЭ» АО «Росгеология»), Морозов А.Ф. (Роснедра) ПРИНЦИПЫ ПОВЫШЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЗОНДИРОВАНИЯ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ГЕОРАДАРОВ СЕРИИ «ЛОЗА».....	87
Божко Н.А. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова) АЛМАЗОНОСНЫЙ МАГМАТИЗМ В ХОДЕ СУПЕРКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ.....	88
Вахрушев А.М., Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ) СОСТОЯНИЕ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	89
Волкова Н.М., Ключарев Д.С. (ФГБУ «ИМГРЭ») МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СУРЬМЯНЫХ РУД РОССИИ.....	90
Галямов А.Л., Волков А.В., Сидоров А.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН) ГИС-АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СВЯЗИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И МЕЛОВОГО ГРАНИТОИДНОГО МАГМАТИЗМА ЧУКОТКИ.....	90
Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е., Колесникова Т.И. (ФГУП ЦНИГРИ) ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ МИНЕРАЛОВ-ИНДИКАТОРОВ КИМБЕРЛИТОВ В РАЙОНАХ С ШИРОКИМ РАЗВИТИЕМ ОТЛОЖЕНИЙ ПОКРОВНЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ СЕВЕРА ВЕП.....	91
Десяткин А.С., Фишкин О.Н. (ОАО «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ») АДАПТИВНЫЙ ПОДХОД К РАНЖИРОВАНИЮ ПРОГНОЗНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО В ХОГТАРЕ (САХАРСКИЙ РЕГИОН АЛЖИРА).....	92
Зималина В.Я., Охунов А.Х., Мухаммедов Ж.Э. (ГП «ИМР», Узбекистан) О СОВМЕСТНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ И УЗБЕКИСТАНА.....	93
Зинчук Н.Н. (ЗЯНЦ АН РС (Я)) О НЕКОТОРЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЭФФЕКТИВНЫХ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ.....	95
Зинчук Н.Н., Зинчук М.Н. (ЗЯНЦ АН РС (Я)) ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИ ПОИСКАХ АЛМАЗОВ МАТЕРИАЛА КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ.....	96
Злобина Т.М., Мурашов К.Ю., Котов А.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН) ПРОГНОЗ СКРЫТЫХ ЖИЛЬНЫХ ТЕЛ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАЗВЕДКЕ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИРОКИНДА (СВ ЗАБАЙКАЛЬЕ).....	97

Иванов А.И., Конкин В.Д. (ФГУП ЦНИГРИ), Агеев Ю.А., Молочный В.Г. (ООО «СибГК») ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ДЛЯ БАЙКАЛО-ПАТОМСКОГО РЕГИОНА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ГРАНИТОИДНЫХ КОМПЛЕКСАХ (НА ПРИМЕРЕ МАЛОКОНКУДЕРСКОЙ ПЛОЩАДИ ИКИЗЯКСКО-ДОДЫХТИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ).	98
Иващенко В. И., Коневин К.А. (ФГБУН ИГ КарНЦ РАН, ООО «Индустрия») МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОТЕРОЗОЙСКОГО ГАББРОДОЛЕРИТОВОГО МАГМАТИЗМА КАРЕЛИИ НА БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ.	100
Килижеков О.К., Степанов Е.А., Сыромолотова Н.А. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО)) РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ 3-ЕЙ ОЧЕРЕДИ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ.	101
Корчагина Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ) НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ГАЗИМУРО-НЕРЧЕНСКОГО ПРОМЫШЛЕННО-СЫРЬЕВОГО УЗЛА.	102
Кошкарев Д.А. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)) ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАК ПОИСКОВЫЙ ПРИЗНАК ЛОКАЛЬНЫХ КИМБЕРЛИТОВМЕЩАЮЩИХ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ УЗЛОВ.	103
Крук Н.Н., Борисенко А.С. (ИГМ СО РАН, НГУ), Ярмолюк В.В (ФГБУН ИГЕМ РАН), Наумов Е.А., Лебедев В.И. (ИГМ СО РАН, НГУ), Козловский А.М. (ФГБУН ИГЕМ РАН) НОВЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.	104
Кузнецов С.К., Майорова Т.П., Сокерина Н.В., Филиппов В.Н. (ИГ Коми НЦ УрО РАН) ЗОЛОТОНОСНОСТЬ МАНИТАНЫРДСКОГО РАЙОНА ПОЛЯРНОГО УРАЛА.	105
Куликов Д.А., Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ) РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ МСБ АБЦМ В УДАЛЕННЫХ РАЙОНАХ.	106
Лакутин А.О. (АО «СНИИГГиМС»), Сенкевич В.С. (АО «Сибирское ПГО») ПРЕДЛОЖЕНИЯ К СОПРОВОЖДЕНИЮ ТЕМАТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО СИБИРСКОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ АО «СИБИРСКОЕ ПГО» С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПРОГРАММ ОБЪЕДИНЕНИЙ АО «РОСГЕОЛОГИЯ» И СОЗДАНИЕ БАЗ ДАННЫХ ПО ТПИ.	108
Мальцев М.В. (ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО)), Толстов А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)) УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И КРИТЕРИИ ПОИСКОВ КИМБЕРЛИТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЫГЫАТТИНСКОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА, ЗАПАДНАЯ ЯКУТИЯ).	109
Мансуров Р.Х. (ФГУП ЦНИГРИ) ТИПЫ КРУПНООБЪЕМНЫХ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ЕНИСЕЙСКОМ КРЯЖЕ.	110
Мельников А.В. (ИГиП ДВО РАН) ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ОКТЯБРЬСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ПЛАТИНОИДНОЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ (ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ).	111
Минин А.Н., Рябошапка А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ) ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛИХО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА В УСЛОВИЯХ ШИРОКОГО РАЗВИТИЯ ЭЛЮВИАЛЬНО-ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА (ЛРРУ) РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ).	112

Наумов Е.А., Калинин Ю.А., Борисенко А.С., Ковалев К.Р., Травин А.В. (ИГМ СО РАН, НГУ) МЕТАЛЛОГЕНИЯ И ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА.	113
Никешин Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ) НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОИСКОВЫХ РАБОТ (НА ПРИМЕРЕ НОВОПЕТРОВСКОЙ КОЛЧЕДАНОНОСНОЙ ПЛОЩАДИ).	114
Плотинская О.Ю., Бондарь Д.Б. (ФГБУН ИГЕМ РАН) МОЛИБДЕНИТ ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАЛА: ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ.	115
Раков Л.Т., Киселева Г.Д., Коваленкер В.А. (ФГБУН ИГЕМ РАН) ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В КВАРЦЕ КАК ПОКАЗАТЕЛИ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ (ПО ДАННЫМ ЭПР).	116
Сафонов Ю.Г. (ФГБУН ИГЕМ РАН), Вихтер Б.Я. (ФГУП ЦНИГРИ) О МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА И СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ МЕТОДОЛОГИИ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ЗОЛОТОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЯХ РОССИИ.	117
Сидорова Н.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН) МЕТАМОРФИЗОВАННЫЕ ЯШМЫ ФАЦИИ ЗЕЛЁНЫХ СЛАНЦЕВ. БЕРЕЗОВСКОЕ ЗОЛОТОРУДНОЕ ПОЛЕ, СРЕДНИЙ УРАЛ.	118
Столяренко В.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Остапенко Л.А., Чернов Е.Е. (ФГБУ «ВИМС»), Минаева С.В., Минин А.Н., Рябошапка А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ) ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ КРУПНОГО ЗОЛОТА, ВЛИЯЮЩЕГО НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА).	119
Юлдашев З.А., Макаров В.А., Макеев С.М., Наидко В.И. (СФУ) ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА РУДОПЕРСПЕКТИВНЫХ МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ В ПРЕДЕЛАХ ГОРЕВСКОГО СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.	120
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ АБЦМ.	122
Jia Yule, Chen Jianping, Lin Fang CONSTRUCTION AND PREDICTION OF PROSPECTING MODEL BASED ON BIG DATA.	122
Wang Huanfu, Chen Jianping THREE DIMENSIONAL METALLOGENIC PREDICTION OF UNDERLYING ORE IN DASHUI GOLD DEPOSIT, GANSU PROVINCE.	123
Богославец Н.Н., Кузнецов В.В., Серавина Т.В., Кузнецова Т.П., Елшина С.Л. (ФГУП ЦНИГРИ) КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИАРГУНСКОЙ СФЗ.	123
Гаврилов Р.Ю. (Томский политехнический университет) АНОМАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРТОВО КОРЫТО (ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ).	124
Голубева Ю.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ) АНАЛИЗ ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОСТАВА КИМБЕРЛИТОВ И РОДСТВЕННЫХ ПОРОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ПЛОЩАДЕЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.	125

Гонгальский Б.И., Мурашов К.Ю. (ФГБУН ИГЕМ РАН), Криволицкая Н.А. (ГЕОХИ РАН), Градовский И.Ф., Павлович Г.Д. (ФГБОУ ВПО РГГУ им. С.Орджоникидзе), Тимашков А.Н. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») ГЕНЕЗИС МЕСТОРОЖДЕНИЙ СУЛЬФИДНЫХ РУД УДОКАН-ЧИНЕЙСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ).....	126
Десяткин А.С., Шкляр Г.К. (ОАО «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ») КОМПЛЕКСНЫЕ ЭНДОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ТИПА ЮГО-ЗАПАДА АЛЖИРА.....	127
Зайцева М.Н., Инякин А.В., Кузнецов В.В., Конкина А.А. (ФГУП ЦНИГРИ) ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА.....	128
Звездов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ) РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПОРФИРОВОГО ТИПА: МЕТАЛЛОГЕНИЯ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА КРУПНЫХ МЕДНОПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. .	129
Инякин А.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САЛАЙРСКО-КАМЕНУШИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ.....	131
Коваленкер В.А., Киселева Г.Д., Крылова Т.Л., Языкова Ю.И. (ФГБУН ИГЕМ РАН) МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ И ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИЗНАКИ ПОРФИРОВЫХ СИСТЕМ ЮГО-ВОСТОКА ЗАБАЙКАЛЬЯ – НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИХ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА И ОЦЕНКИ.....	133
Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ) МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕРЕЗОВСКОГО ТИПА ДЛЯ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ВЕРХНЕАМЫЛЬСКОГО УЗЛА ЗАПАДНОГО САЯНА.....	134
Леонтьев В.И. (Санкт-Петербургский горный университет) ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НОВЫХ ТИПОВ КАК МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ВОСПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ).....	136
Мамедов В.И. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В.Ломоносова), Чаусов А.А. (Geoprospects ltd), Макарова М.А. (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В.Ломоносова), Оконов Е.А. (Geoprospects ltd) ВОЗМОЖНО ЛИ ОБРАЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА МЕХАНОГЕННО-ОСАДОЧНОГО ГЕНЕЗИСА?.....	137
Минькин К.М. (ФГУП ЦНИГРИ) ПЕРВИЧНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЛОКАЛИЗАЦИЮ ПОЛИГЕННО- ПОЛИХРОННЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ВАРИСЦИД УРАЛО-ТЯНЬШАНЬСКОГО РЕГИОНА.....	138
Мясников Ф.В. (пенсионер) ПРОГНОЗНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ ПРИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ НА ЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ.....	139
Николаева Э.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Кукуй И.М. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)) МОДЕЛИ ЭОЛОВЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЙАНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ МИНЕРАЛОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ. . .	140
Окулов А.В. (ФГУП ЦНИГРИ) КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ).....	141

Прусакова Н.А., Громцев К.В., Лаптев М.М., Иванова Е.А. (ФГУП ЦНИГРИ) СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ЗИМНЕБЕРЕЖНОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА В СВЯЗИ С ПРОГНОЗОМ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ.....	142
Саблуков С.М. (ООО ИНПК «РУСГЕО»), Ермаков Н.С., Белов А.В., Лешуков С.И. (ООО «Архангельские алмазы»), Саблукова Л.И. (ООО ИНПК «РУСГЕО») УНИКАЛЬНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ АЛМАЗОНОСНОСТИ УСТЬЯНСКОГО РАЙОНА В СВЕТЕ НОВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ КОМПАНИИ «АРХАНГЕЛЬСКИЕ АЛМАЗЫ».....	143
Серавина Т.В., Кузнецов В.В., Кудрявцева Н.Г., Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ) КОЛЧЕДАННО-СЕРЕБРО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЧЕРЕМШАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА.....	144
Хасанов В.Н. (ФГУП ЦНИГРИ) ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРЕДЕЛАХ ИОЧИМО-БОЛЬШЕПИТСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ ПОДЗОНЫ ЧЕРНОРЕЧЕНСКО-КАМЕНСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ ЗОНЫ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ).....	145
Хасанов В.Н., Алямкин В.А. (ФГУП ЦНИГРИ) КРИТЕРИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ РИФЕЯ В ПРЕДЕЛАХ БЛАГОДАТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ МАМОН-ПЕТРОПАВЛОВСКОГО РУДНОГО УЗЛА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ).....	147
Шарафелдин Хани Элсайд (ФГБОУ ВПО РГГРУ им. С. Орджоникидзе) ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУКАРИ (ЕГИПЕТ).....	148
РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ, МЕТОДИК И ТЕХНОЛОГИЙ ГРП НА АБЦМ.....	149
Cheng Gong, Zhong Chaoling QUANTITATIVE REMOTE SENSING MODELING AND INVERSION OF LATERITE TYPE BAUXITE BASED ON SAMPLE DATA.....	149
Антонов С.А. (ФГУП ЦНИГРИ) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ.....	149
Артемова О.А., Васюков В.Е., Шумилин Д.А., Двуреченская С.С. (ФГУП ЦНИГРИ) РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ НА ЗОЛОТО-МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ ОБЪЕКТАХ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ.....	150
Беневольский Б.И., Тарасов А.С., Ермакова Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ) УСКОРЕННАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА ДЛЯ УСЛОВИЙ ОТРАБОТКИ ОТКРЫТЫМ РАЗДЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ.....	151
Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ) О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИКИ ГРУППОВОГО ОПРОБОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	153
Кряжев С.Г., Васюта Ю.В., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ОПТИМАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	155

Лоренц Д.А., Туровский Д.С. (ФГУП ЦНИГРИ) РУДНО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ ЗОЛОТО- СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ В КАРБОНАТНО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТАЙМЫРА.....	156
Макеев С.М. (СФУ), Ануфриев А.Е. (ООО НПП «Прогнозгеофизика»), Макаров В.А. (ИГДГиГ СФУ) ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА.....	157
Миляев С.А., Кряжев С.Г., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ) ИОННО-СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ СКРЫТЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	158
Рогизный В.Ф., Черемисин А.А., Карпухина М.В., Куликов Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ) СОПОСТАВЛЕНИЕ ВАРИАНТОВ РАЗВЕДКИ НА ПРИМЕРЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ СЕРЕБРА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК.....	159
Савчук Ю.С., Волков А.В., Аристов В.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН) ОРОГЕННОЕ ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ АККРЕЦИОННЫХ ПРИЗМ.....	160
Тарских О.В., Шахурдина Н.К., Забелин А.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)) РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ БАНКОВ ДАННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ.....	161
Хачатрян Г.К. (ФГУП ЦНИГРИ) ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТИПОМОРФИЗМА МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗА И ЗОЛОТА ПО ДАННЫМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ.....	162
Чижова И.А., Волков А.В., Лобанов К.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН) ЛОГИКО-ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМАЦИОННЫХ ТИПОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ ЛЯ ЭКСПРЕССНОЙ ОЦЕНКИ.....	163
Шемякина Е. М. (ФГБОУ ВО МГУ им. Ломоносова) ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЛАТИНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ЭТАЛОННЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ.....	164