

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 И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
БЛАГОРОДНЫХ, ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И АЛМАЗОВ**

**VII научно-практическая конференция
(13–14 апреля 2017 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ)**

Москва
ФГУП ЦНИГРИ
2017

УДК [553.3/4+553.5/7].043+558

Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных, цветных металлов и алмазов. Сборник тезисов докладов VII научно-практической конференции. (13–14 апреля 2017 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ), – М.: ЦНИГРИ. 2017. 132 с.

В сборник включены 115 докладов, представленных на конференцию. 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 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 21.03.2017. Подписано в печать 05.04.2017
Уч. изд. л. 11,9. Тираж 180 экз.

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

ISBN 978-5-85657-026-6

© Федеральное государственное унитарное предприятие
Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов
(ФГУП ЦНИГРИ), 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Планом выставочных мероприятий, конференций и научных совещаний Федерального агентства по недропользованию на 2017 г. (приказ Роснедра от 27.01.2017 № 37) на ФГУП ЦНИГРИ возложена ответственность за подготовку и проведение VII научно-практической конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов».

Конференция проводится при поддержке Федерального агентства по недропользованию, Российской академии наук, Российского геологического общества 13–14 апреля 2017 г. в г. Москве, ФГУП ЦНИГРИ.

Цель конференции — обеспечение реализации Государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» (подпрограмма I «Воспроизводство МСБ, геологическое изучение недр») и положений «Стратегии развития геологической отрасли до 2030 года».

Тематика конференции:

- научно-методические основы комплексирования геологических, геохимических, геофизических методов прогноза, поисков и оценки месторождений;
- использование комплексных моделей месторождений для целей прогноза, поисков, оценки и разведки;
- использование передового опыта проведения ГРП по воспроизводству минерально-сырьевой базы России;
- разработка и реализация инновационных технологий ГРП.

Состав организационного комитета: сопредседатели — Аксенов С.А. (Роснедра), Миленко Н.В. (Минприроды России), Иванов А.И. (ФГУП ЦНИГРИ), Фаррахов Е.Г. (РосГео); члены оргкомитета — Аксенов Е.М. (ФГУП ЦНИИгеолнеруд), Беневольский Б.И. (ФГУП ЦНИГРИ), Вартанян С.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Волчков А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ), Голубев Ю.К. (ФГУП ЦНИГРИ), Звездов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Машковцев Г.А. (ФГБУ «ВИМС»), Мигачев И.Ф. (ФГУП ЦНИГРИ), Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН), Седельникова Г.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Спиридонов И.Г. (ФГУП «ИМГРЭ»), Старостин В.И. (МГУ им. М.В.Ломоносова), Черных А.И. (ФГУП ЦНИГРИ), Щендригин А.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).

В сборнике опубликовано 114 докладов 40 организаций и предприятий Роснедра, РАН, ВУЗов, организаций-недропользователей.

Тезисы в сборнике расположены, по разделам, в алфавитном порядке по фамилии первого автора. Тезисы не рецензировались.

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

***Аббасов Н.А.* (Бакинский государственный университет). МЕДНО-ПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ФОРМИРОВАНИЕМ ОКРАИННО-КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВУЛКАНО- ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ МИСХАНА-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЫ**

В настоящее время по медно-порфировым месторождениям накопилось весьма значительное количество фактических данных, позволяющих разработку модели типичного медно-порфирового месторождения. Большинство предложенных моделей базируется на материалах по Американским континентам, где месторождения наиболее многочисленны и всесторонне изучены (Sillitoe R.H., 2010; Sillitoe R.H., and Hart S.R., 1984.). Cu-Mo-Au порфировые месторождения мира сопряжены с порфировыми штоками диаметром от 100 м до нескольких километров (Sillitoe R.H., 1993). В медно-порфировых системах, обычно наблюдается несколько фаз внедрения интрузий, самые ранние из которых, наиболее часто, содержат самые концентрированные руды. В ряде месторождений вмещающие породы также содержат руды, хотя в интрузиях содержится в среднем около 70% порфировых руд месторождения (Lowell J.D., and Guilbert J.M., 1970). На основании полевых работ, настоящее время довольно тесная, пространственная связь медно-молибденовой руды с дайками гранодиорит-порфиритами, кварцевыми диорит-порфиритами магматических пород завершающей фазы Мегри-Ордубадского и Далидагского плутона, в Мисхана-Зангезурской зоне Малого Кавказа, признается многими исследователями (Бабазаде В.М., Рамазанов В.Г., Ефремова С.В., Масмов А.А., Аббасов Н.А. 1984, 1999, 2000, 2004). Пояса даек обеих рудных районов (Ордубад и Далидаг) структурно-формационных зон является наиболее надежным признаком, указывающим на существование зоны разломов. Медно- и молибден-порфировые месторождения рудного зона размещены в узлах пересечения субмеридиональных сквозных структур с широтными и северо-западными разломами. Месторождения пространственно и генетически связаны с рудоносными гранодиорит-порфировыми интрузиями. Пояса даек прослеживаются на несколько километров при ширине 1,5–3,5 км и местами достигают более 4 км. Возраст их и ориентировка как в Ордубадском рудном районе, так же Агюрт-Шелалинском рудном поле различные так же как и количество на различных участках рудного поля. Морфология дайкообразных вытянутых интрузивных тел и даек сложная: характерны клинообразные формы с изменениями мощности резкими перегибами, свидетельствуют о формировании их в обстановке растяжения. Сложные взаимоотношения дайковых образований и медно-молибденовых руд наблюдается на месторождениях рудного района. В Гейгель-Гейдагском рудном поле дайки гранодиорит-порфиров с диорит-порфиритами являются главными элементами, составляющими собственно кольцевые структуры вокруг рудного штокверка. При этом обнаружено, что почти все медно- и молибден-порфировые месторождения приурочены полям развития даек, особенно гранодиорит-порфиров и диорит-порфиритов. Более того в Яшыллыгском и Дихайском месторождениях на эти дайки накладывается пирит-халькопиритовая минерализация, где оруденение охватывает также околодайковое пространство во вмещающих породах. В зависимости от количества и соотношений главных и примесных компонентов эти месторождения относятся к золотосодержащим медно- и молибден-порфировым и золотоносным молибден-медно-порфировым типам. Распределение золота в медно- и молибден-порфировых месторождениях во многом определяется минералого-геохимическим характером оруденения, обусловленным закономерным сочетанием в объеме минерализованных пространств нескольких типов руд. Из шести минеральных ассоциаций, выявленных в месторождениях рудного района, кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая и кварц-галенит-сфалеритовая являются золотоносными. Концентрация золота и серебра в рудах 1,5–4,0 г/т и более. Установлено, что основными носителями золота в тонкодисперсном виде являются халькопирит и пирит.

Аббасов Н.А. (Бакинский государственный университет).
ВЗАИМООТНОШЕНИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РУДНЫХ ЖИЛЫ, ШТОКВЕРКОВ
И ДАЕК ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД КИСЛОГО И СРЕДНЕГО СОСТАВА
В МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЫ МАЛОГО КАВКАЗА.

Во многих рудных месторождений Мисхано-Зангезур-Занджанской структурно-формационной зоны Малого Кавказа, устанавливается довольно тесная, пространственная связь рудных жил гидротермального происхождения с дайками кислых и основных пород. Эта связь настолько тесна, что развитие даек на определенных рудных площадях например Гейдаг-Гейгельском в некоторых случаях служит поисковым признаком и указывает на возможность нахождения в пределах этих площадей гидротермальных рудных жил. Нередко в рудных полях (Гейдаг, Агюрт, Султангейдар) наблюдается тесная связь между дайками основного и кислого состава (гранодиорит-порфиритами, кварцевыми диорит-порфиритами диабазовыми порфиритами, лампрофирами) и рудными жилами. Иногда оруденение приурочено к контакту таких даек с вмещающими породами. В частных случаях рудные тела возникают в местах ответвления от главных даек их боковых ветвей или залегают внутри даек (Агюрт). Известны примеры, когда сами дайки являются рудными телами как в Агюртское так же Пязбашынское и Катардашское.

Согласно исследованиям В.М. Бабазаде, В.И. Алиев, Дж.А. Азадалиев, В.Г. Рамазанов, А.А. Масимов, Н.А. Аббасов (1984, 1986, 1999, 2003, 2004), а также данным С.В. Ефремовой (1984), изучавших условия образования оруденения в дайки основных и кислых пород, Мисхана-Зангезура наиболее продуктивными оказываются те дайки, которые во время развития процессов минерализации были наиболее интенсивно раздроблены. В частности, если в процесс рудообразования определенная площадь подвергалась сжатию, то наиболее раздробленными и соответственно наиболее продуктивными оказываются вертикальные или крутопадающие дайки, вытянутые поперек направления действовавших усилий. По мере уменьшения углов наклона даек количество минерализованные трещин в них уменьшается и соответственно наиболее продуктивными оказываются вертикальные или крутопадающие дайки, вытянутые поперек направления действовавших тектонических зоны глубоких разломов. Наиболее трещиноватыми и оруденевшими оказываются те из даек, которые пространственно и генетически связаны с более поздними самостоятельными гранодиорит-порфировыми интрузиями, вдоль контакта которых с вмещающими породами произошли сколы, сопровождавшиеся образованием глинки трения. В этих условиях разрядка скалывающих напряжений происходила вдоль участков скопления тектонической глинки, а в дайках образовывались преимущественно трещины разрыва, ориентированные перпендикулярно к простиранию даек, в результате чего оруденение оказывается приуроченным к сложной системе трещин, играют важную роль в размещении золотосодержащие медно-порфировых руд. С сколовыми трещинами нередко сопрягаются более мелкие боковые оперяющие трещины, в результате чего оруденение оказывается приуроченным к сложной системе трещин. В таких случаях рудные тела приобретают форму сравнительно сложных штокверков, закономерности размещения которых не всегда выражены с достаточной определенностью. Пояса даек является наиболее надежным признаком, указывающим на существование зоны разломов. Пояса даек прослеживаются на несколько километров при ширине 1,5–3,5 км и местами достигают более 4 км. Возраст их и ориентировка как в Ордубадском рудном районе, так же Агюрт-Шелалинском рудном поле различные так же как и количество на различных участках рудного поля. Морфология дайкообразных вытянутых интрузивных тел и даек сложная: характерны клинообразные формы с изменениями мощности резкими перегибами, свидетельствуют о формировании их в обстановке растяжения.

*Алексеев А.С. (МГУ им. М.В. Ломоносова), Кирмасов А.Б. (ТОО «Казцинк»),
Конюхов А.А., Рудаков С.И., Чеботарёва В.Н., Юткин А.В.
(ООО «Управление горными проектами»).*

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА ПЕРСПЕКТИВНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЯХ МОЛИБДЕН-ПОРФИРОВОГО ТИПА (СИХОТЭ-АЛИНЬ)

За период 2012–2016 гг. группой компаний N-Mining на территории Дальнего Востока РФ были проведены поисково-оценочные работы в пределах известных рудных узлов и полей с порфировой металлогенической специализацией. Выбор объектов осуществлялся на основе проведенного обобщения литературных данных, металлогенического анализа и инфраструктурной оценки территории. Поисково-оценочные работы с разной степенью детальности были проведены более чем на 15 участках, обладавших признаками продуктивных гидротермальных систем порфирового типа. Помимо открытых новых месторождений и перспективных проявлений, в результате этих работ были уточнены особенности строения и ресурсный потенциал молибденовых объектов, три из которых охарактеризованы ниже.

В геологическом строении Анаджаканского рудного поля принимают участие флишидные юрские терригенные породы, прорванные позднемеловыми гранодиоритами и гнитами. Рудное поле располагается в пределах Баджало-Горинского звена Сихотэ-Алиньской складчатой системы на сочленении Баджальского антиклинория и Горинского синклинория и относится к Анаджаканскому рудному узлу (Mo, Cu, W, Au, Sn) Харпийской рудной зоны, совпадающей с одноимённой вулcano-плутонической структурой. Гордеевское Mo проявление было открыто в 1960-х гг., тогда же были установлены признаки золотоносности рудного района. В конце 1980-х гг., на основании Au-Cu-Mo геохимической специализации рудного поля, была предпринята попытка поисков порфирового месторождения. В результате на поверхности штупным и бороздовым опробованием был установлен рассеянный характер золотоносности пород (0.0n г/т Au с отдельными пробами до первых г/т и более); в скважинах выделены маломощные (первые м) медные интервалы с содержаниями до 1–2% (по данным В.А. Пляскина, 1991). Повторная «порфировая» переоценка, выполненная в 2010-х гг. (по данным М.И. Кременецкого, 2010), была ограничена геохимическим опробованием и не сопровождалась горно-буровыми работами. В 2012–2014 гг. было установлено, что Анаджаканское рудное поле представляет собой гидротермальную систему, представленную слабо-золотоносным (> 1 км в поперечнике) кварцевым штокверком в биотитовых роговиках над крупным, не вскрытым эрозией интрузивным массивом, с наложенной на неё в СЗ части более поздней Mo-порфировой системой, связанной с мелкими штоками и дайками гранит-порфиров. Буровыми работами в пределах золотоносного штокверка показан выдержанный первичный ореол золота на уровне 0.0n-0.л г/т; единственная скважина, пробуренная в пределах гордеевского проявления, вскрыла молибденовое прожилково-вкрапленное оруденение (298 м – 0,02% Mo, вкл. 150 м – 0,03 % Mo). Ресурсный потенциал Гордеевского проявления составляет порядка 50–100 тыс. т Mo.

Хвощёвое и Долгановское проявления расположены на водоразделе рек Малая и Левая Сидими, в пределах Дурминского рудного узла (Au, Ag, Mo, Cu) Нижнехорского рудного района. Тектоническая позиция обусловлена размещением в пределах Западно-Сихотэ-Алинского синклинория, на сочленении Сидими-Сукпайской северо-западной и Катэнской субмеридиональной ослабленных зон. Влияние на размещение минерализации оказали, очевидно, и разломы северо-восточного простирания, служащие границей между триасово-юрскими и валанжинскими комплексами, распространенными на территории узла.

Рудное поле ассоциирует с роями даек и мелких штоков позднемеловых гранитов, прорывающих крупный Сидиминский массив раннемелового возраста. В результате поисковых работ, проведенных в начале 1980-х гг., были оценены (без категоризации) прогнозные ресурсы меди (513 тыс. т.), молибдена (118,5 тыс. т.) и вольфрама (WO₃ 120 тыс. т.). Анализ материалов показал, что при подсчете ресурсов на основании данных горно-буровых работ и при переводе в т.н. «условную медь» использовались заведомо низкие (геохимические) со-

держания полезных компонентов. Поисковые работы 2014 г. выявили существенно молибденовую специализацию рудного поля: в одной из поисковых скважин было установлено прожилково-вкрапленное оруденение (154,2 м – 0,04% Мо, вкл. 26,5 м – 0,1% Мо); площадь геохимических ореолов составляет более 3-х кв. км (Мо > 20 г/т). Медь и вольфрам рудных концентраций в выработках не образуют (среднее содержание меди по скважинам на уровне 0,0n г/т).

Ковриженское проявление расположено в междуречье рр. Амгунь–Бичи, входит в состав Херпучи-Ваюнского рудного узла (Au, Mo, Cu, Ag), представляющего собой тектонический блок, насыщенный интрузиями диорит-гранодиоритовой и гранитовой формаций позднемелового и палеогенового возраста. С запада и востока район ограничен близмеридиональными глубинными разломами – Имским (Лимурчанским) и Орельским (Орель-Кизинским); южная граница отвечает Бичинскому, а северная – Дальжинскому разломам. Интрузии прорывают мощный комплекс терригенных отложений преимущественно нижнемеловой флишевой формации. Оруденение приурочено к штоку метасоматически измененных палеогеновых гранит-порфиров, прорывающих позднемеловые гранодиориты. По данным Д.Н. Таюрского (1960 г.), в пределах рудоносного штока площадью 2 кв. км средние содержания молибдена по данным горных работ составили 0,007–0,008% тогда же в центральной части проявления было пробурено 2 вертикальных скважины, которые показали содержания на уровне (0,0n%) как Мо, так и Cu. В результате поисковых работ 2013–2014 гг. на проявлении установлено, что площадь контрастных (> 0,01% Мо) аномалий составляет более 1 кв. км. Оценка бурением не производилась, но ресурсный потенциал объекта можно оценить на уровне 50–100 тыс. т Мо.

Данные объекты (с ресурсным потенциалом средних и крупных месторождений) можно отнести к Мо-порфировым месторождениям окраинно-континентальных вулcano-плутонических поясов, которые формируются в результате эволюции флюидо-магматических надсубдукционных систем. Для Мо-порфировых месторождений характерны обстановки континентальных окраин с известково-щелочным типом магматизма, островодужные обстановки редки. Формирование Мо-порфировых месторождений связывают с геодинамическими обстановками «астеносферных окон» (*subductions slab*), с наложением более молодого окраинно-континентального магматизма на ранее аккретированные островодужные террейны, постсубдукционными обстановками растяжения (подробнее см. в обзоре (Taylor et al., 2012)).

Поисковые работы в пределах Сихотэ-Алиня показали конвергентность поисковых признаков и критериев порфировых (*s.l.*) систем, выраженную в концентрической метасоматической и геохимической зональности при существенно кислом характере поздних порфировых фаз магматических комплексов.

Конъюнктура рынка на молибденовое сырьё определяется тем, что примерно две трети молибдена в мире добывается попутно с медью из медно-порфировых месторождений. Таким образом, уровень годовой добычи молибдена в значительной мере косвенно определяется добычей меди из меднопорфировых месторождений (и, следовательно, спросом на медь), и поэтому монокомпонентные молибденовые месторождения становятся своего рода «заложниками» этих комплексных месторождений молибденовые рудники часто приостанавливают работу на снижении цен, и возобновляют деятельность при более благоприятной экономической обстановке. Тем не менее, Мо-порфировые месторождения Сихотэ-Алиня, расположенные в относительно доступных и инфраструктурно развитых районах, при необходимости могут выступать в качестве резервных для восполнения МСБ в перспективном быстро развивающемся экономическом регионе на юге Дальнего Востока РФ.

**Андреев А.В., Гирфанов М.М., Авилова О.В., Старостин И.А. (ФГУП ЦНИГРИ).
РУДНЫЕ РАЙОНЫ С МЕДНО-ПОРФИРОВЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ ТАГИЛЬСКО-
МАГНИТОГОРСКОЙ И ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ПРО-
ВИНЦИЙ ЮЖНОГО УРАЛА (ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ГРР)**

В период 2014–2016 гг. специалистами ФГУП ЦНИГРИ в рамках Госконтракта выполнен комплекс прогнозно-металлогенических и поисково-ревизионных работ по оценке перспектив выявления промышленных месторождений медно-порфирового типа на территории Южного Урала. Специализированное металлогеническое районирование территории позволило оконтурить в пределах выделенных медно-порфировых металлогенических зон Тагильско-Магнитогорской и Восточно-Уральской металлогенических провинций 18 локальных площадей в ранге рудных районов (РР) и узлов (РУ) с прогнозируемым медно-порфировым оруденением.

Медно-порфировое оруденение районов Тагильско-Магнитогорской провинции ассоциирует с интрузивными массивами габбро-диорит-плагиогранитовой формации среднедевонского Ирэндикского вулканоплутонического пояса (ВПП) островодужного типа (Круглогорский, Вознесенский, Узункулевский, Салаватский, Хабарнинский РР и Кирябинский РУ). Определенные перспективы этой провинции связываются с интрузивами габбродиорит-монзонит-сиенитовой формацией Верхнеуральского ВПП (D₃) (Верхнеуральский РР) и габбро-диорит-гранитовой формацией Гумбейского (D₂₋₃) и Центрально-Магнитогорского (C₁) поясов (Кусемский, Ансукпайский РР и Джаилганский РУ).

В Восточно-Уральской провинции медно-порфировое оруденение связано с интрузивами вулканоплутонических поясов окраинно-континентального типа позднедевонско-раннекаменноугольного возраста: диоритовой формации Увельско-Еленовского ВПП (Тахталымский, Биргильдинско-Томинский, Зеленодольский, Кособродский, Еленовский РР) и габбро-диорит-плагиогранодиорит-адамеллитовой формации Катенинского ВПП (Тарутинский, Новониколаевский РР). Менее ясна продуктивность на медно-порфировое оруденение габбро-диорит-гранодиоритовой формации Алтынайского ВПП (D₂) (Тептяргинский РР).

Рудные районы оконтурены как площади распространения массивов продуктивных на медно-порфировое оруденение плутогенных формаций, с учетом расположения известных месторождений, рудопроявлений и точек минерализации медно-порфирового и сопряженных рудноформационных типов, литохимических и геофизических аномалий. Границы рудных районов проведены с учетом системы блокоразделяющих разломов. В структуре ВПП рудные районы эквивалентны магматогенным поднятиям длительного развития на участках поперечных дислокаций.

Площади оконтуренных рудных районов варьируют от 170 до 650 км², оцененные для них прогнозные ресурсы меди – от 600 до 1200 тыс. т при прогнозируемых средних содержаниях около 0,45%, ожидаемых содержаниях попутного золота около 0,2 г/т и молибдена – 0,004%. Отнесены к кондиционным и апробированы прогнозные ресурсы меди кат. Р₃ для 7 рудных районов (в нераспределенном фонде недр), в сумме составившие 6400 тыс. т, что демонстрирует возможность удвоения разведанных запасов медно-порфировых месторождений Южно-Уральского региона (месторождения Михеевское и Томинское).

К наиболее перспективным на выявление промышленного медно-порфирового оруденения отнесены пять рудных районов, а в их пределах намечены первоочередные для постановки дальнейших поисковых работ площади в ранге потенциальных рудных полей: Вознесенско-Дунграйское (Вознесенский РР), Кутуевское (Узункулевский РР), Поляновское и Кабанское (Зеленодольский РР), Северо-Михеевское (Новониколаевский РР), Еленовское и Ушкотинское (Еленовский РР), для которых разработан рациональный комплекс ГРР.

Выполненное ФГУП ЦНИГРИ выделение и оконтуривание площадей в ранге рудных районов и узлов позволяет значительно сократить площади проведения последующих поисковых работ и определить направления ГРР на медно-порфировое оруденение в Южно-Уральском регионе.

*Антипов В.С., Журавлев Е.А. (НИИКАМ – филиал ФГУП ЦНИИмаш),
Волин К.А. (СПбГУ ИНЗ).*

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА РУДОПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И УЧАСТКОВ

Космогеологический прогноз рудоперспективных площадей и участков выполняется на базе космоструктурного и космоспектрального анализа данных ДЗЗ, при котором выявляются структурные и спектральные факторы контроля рудоносности, формулируются на их основе космогеологические признаки и критерии рудоперспективности, в дальнейшем используемые при прогнозе. Признаки и критерии рудоперспективности устанавливаются при обобщении частных космогеологических факторов контроля размещения эталонных рудных объектов. В качестве эталонных объектов обычно используются известные месторождения, рудные поля и узлы, которые имеются на площади прогнозных работ либо за ее пределами и располагаются в сходной геологической и ландшафтной обстановках.

При космоструктурном анализе выявляются характерные для эталонных объектов дешифрируемые разломы, зоны разломов, а также кольцевые и дуговые структуры.

Космоспектральный анализ данных ДЗЗ устанавливает спектральные факторы контроля рудоносности, признаки и критерии рудоперспективности. Для этого по разработанным методикам выделяются аномалии спектральной яркости, получаемые при обработке изображений ДЗЗ. Обработке подвергаются как данные отдельных каналов съемки, так и результаты комбинирования данных нескольких каналов съемки. Используются два типа аномалий спектральной яркости: минералогические аномалии и эндодинамические аномалии.

Минералогические аномалии спектральной яркости выявляются при расчете специализированных минералогических индексов и обусловлены особенностями спектров отдельных минералов и горных пород. Наиболее информативными являются нормализованные разностные минералогические индексы: NDLI (лимонитовый), NDAI (аргиллизитовый), NDFI (железистый). В диапазоне 2,08–2,35 мкм порообразующим минералом, обладающим наибольшей отражательной способностью, является кварц, поэтому аномально высокая интенсивность сигналов в этом диапазоне в ряде случаев может интерпретироваться как окварцевание пород. С долей условности значения интенсивности рассматриваемого диапазона можно назвать QI (кварцевый индекс).

Эндодинамические аномалии спектральной яркости обусловлены воздействием восходящего тепломассопереноса на объекты земной поверхности (растительность, почва, водоемы). Эти аномалии устанавливаются при расчете индексов NDVI (вегетационного), NDII (ледового) и при выявлении по данным ДЗЗ температурных аномалий.

Информативными для прогнозных построений могут быть космические снимки, полученные в разные сезоны съемки (весна, лето, осень, иногда зима). Сезон съемки, когда проявляются космоспектральные критерии перспективности, определяется при изучении эталонных объектов.

Минералогические аномалии спектральной яркости информативны на геологически и фотогеологически открытых и частично открытых территориях, а эндодинамические – на геологически и (или) фотогеологически закрытых территориях.

Космогеологические прогнозные работы с использованием космоструктурного и космоспектрального анализа данных ДЗЗ выполнялись в разных регионах России и зарубежья. При выполнении этих работ были выделены площади и участки перспективные на обнаружение месторождений золота, меди, алмазов, платины, никеля, урана. В качестве первоочередных выделены участки, суммарная площадь которых составила 4–8% от площади прогнозных работ. В докладе представлены примеры прогнозных работ на: золото – в Судане, на Енисейском Кряже, в Забайкалье; алмазы – в Южной Карелии и на севере Ленинградской области; медь – на Южном Урале.

Ахманов Г.Г., Егорова И.П., Булаткина Т.А. (ФГУП «ЦНИИГЕОЛНЕРУД»).
**ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО БАРИТА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

На территории Республики Башкортостан баритовое оруденение распространено довольно широко. В настоящее время известно два месторождения (Кужинское и Акъюловское) и несколько десятков рудопроявлений, подавляющая часть которых находится в Башкирском мегантиклинории. В последнем баритовое оруденение представлено: сингенетично-диагенетической минерализацией, рассеянной в составе юрматинской и каратауской серий рифея; маломощными жилообразными телами, образованными, вероятнее всего, за счет мобилизации сингенетично-диагенетического барита при активизационных процессах, имевших место в регионе; и гнездо- и пластообразными проявлениями остаточного типа в корях выветривания по известнякам, доломитам, кварц-карбонатным и глинисто-карбонатным сланцам рифея.

Рассеянная минерализация, как и жильный тип, контролируются двумя литолого-стратиграфическими горизонтами: железистыми доломитами и анкеритами в зоне перехода среднерифейских зигаино-комаровской свиты в авзянскую и кварцевыми песчаниками лемезинской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея. Оруденение в корях выветривания представлено скоплениями желваковых и гнездовых выделений барита размером от нескольких см до 3 м в охристых глинах. Зачастую желваки, прилегая друг к другу, образуют линзоподобные тела, протяженностью в десятки метров при мощности до 5 и более метров. Обогащенные баритом горизонты в корях выветривания прослеживаются по простиранию до 2 км.

Большая часть вышеназванного оруденения в должной мере на сегодня остается не оцененной, поскольку специализированные на барит работы были прекращены еще в начале 80-х годов прошлого столетия.

Из трех названных выше типов в настоящих экономических условиях целесообразно сосредоточить усилия на изучении и оценке проявлений остаточного типа, многочисленные объекты которого известны в Белорецком и Бурзянском районах Республики Башкортостан.

Остаточные месторождения характеризуются рядом достоинств. Поверхностное залегание позволяет вести их отработку карьерами небольшой глубины, механическое (рыхлое) состояние руды – использовать простейшие (малозатратные) способы обогащения. Полезный компонент в рудах чаще всего представлен дресвой и щебнем практически мономинерального барита, что позволяет при обогащении получать так называемый «небуровой» барит, используемый в отраслях промышленности, предъявляющих высокие требования к качеству сырья. Потребности последних покрывались и покрываются импортом.

В силу довольно высокой общей геологической изученности территории и развитой инфраструктуры активизация работ по выявлению месторождений остаточного типа в Башкирском мегантиклинории будет малозатратным мероприятием, и в случае положительных результатов будет способствовать созданию отсутствующей в настоящее время в стране сырьевой базы «небурового» барита, что позволит в определенной мере сократить объемы импорта.

Перспективными районами для проведения работ являются площади распространения зигаино-комаровской (R_2), авзянской (R_2) и зильмердакской (R_3) свит во фронтальной плоскости надвиговых и взбросо-надвиговых структур, где можно ожидать интенсивное проявление мобилизации сингенетично-диагенетической минерализации с образованием баритового оруденения жильного типа с последующим в процессе гипергенеза формированием месторождений остаточного типа.

Барышев А.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ ИСТОЧНИКА ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, ГЕОДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ СТРУКТУР И ОЦЕНКЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБЛАСТЕЙ

В настоящее время достаточно подробно разработана методическая сторона геолого-формационного подхода к прогнозу месторождений определенных геолого-промышленных типов. Вместе с тем требуется существенное дополнение такого подхода тектоническими, геолого-структурными и генетическими принципами систематизации и металлогенического анализа фактического материала. При формационном анализе не обсуждается должным образом природа источника рудного вещества и его позиция относительно прогнозируемого объекта в связи с их дискуссионностью. Не всегда удается четко разделить собственно рудоносные и рудовмещающие формации, что влияет на обоснованность используемых критериев прогноза.

О природе источника вещества руд на территории металлогенических субпровинций или областей информация может быть получена при анализе металлогенических комплексов, характеризующихся особыми свойствами геологических формаций, геодинамикой и историей их тектонического развития, ассоциацией рудых формаций. Существуют два типа комплексов с гипербазит-базитовой основой, дальнейшая эволюция которых определяет поведение цветных и благородных металлов. Базиты и гипербазиты первого комплекса, входящие в офиолитовую ассоциацию с колчеданной металлогенией, начинают развиваться при активном спрединге земной коры океанического типа. Они обладают нормальной щелочностью, часть их может субдуцироваться, давая вещество вулканоплутоническим ассоциациям островных дуг и краевых поясов. Основу второго комплекса составляют расслоенные гипербазит-базитовые массивы, формирующиеся при сдвиговой трансформации с весьма ограниченным пассивным спредингом субконтинентальной коры. Для него характерна повышенная щелочность базитов, существенная дифференциация массивов с медно-никелевой, титаномагнетитовой, ванадий-железо-медной с золотом и платиноидами металлогенией. Развитие этого комплекса не сопровождается последующими геологическими формациями с колчеданными и медно-порфировыми месторождениями. Формация медистых песчаников в первом типе комплексов образуется лишь при переходе к континентальному режиму за счет размыва медно-порфировых месторождений, а во втором комплексе развивается уже на ранних стадиях за счет размыва островов с расслоенными массивами. Отсюда уже на ранних стадиях развития этого комплекса в сопутствующей флишеидной формации, обогащенной ванадием, образуются слои и толщи с седиментогенными золотом и платиноидами не гидротермально-осадочного генезиса.

Ранние образования обоих комплексов могут подвергаться субдукции на краю крупных конвективных ячеек, подвергаться региональному метаморфизму, который образует руды в областях метаморфогенного нагнетания и голоморфной складчатости. Далее рудоносные толщи могут извлекаться восходящим потоком центра ячеек (плюмом), образуя фундамент краевых поясов. При продвинутом плюмаже извлеченные толщи вместе с древними толщами фундамента могут надвигаться на смежные платформы, образуя крупные шарьяжи, в том числе в виде полого лежащих складок пеннинского типа. При полном развитии упомянутых тектонических процессов структура металлогенической субпровинции или области становится весьма сложной. Выделение на ней глубинных разломов в качестве рудоконтролирующих структур прогнозных моделей не вполне корректно. Особенно это относится к рудоносным толщам, в которых металлы концентрировались не гидротермально-осадочным способом, а поступали сбоку в потоках осадочного материала от размываемого базитового массива.

В сложной шарьяжной тектонической структуре часть рудоносных толщ может оказаться под непродуктивными более древними толщами. В такой ситуации оценка металлогенического потенциала области может возрасти за счет перекрытых площадей.

Затронутые в тезисах положения демонстрируются в докладе на материалах металлогенических областей Урала и Центральной Азии.

***Волков А.В., Прокофьев В.Ю., Сидоров А.А., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН),
Савва Н.Е., Колова Е.Е. (СВКНИИ ДВО РАН).***
**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА
СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

В докладе представлены результаты работы по проекту Российского научного фонда № 14-17-00170. За три года работы по Проекту собрана коллекция проб и образцов руд по 95 месторождениям и рудопроявлениям золота Северо-востока России. Получены новые данные по составу макро- и микрокомпонентов рудообразующего флюида. Для оценки условий формирования месторождений были рассчитаны индикаторные геохимические показатели.

Окончательный вариант базы аналитических данных (БАД) по проекту включает аналитические данные, полученные методами (AAS, ICP-MS и РФА), а также данные анализов водных вытяжек (состав флюидов). Структура БАД состоит из 6 тематических листов/вкладок. БАД включает характеристику 588 проб, содержит 29836 результатов анализов, данных анализов водных вытяжек (7022 значений), геохимические показатели и отношения (16464 значений).

В ходе выполнения проекта установлены особенности геохимии и флюидного режима формирования богатых руд месторождений золота различных формационных типов. Получены новые выводы о природе источников флюидов и рудного вещества. Показано, что классические эпitherмальные месторождения, формировались до развития и становления гранитоидного плутонического очага. Установлено, что допорфировые эпitherмальные месторождения часто подвергаются термальному метаморфизму со стороны пострудных порфировых интрузий. При этом, происходит вынос наиболее подвижных компонентов Sb и As, привнос Cu, Mo либо Sn и локальное концентрирование Ag с образованием серебро-акантитового минерального типа руд.

Существенно уточнена и дополнена метаморфогенно-магматогенная модель формирования орогенных золото-кварцевых месторождений. Установленное геохимическое сходство золото-кварцевых руд месторождений, связанных с интрузивами гранитоидов (ЗРМ) и в терригенных толщах (ЗКМТ) Яно-Колымского складчатого пояса (ЯКС). Показало, что эти месторождения производные одной орогенной рудообразующей системы и могут быть объединены в рамках одной генетической модели. Вместе с тем, показано, что ЗРМ в верхнемеловых постааккреционных гранитоидах Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса и зон тектоно-магматической активизации, несмотря на определенные элементы конвергентности с ЗРМ ЯКС, представляют собственное рудноформационное образование.

В результате обработки БАД получены эталонные геохимические подписи (ЭГП) руд месторождений Au Северо-востока России, различных формационных типов. Для каждого типа ЭГП составлена из трех частей: основных микроэлементов индикаторов (главных компонентов руд) и второстепенных элементов спутников, концентрировавшихся совместно с главными компонентами в продуктивные стадии, геохимических показателей и спектров РЗЭ.

Выполненные по проекту аналитические исследования (прецизионными методами) позволили установить высокоинформативные геохимические и термобарогеохимических признаки месторождений, выявить новые факторы рудообразования и предложить на этой основе экспрессную технологию прогнозирования.

Волчков А.Г., Вартанян С.С. (ФГУП ЦНИГРИ).
ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ОПТИМАЛЬНЫЕ
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НА
ОБЪЕКТАХ ГОСЗАКАЗА (ПО МАТЕРИАЛАМ РАБОТ ПО НАУЧНО-
МЕТОДИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ)

Для укрепления и расширения МСБ ТПИ РФ ежегодно выделяются значительные ассигнования, в связи с чем их эффективное использование, как и прежде, является весьма актуальной задачей.

Все участники геологоразведочного процесса должны быть заинтересованы в том, чтобы провести ГРР и выявить значимые объекты для дальнейшего освоения эффективно и с оптимальными затратами, хотя в практике работ сегодня нередко складывается существенно иная картина.

Для эффективного решения задач, стоящих перед каждым объектом Госзаказа и достижения его целевого назначения отраслевая наука в 80-ые годы прошлого столетия (30–35 лет тому назад), опираясь на богатый опыт совместной работы с производственными организациями, разработала для ведущих видов ТПИ для разных стадий геологоразведочного процесса прогнозно-поисковые комплексы.

Эти комплексы представляют собой технологические схемы реализации геологоразведочного процесса – от прогноза и выделения рудных зон, рудных районов и полей до оценки локальных перспективных участков и обеспечивают эффективное решение геологоразведочных задач.

На основе разработанных комплексов отраслевыми НИИ были разработаны требования к результатам геологоразведочных работ по стадиям, сформулированы ожидаемые результаты для каждой стадии, определены необходимые виды и методы ГРР, которыми эти результаты могут быть получены.

В разработанных требованиях применительно к ведущим геолого-промышленным типам ПИ четко определены и регламентированы следующие позиции:

- реализация работ стадии должна обеспечивать выявление определенных объектов – потенциальных рудных полей, месторождений или рудных тел – и эквивалентных им ресурсов и запасов;

- объект работ каждой последующей стадии устанавливается на основе выявления ряда обязательных геологических, геофизических и геохимических факторов, отраженных на картах, в разрезах и т.п.

Для каждой стадии также надежно определены признаки объектов, выявление которых обеспечивает опознание объекта и его вычленение из окружающего геологического пространства.

Это позволяет надежно определить ведущие методы ГРР, которыми соответствующие признаки объектов могут быть опознаны.

Исключительно важная роль в этом процессе отдана разработке геолого-поисковой модели объекта поисков, состоящей из элементов, подлежащих опознанию в ходе ГРР и выступающих в качестве критериев и признаков искомого объекта.

Сказанное предопределяет следующие выводы:

Переход от стадии к стадии допустим лишь при полном достижении результатов предшествующей стадии, которые находят отражение в изученности (подготовленности) площадей, намечаемых для постановки работ.

Четко определенные конечные результаты каждой стадии и обязательные для выявления факторы обеспечивают научно-методические основы геологоразведочных работ, а комплекс необходимых видов методов ГРР – технологичность их проведения.

За 16 лет работы по научно-методическому сопровождению ГРР на объектах Госзаказа в ФГУП ЦНИГРИ накоплен обширный материал, позволяющий оценить, насколько разработки специалистов периода расцвета советской геологии воспринимаются и развиваются современ-

ными специалистами.

В докладе приведены многочисленные примеры, иллюстрирующие положительный и отрицательный опыт современного проведения ГРП в сравнении с опытом геологов СССР 70–80-ых годов прошлого столетия.

Гирфанов М.М. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПОЗИЦИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РУДНЫХ УЗЛОВ С МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕГИОНАЛЬНОМ АНОМАЛЬНОМ ГЕОХИМИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ

В рамках проведенных в ЦНИГРИ в 1993–1995 гг. под руководством И.Ф. Мигачева тематических исследований закономерностей геологического строения, состава, позиции и формирования комплексных рудных узлов (участков совмещения рудно-магматических систем различной рудноформационной специализации и геологического возраста) был выполнен анализ положения рудных узлов, включающих месторождения цветных металлов и золота, в структуре аномального геохимического поля металлогенических провинций на примере территории Восточного Забайкалья (в пределах листов М-50 и N-50), а также Западного Прибалхашья, Республика Казахстан.

На основе переинтерпретации сводной геохимической карты Читинской области масштаба 1:1 000 000 (В.А. Кухта и др., 1986 г.) составлена схема зональности регионального геохимического поля Восточного Забайкалья. При этом с использованием метода последовательной генерализации оконтурены области преобладающего распространения вторичных литохимических аномалий надфонового уровня концентрации элементов ведущих рудных ассоциаций рассматриваемой территории – «редкометальной» (Mo, W, Sn, Bi) и «полиметаллической» (Pb, Zn). Дополнительно оконтурены области распространения вторичных аномалий Au.

На составленной схеме масштаба 1:1 000 000 выделены области распространения редкометальной и полиметаллической ассоциаций в отдельности и участки их совмещения. Последние рассматриваются как комплексные геохимические аномальные зоны (КГАЗ). На схеме они имеют вид достаточно крупных (до 10–30 км в поперечнике) пятен неправильной формы. Сближенные в пространстве комплексные аномальные зоны группируются в цепочки линейной, дугообразной или кольцевой формы, образуя в совокупности систему регионального масштаба. Зоны сближенных аномальных концентраций золота во вторичных литохимических ореолах образуют пояса северо-восточной, северо-западной и субширотной ориентировок, наложенные на упомянутую выше систему комплексных геохимических аномальных зон и, как правило, объединяющие разрозненные пятна КГАЗ, подчеркивая линейные и кольцевые элементы структуры аномального геохимического поля территории.

Соотношение комплексных геохимических зон с элементами геологического строения территории неоднозначны. Во многих случаях отдельные зоны приурочены к краевым частям интрузивных узлов (ареалов длительной интрузивной активности) и к интрузивно-купольным структурам. Центры ряда кольцеподобных группировок таких зон соответствуют участкам резких изломов границ блоков в структуре фундамента (по геофизическим данным). «Золотые» аномальные пояса контролируются крупными системами разрывных нарушений.

Анализ позиции комплексных рудных узлов в представленной структуре регионального геохимического поля показал, что в большинстве случаев такие узлы локализируются в краевых частях КГАЗ – участков совмещения областей преобладающего распространения редкометальной и полиметаллической геохимических ассоциаций. Золоторудные объекты располагаются, как правило, в пределах наложенных на эти зоны золотых геохимических поясов.

Отклонения от намеченной тенденции отмечаются для ряда месторождений, рудные поля которых не включены в состав комплексных рудных узлов.

Для рудных узлов Западного Прибалхашья установлены аналогичные пространственные соотношения с региональным аномальным геохимическим полем.

Предложенная методика мелкомасштабного геохимического районирования территории с выделением комплексных геохимических аномальных зон (КГАЗ) может быть использована при ревизионных мелко- и среднемасштабных прогнозно-металлогенических работах.

Горских П.П., Ромашико В.В., Мельников Ю.О. (ООО «Норильскгеология»).
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА НАЗЕМНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОГАТЫХ И ВКРАПЛЕННЫХ
СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД В НОРИЛЬСКОМ РАЙОНЕ

В 20 км к северо-западу от Норильска по результатам ранее проведенных геолого-поисковых работ выделен крупный Пясинско-Вологочанский интрузивный массив габбро-долеритового состава, перспективы которого подтверждены сначала поисковыми, а позднее и оценочными работами, выполненными в его западной части (Матвеев и др., 2001ф; 2006ф). Рудоносный массив прослежен в западном направлении по склонению борта Вологочанской мульды на расстояние 18 км на глубинах от 650 до 1700 м. Выявлены пространственно связанные с интрузивом крупные протяженные залежи вкрапленных сульфидных руд с промышленными содержаниями. Кроме того, в пределах площади работ установлена слабородоносная Нижневологочанская интрузия круглогорского типа норильского комплекса ($(\pi\nu-\nu\beta)T_{1nr}^{kg}$) и недифференцированные интрузии и силлы оганерского ($(\beta-\nu\beta)T_{1og}$) и далдыканского ($(\beta-\nu\beta)T_{1-dl}$) комплексов.

Вмещающие толщи представлены терригенно-карбонатными породами начиная от нижнего силура до верхнего отдела девона.

Для уточнения перспективности восточной, воздымающейся части интрузива, в 2015 г. были проведены наземные геофизические исследования, включающие гравиразведку по сети 250 x 50 м; магниторазведку по сети 250 x 10 м и АМТЗ в профильном варианте с шагом 100 м.

Результаты работ методом АМТЗ оказались неэффективными в плане однозначного выделения в разрезе высокоомных областей, соответствующих телам интрузий.

Совместная интерпретация гравитационных и магнитных данных позволила достаточно надежно выделить участки распространения ветвей рудоносного массива, подтвержденные бурением 9 скважин. Всеми скважинами вскрыт дифференцированный массив с вкрапленным сульфидным оруденением, в 7-ми скважинах, по предварительной оценке, руды промышленные. Также выявлены признаки наличия промышленного медистого оруденения в нижнем экзоконтакте фронтальной зоны массива. Основными достижениями поискового бурения 2015 г является появление впервые на месторождении жильных медистых руд во фронтальной части массива, малосульфидных руд в кровле интрузива, соотношения содержания цветных металлов и платиноидов идентичных Талнахскому месторождению.

В 2016 г для локализации участков максимального распространения богато-вкрапленного, богатого и медистого оруденения на участке детализации выполнены работы методом ВП-СГ по сети 250 x 40 м при АВ = 3 км. По результатам работ получены карты вызванной поляризуемости и кажущегося сопротивления.

Наибольший интерес представляют совмещенные области повышенной поляризуемости ($>1,5\%$) и повышенного сопротивления, которые имеют довольно четкое совпадение с выделенными участками распространения ветвей рудоносного массива по данным гравиметрической и магнитной съемки. Данные области соответствуют искомым участкам потенциального распространения богатого и медистого оруденения.

Кроме того, было выполнено моделирование потенциальных полей по 4 профилям, пересекающим рудоносный массив, которое позволило уточнить положение в разрезе границ интрузива габбро-долеритового состава.

По результатам комплексной интерпретации геофизических данных выделены наиболее перспективные участки для обнаружения вкрапленного и богатого оруденения и определены места заложения поисковых скважин.

Григоров С.А. (ИМГРЭ).
О СТРУКТУРЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ
РУДНОЕ ТЕЛО – РУДНАЯ ЗОНА.

К настоящему времени накоплена информация о реальном строении геохимических полей (ГП) разноранговых рудных объектов, что позволяет обосновать модель геохимической зональности в контексте фундаментальной теории самоорганизации природных систем. Иерархическое строение рудообразующей системы (РС), от рудопроявления до рудного узла, неизбежно отражается в строении сомасштабных геохимических полей. Геохимическая зональность образуется в процессах центробежного транспорта энергии и вещества, приводящего к рассеянию (*металлогенический* ряд таксонов РС) и центростремительной концентрации (рудный ряд таксонов РС). Поэтому основным морфоструктурным признаком ГП рудообразующей системы является концентрическая зональность, дополненная ритмичной (полярной) зональностью и зональностью фрактальных структур. Концентрация минерального вещества происходит в замкнутых границах рудообразующих камер, где формируется *рудная* иерархия: рудная зона (РЗ) – рудное тело (РТ) – рудный столб – рудное гнездо. РЗ – является переходным звеном от «руды» к «металлогении». ГП иерархической системы имеет фрактальную структуру в прерывисто-непрерывной последовательности таксонов от минимального размера к максимальному. Продуктивность рудных таксонов снижается от центра к периферии внутри РТ, с одной стороны, и всегда сопровождаются рудопроявлениями и точками минерализации за его пределами в составе фронтальной области концентрирования, с другой. Совокупность пространственных взаимоотношений ореолов обуславливает *структуру геохимической зональности*. Построение целостной картины зональности открывается путь для решения актуальных проблем практической геологии: обоснование границ локализованных ресурсов и запасов, полноты поисковой изученности и разведанности, обоснование слепого оруденения, ранжирование рудных сечений, рудопроявлений и точек минерализации. Иллюстрацией сказанному может служить структурно-геохимический анализ в плоскости разреза Попутненского месторождения (Енисейский Кряж). *Золото и мышьяк* образуют островные ореолы в центре разреза (в ранге рудного тела) и на периферии (в ранге рудопроявлений), имеющие тесную пространственную (парагенетическую) связь между собой. ГП *меди* формирует сплошное внешнее обрамление (область фронтального концентрирования) относительно золотомышьякового ядра, формируя *концентрическую* зональность. ГП *свинца, сурьмы и меди* образуют триаду, с сильной отрицательной связью между собой, заполняя пространство РЗ в висячем боку (ритмическая зональность). *Марганец* отражает подрудную область РЗ, а *ниобий* накапливается в нагрудной области, и оба отсутствуют в пределах продуктивного ядра, в совокупности отражая РЗ. ГП свинца и сурьмы встроены в ГП *ниобия и марганца*, не пересекаясь между собой и заполняя всё пространство РЗ. Поэтому золоторудные сечения, в которых золото присутствует совместно с марганцем и ниобием, могут быть отнесены к не перспективным объектам (ранг рудопроявлений). Только одно сечение, где золото совмещено с верхнерудной сурьмой в миниатюре, повторяет зональность, свойственную продуктивному ядру, что позволяет прогнозировать слепое продуктивное оруденение на глубине. Упорядоченная пространственная и, следовательно, генетическая связь между рассмотренными элементами указывают на тотальность процесса, сформировавшего продуктивное ядро системы, включая все хим. элементы, присутствующие в объеме рудообразующей камеры. Такое распределение возможно только в замкнутом объеме, в котором транспорт вещества и энергии не имеет выхода за её пределы, охватывая всё пространство рудообразующей камеры.

**Зинчук Н.Н. (Западно-Якутский научный центр АН РС(Я).
ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ ОСОБЕННОСТЕЙ
ВЫВЕТРИВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД**

Выветривание представляет собой глобальный процесс физико-химического преобразования их как в субаквальных, так и в основном субаэральных условиях. Наиболее четкие закономерности указанного процесса наблюдаются в профилях кор выветривания (КВ) алюмосиликатных пород (особенно изверженных). Минералы островной (оливин), цепочечной (пироксены), ленточной (амфиболы) и каркасной (полевые шпаты) структур в процессе выветривания подвергаются последовательному растворению. Слоистые силикаты (слюды, хлориты и серпентиновые минералы) в зоне гипергенеза испытывают гамму различных твердофазных трансформаций. Так, *терригенно-карбонатные отложения* нижнего палеозоя Сибирской платформы (СП), содержат в продуктах 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 результате трансформаций содержание гидрослюда $1M$ к верхам профиля резко снижается, поэтому здесь наблюдается преобладание политипа $2M_1$ ($2M_1>1M$). Изученные нами разности *ультраосновных пород* (кимберлиты СП) представлены агрегатами серпентина из слоев типа А и В ($b=0,929$ нм) и кальцита с рассеянными выделениями магнетита, а также разнообразными псевдоморфозами по оливину и переменным количеством вкрапленников флогопита. В КВ таких пород содержится примесь хлорита ($b=0,920$ нм), сепиолита, ди-триоктаэдрического $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита ($b=0,905$ нм) и гидрослюда ($b=0,900$ нм) $1M$, ассоциирующей с монтмориллонит-гидрослюдистыми смешанослойными образованиями. относящимися в последних двух случаях в продуктах частичной диоктаэдризации флогопита. Увеличивается содержание как $Mg-Fe$ -хлорита, так и близкого к собственно Mg -разновидности, а также $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита. В продуктах выветривания пород трапповой формации (туфы, туфогенные образования и долериты) доминируют монтмориллонит и монтмориллонит-вермикулитовые смешанослойные образования. В профилях выветривания туфов и туфогенных образований очень быстро развивается также каолинит, а иногда и галлуазит. Сравнительный анализ КВ показывает, что наряду с минералогическими особенностями исходных пород и гидрогеохимическими условиями среды важное значение в формировании элювиальных продуктов имеют также три следующих фактора. Первый – это степень структурной упорядоченности первичных минералов. Второй связан с унаследованностью этих свойств вновь возникающими фазами. И третий включает универсальность процесса преобразования гипогенных и образования гипергенных минералов в профилях выветривания, развитых на различных типах пород. Успешное использование трех сформулированных выше положений для объективного выявления закономерностей зонального строения КВ может основываться только на комплексном оптико-электронно-микроскопическом и структурно-кристаллохимическом их изучении. Унаследованность первичных свойств новыми гипергенными фазами позволяет объективно оценивать структурно-кристаллохимическую природу возникающих вторичных продуктов и их генетическую связь с исходными минералами, что имеет важное научное и практическое значение. Последнее относится и к установленным кристаллохимическим аспектам возникновения и изменения породообразующих минералов, а также последовательности преобразования некоторых (особенно железосодержащих) минералов кимберлитов на разных стадиях гипергенного процесса. В целом будучи перемещенным элювием (формация переотложения КВ), обломочные терригенные отложения формировались около конкретных кимберлитовых диатрем в диагенетическую стадию оторвано от общего процесса выветривания. Установленные нами закономерности изменения различных минералов в качестве типоморфных признаков можно успешно использовать для определения степени выветрелости кимберлитов и концентрации переотложенного кимберлитового материала в прилегающих к ним осадочных толщах.

**Зинчук Н.Н. (Западно-Якутский научный центр АН РС(Я).
НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ**

Проведённый анализ материала по алмазонасности Сибирской платформы (СП) показал, что, несмотря на большой объём полученного за более чем полувековой период фактического материала, есть ряд проблемных вопросов, решение которых будет способствовать повышению эффективности поисков алмазонасных кимберлитов. Важнейшим вопросом в этой проблеме является слабая изученность и освещённость геологических и тектонических аспектов локализации месторождений алмаза. Для реального решения практических прогнозно-поисковых задач в пределах СП, кроме поисков среднепалеозойских кимберлитов, следует акцентировать внимание и на другие эпохи мощного корообразования и алмазонасного магматизма: раннепротерозойский, рифейский, раннепалеозойский, каледонский, раннегерцинский, позднегерцинский и киммерийский этапы. Очень важным являются задачи установления структурно-тектонического контроля проявлений кимберлитового магматизма, что выражается в выяснении пространственной, генетической, историко-геологической связи ультраосновного магматизма с основными геоструктурами древних платформ, определяющими их геолого-структурный план на различных этапах истории развития региона. Источником алмазонасных трубчатых кимберлитов могли быть в коре некоторые участки раннедокембрийских кратонов. Выявление структурно-тектонического контроля кимберлитовых полей следует проводить на основе подробной и объективной геологической интерпретации представительного фактического материала: карты геофизических полей, данные сейсморазведки, геологические, структурные, тектонические, палеотектонические карты, а также данные по комплексному изучению керна скважин колонкового бурения. Важным является установление пространственной и структурно-тектонической связи рифейских, среднепалеозойских и мезозойских кимберлитов с авлакогенами и другими рифтогенными структурами, поскольку их алмазонасные разности обычно располагаются в линеаментных (малоамплитудных) рифтах, пересекающих термоблемы на ортократонах. Для выделения термоблем необходим анализ геофизических полей ортократонов. Предварительно термоблемы выделяются по картам гравитационных и магнитных полей, а затем они изучаются сейсмическими профилями. Тектонический анализ позволяет выделять главные рифтовые структуры, в том числе линеаментные рифты рифейского среднепалеозойского и мезозойского возрастов. Составляемые тектонические схемы, дающие общее представление о контроле ортократонов, в дальнейшем необходимо уточнять с помощью дополнительного геолого-геофизического материала, подтверждающего линеаментные рифты, пересекающие термоблемы. Система прогнозирования алмазонасных территорий состоит в последовательном выделении ортократонов, термоблем, линеаментных рифтов и кимберлитовых полей. Выделяемые ортократоны позволяют проводить районирование древних платформ и вычленять для дальнейшего прогнозирования перспективные территории. Развитие новых и совершенствование уже применяемых геофизических методов позволит уточнять на доступных глубинных геолого-структурные особенности территорий, выделять и выяснять природу геофизических аномалий. Эффективность стратиграфических построений на перспективных территориях во многом зависит от детальности построений и выделения толщ, обогащённых материалом из местных источников сноса. Важны исследования типоморфных особенностей продуктов выветривания различных пород для уверенной диагностики переотложенного кимберлитового материала в осадочных толщах, а также изучение полигенеза алмазов и диагностики их в россыпях и россыпепроявлениях. Онтогенетический и типоморфный анализы первичных минералов кимберлитов в совокупности с методом морфогенетических рядов и парастерическим анализом позволяют реконструировать историю индивидуального развития объектов (минеральных индивидов, ассоциаций и ореолов), а также геологическую историю их развития.

Зубова Т.П., Шатилова Л.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИПОМОРФНЫХ И ТИПОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗОЛОТА И МИНЕРАЛОВ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗОЛОТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Золотоносные коры выветривания (КВ) разных морфогенетических типов (остаточные линейно-трещинные, контактово-карстовые, карстовые) часто бывают интенсивно ожелезнены и омарганцованы и при документации горно-буровых выработок не всегда удается установить состав коренных пород по которым они формируются. Детальное изучение шлихо-минералогических проб поинтервально позволяет помочь определению предполагаемого типа рудной минерализации, рудовмещающих пород, гидротермально-метасоматические изменения.

На Ивдельской площади (Сев. Урал) с помощью минералогического анализа выделены перспективные золотоносные минерализованные зоны. В пробах из КВ повсеместно отмечается самородное золото размером (0,05–0,3мм), рудного облика, а также пирит разной степени окисления, гидроксиды железа, киноварь, полуокисленный арсенопирит, знаки галенита, барит, мелкий бипирамидальный кварц, альбит, обломки окварцованных, серицитизированных вулканогенных и карбонатных пород, с вкрапленностью, прожилками окисленного пирита. В обломках метасоматически измененных пород, гидроксидах железа, окисленном пирите присутствуют повышенные содержания Au и его элементов-спутников: As Cu Zn Pb Ba. Золото из глинизированной КВ рудного облика, представлено, главным образом, кристаллами, их сростками, трещинно-прожилковыми выделениями, часто в сростании с пиритом и кварцем. По результатам локального микрорентгеноспектрального анализа в золоте отмечается устойчивая парагенетическая ассоциация элементов-примесей (Ag, Hg, Te, W, Cu, Pt, реже Bi, Sb). По данным электронной оже-спектроскопии (ЭОС) на поверхности золота постоянно отмечается сера, что является следствием тесной (парагенетической) связи его с сульфидами продуктивной золоторудной ассоциации. Приведенные особенности состава минералов и золота в КВ, позволяют ожидать выявление золото-кварц-сульфидной прожилково-вкрапленной минерализации.

Изучение минералогического состава разновозрастных рыхлых отложений Актайской депрессии на Ср. Урале (КВ, полигенные мезо-кайнозойскими толщ) позволило установить, что наиболее золотоносным коренным субстратом являются сидеритизированные вулканогенные породы. В агрегатах марказита осадочного генезиса вблизи бортов депрессии (по данным ICP MS) отмечаются высокие содержания золота (137 и 270г/т) и рудогенных элементов (Cu, Zn, Pb, W, As). Кора выветривания, меловые и особенно юрские отложения депрессии золотоносные. Золото в них преимущественно мелкое (0,05–0,25мм). Наличие в составе золота Te, Bi, Cu, Zn, Pb в совокупности с данными по типохимизму аутигенных сульфидов дает основание для отнесения коренных источников золота к *золото-полисульфидно-кварцевому* типу с многостадийным зональным характером оруденения.

На участке Белюты в пределах Сосновского рудного узла (Республика Бурятия) в поле развития карбонатных пород, при минералогическом анализе проб из КВ, удалось установить зоны серицитизации, к которым была приурочена золоторудная минерализация. При отсутствии самородного золота гравитационных классов крупности, содержания золота приурочены к гидроксидам железа и к алевро-пелитовой фракции, в которых также отмечались высокие значения As. Проявление метасоматического процесса калиевой направленности подтверждается высокими значениями калия в гидроксидах железа, развивающихся по слюдистым породам. Т.о. золотоносные КВ формируются по зонам с прожилково-вкрапленной золотоносной пирит-арсенопиритовой минерализацией.

В площадных минералого-геохимических пробах, отобранных из делювиальных отложений, также сохраняется информация о типе золоторудной минерализации, но контрастность минералогических и геохимических ореолов снижается по отношению к остаточным в КВ.

Иванов А.И., Конкин В.Д., Ручкин Г.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
СТРАТОУРОВНИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОД-
НЫХ МЕТАЛЛОВ ЕНИСЕЙСКОЙ И ЛЕНСКОЙ ПРОВИНЦИЙ И ИХ РОЛЬ ПРИ
ПРОГНОЗНЫХ ПОСТРОЕНИЯХ

1. Формирование углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных флишеидных отложений в Енисейской и Ленской провинций происходило на шельфе и континентальном склоне окраинно-континентальных бассейнов в латеральном (в отдельные периоды) ряду с разной степени удаленности от синхронных им вулканических образований палеоостровных дуг.

Для рассматриваемых провинций характерной особенностью строения является их асимметричный палеотектонический профиль – один из бортов прогибов с терригенным выполнением примыкает к континенту, второй – открыт в сторону палеоокеана.

Эти провинции характеризуются широким спектром месторождений и проявлений различных видов полезных ископаемых (железа, марганца, фосфоритов, стратиформных свинцово-цинковых и колчеданно-полиметаллических руд, золото-кварцевых, золото-сульфидно-кварцевых ($Au \pm Sb \pm As$) и др.

Ведущую роль среди них занимают месторождения золота и колчеданно-полиметаллические месторождения, *приуроченные к различным стратоуровням* углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных флишеидных отложений, что доказывается многочисленными исследованиями (Л.В.Ли, Г.Н.Бровков., В.А.Буряк, В.А.Нарсеев, А.И.Иванов и др.)

2. Углеродистые терригенные и карбонатно-терригенные флишеидные отложения представляют собой природную ассоциацию углеродсодержащих и безуглеродистых пород от алевропелитового, алевро-аргиллитового, алевро-песчаного до песчаного составов с горизонтами (линзами) карбонатного, кремнистого, реже туфогенного материала, накапливавшихся в прогибах с застойным режимом водообмена и цикличной седиментацией на шельфе и склоне континента. Характерной особенностью толщ, пачек и горизонтов формации служит их флишеидное строение. Примесь туфогенно-вулканогенного материала на определенных стратоуровнях, свидетельствует о наличии в латеральном ряду формаций вулканических гряд синхронного рифтогенного и/или завершающего его островодужного режимов развития.

3. Месторождения и рудопроявления золота Енисейской провинции выявлены на четырех основных литолого-стратиграфических уровнях: *нижнепротерозойском* в метавулканогенно-карбонатно-терригенных отложениях пенчугинской свиты (Герфедское и др.), *ранерифейском и среднерифейском* сухопитской серии в карбонатно-песчано-сланцевых отложениях кординской свиты (Олимпиадинское, Титимухтинское и др.), в туфогенно-алевропесчано-сланцевых отложениях горбилоской свиты (Благодатное), в алевроито-сланцевых отложениях удерейской (Советское, Эльдорадо и др.) и погорюйской свит (Ведугинское и др.), в *среднерифейском* тунгусикской серии в карбонатных отложениях свиты карточки и аладинской и другие). На первых двух уровнях установлены горизонты железистых кварцитов.

В отложениях тунгусикской серии локализованы стратиформные месторождения свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах и колчеданно-полиметаллических руд в углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных флишеидных отложениях (Горевское, Линейное, Рассохинское и др.).

По данным ряда исследователей радиологический возраст золото-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых руд оценивается по галениту в 860–900 млн. лет. На месторождении Эльдорадо А.М.Сазоновым установлен возраст руд по галениту – 780 ± 30 млн. лет, по слюдам, отобраным в непосредственном контакте с жилами – 795 ± 70 млн. лет. Время формирования потенциально золотоносных комплексов гранитоидов датируется интервалом 880 - 630 млн. лет и соответствует времени позднего рифея.

4. В Ленской провинции золотое оруденение локализовано на более широком стратиграфическом диапазоне *от раннего протерозоя* (Чертово Корято), *раннего рифея* (Водораз-

дельное), *среднего рифея* (Петровское), *среднего-верхнего рифея* (Угахан), *верхнего рифея* (Сухой Лог) до *верхнего рифея – венда* (Вернинское, Невское, Копыловское и др.) включительно.

Стратиформные месторождения колчеданно-полиметаллических руд в углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных флишоидных отложениях (Холоднинское, Овгольское, Средне-Чаянгринское) и свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах (Оттах, Бестях, Йоко, Рыбачье, Таборное, Хибилен) локализируются в основном на среднерифейском уровне (750 ± 50 млн. лет).

Время формирования потенциально золотоносных комплексов гранитоидов датируется интервалом 726 – 320 млн. лет.

5. Рядом исследователей предполагается связь металлоносности углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных флишоидных отложений с гидротермальной активностью синхронных им вулканических процессов.

В пределах Енисейской провинции в ранне-среднерифейских отложениях наблюдается смена специализации гидротерм с существенно золотых в сухопитское время на полиметалльные (медь свинец, цинк) в тунгусикское время.

В Ленской провинции установлена латеральная зональность размещения существенно золотоносной и полиметалльной минерализации в углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных флишоидных отложениях в верхнерифейское время.

6. В пределах Енисейской и Ленской провинций для сопоставления уровней локализации золоторудных месторождений в раннерифейских отложениях предлагается принять за маркирующие толщи кординскую свиту Енисейской провинции и медвежевскую (тыйскую-иловирскую) свиту Ленской провинции, содержащие *горизонты железистых кварцитов*. Для средне-верхнерифейских отложений – карбонатные толщи свит карточки и аладынская в Енисейской провинции и имняхской свиты в Ленской провинции. Это позволяет (в сочетании с другими элементами-признаками) уточнить литолого-стратиграфические уровни рудо-локализации и расширить стратиграфический диапазон для прогнозных построений на стратиформное колчеданно-полиметаллическое и золотое оруденение провинций.

7. В современном структурном плане как Енисейской, так и Ленской провинций размещение месторождений контролируется зонами неоднократно подновлявшихся разломов, заложившихся как конседиментационные.

Вне зависимости от стратиграфического положения толщ основными золотоконтролирующими элементами служат зоны складчато-разрывных деформаций, контролирующих железо-магнезиально-карбонатный и березит-лиственитподобный метасоматоз, а также жильную золото-кварцевую, золото-сульфидно-кварцевую и кварц-карбонатной минерализации.

Для выделения перспективных площадей ранга перспективного участка с прогнозируемыми месторождениями стратиформных свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах необходимо учитывать литолого-фациальный состав толщ с выделением фаций биогермных построек; для колчеданно-полметаллических руд в черносланцевых толщах - степень их карбонатности, с установлением зон литолого-фациальных переходов.

Кедрова Т.В., Богуш И.Н. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО),

Килижеков О.К., Степанов Е.А. (БГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО).

ТИПОМОРФНЫЕ СВОЙСТВА АЛМАЗОВ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ

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 россыпи 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 практически отработана. Участок второй очереди россыпи с юго-запада примыкает к действующему карьеру (до линии 554). 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 НИГП АК «АЛРОСА» за период с 2004 по 2016 год по данной россыпи были проведены исследования более шести тысяч алмазов. В результате обобщения имеющихся данных установлено, что в среднем алмазы из россыпи Нюрбинская ближе всего к трубке Нюрбинская, чем к какому-либо другому коренному источнику алмазов Накынского поля. Однако для алмазов из различных участков россыпи были выделены свои характерные особенности, а также были отмечены некоторые изменения их свойств в плане, с удалением от трубки Нюрбинская.

Уже на участке россыпи первой очереди отмечается несколько повышенное, относительно верхних горизонтов трубки Нюрбинская, содержание округлых додекаэдридов. Далее на юго-запад, в пределах участков россыпи второй и третьей очереди, наблюдается увеличение содержания кристаллов переходных форм, камней с желто-зеленой фотолюминесценцией, доли алмазов со скульптурами травления, понижение усредненного содержания азота и его агрегации. Если возрастание содержания округлых додекаэдридов и кристаллов с желто-зеленым свечением может быть обусловлено привносом алмазов из тел даечного типа, а повышение содержания кристаллов со скульптурами травления и увеличение доли низкоазотистых камней сближает алмазы из россыпи с кристаллами из трубки Ботуобинская, то по совокупности всех параметров алмазы участков второй и третьей очереди россыпи занимают обособленное положение.

При сопоставлении алмазов по линиям скважин было установлено, что изменения в содержании кристаллов переходных форм фиксируются в пределах участка третьей очереди россыпи, начиная с линии 542 и далее на юго-запад. На этом же участке меняется гранулометрический состав алмазов в сторону увеличения доли кристаллов класса $-1+0,5$ мм. По данным ИК-спектроскопии на линии 542 отмечается резкое возрастание усредненного содержания азота. Стоит отметить, что алмазы линии 538 по содержанию суммарного азота и степени его агрегации в среднем наиболее близки к кристаллам из трубки Ботуобинская. С линии 538 до линии 534 наблюдается постепенное повышение усредненного содержания азота и его агрегации.

В результате анализа оптико-спектроскопических и морфологических характеристик кристаллов по выработкам выделена группа наиболее контрастных по свойствам алмазов скважин, к отличительным особенностям которых относятся повышенное и сопоставимое содержание ламинарных ромбододекаэдров и кристаллов переходных форм с более низкими, относительно россыпи в среднем, содержаниями суммарного азота и степенью его агрегации. По соотношению основных форм, содержанию и агрегации азота алмазы выделенных скважин более схожи с кристаллами трубки Ботуобинская, чем с алмазами трубки Нюрбинская, но не идентичны им.

Кириллук П.В. (Норильский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ»).

РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Меднопорфировые месторождения занимают ведущее положение в мировой добыче цветных металлов, в первую очередь меди и молибдена. В отечественной геологии под термином «меднопорфировые» месторождения выделяют непрерывный ряд рудных формаций, от существенно молибденовых до существенно медных, объединенных в единое «порфировое» семейство.

Существующие на сегодняшний день модели меднопорфировых месторождений значительно расширяют рамки понятия «меднопорфировое» месторождение и вводят понятие

«рудно-магматическая система» (РМС).

РМС вмещающие медно-молибденовые и молибденово-медные месторождения обладают общим рисунком рудно-метасоматической зональности. В целом, зональность выражена в смене снизу-вверх и от центра к периферии РМС следующих минеральных типов руд и метасоматических зон:

- *магнетит-пиритовый* в зоне калиево-кремниевого метасоматоза;
- *молибденитовый* в калиево-кремниевых и кварц-хлорит-серицитовых метасоматитах;
- *халькопирит-борнитовый* (может отсутствовать) в калиево-кремниевых и кварц-хлорит-серицитовых метасоматитах;
- *пирит-халькопиритовый* преимущественно в кварц-хлорит-серицитовых метасоматитах и частично в аргиллизитах;
- *пиритовый* в пропилитах;
- *полисульфидный* в пропилитах.

Рудная зональность отвечает обобщенному ряду элементов: Fe-Mo (Re, Sn, W) – Cu (Fe, Mo, Au, Ag) – Fe – Pb, Zn (Cu, Au, As). Рудные тела медно-порфировых месторождений не имеют естественных ограничений, а их контуры зависят от применяемых кондиций. Внутреннее строение рудных тел определяется постепенным снижением от их центральных частей к внутренним и внешним ограничениям содержания меди и молибдена. Кроме того, независимо от принятого бортового содержания, изоконцентраты меди и молибдена субпараллельны и очерчивают в пространстве контуры рудного тела.

Каждый элемент метасоматической зональности порфировой РМС обладает характерной радиогеохимической специализацией. Наблюдается смена радиогеохимических зон, от существенно калиевой в центре РМС, через урановую, до существенно ториевой в областях развития безрудной пропилитизации.

Предлагается методика выделения «надфоновой» составляющей концентраций естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ), и построения сводных радиогеохимических карт. Предлагаемая методика является значительно менее трудозатратной и более помехоустойчивой по сравнению с методами геологического и ландшафтно-геологического редуцирования. Методика основывается на вычислении доли вклада каждого ЕРЭ в общую гамма-активность горных пород. Это позволяет построить общую радиогеохимическую картину и определить области с устойчивым соотношением ЕРЭ. В дальнейшем соотношение ЕРЭ определяется раздельно для каждой из выделенных областей. Результатом этой процедуры является карта «вторичной» радиогеохимической зональности.

Выделяемая, на подобных картах, радиогеохимическая зональность в совокупности с другими геофизическими полями образует устойчивый набор прогнозных признаков медно-молибден-порфирового оруденения, и позволяет оперативно корректировать площади проведения наземных геолого-геофизических работ.

Курсанов А.А., Липияйнен К.Л., Павлова В.О., Курсанов Г.А., Смирнов М.Ю.
(ФГБУ «ВСЕГЕИ»).

ВЫЯВЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА ПОИСКИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ПО ДАННЫМ ОБРАБОТКИ АЭРО -КОСМИЧЕСКИХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ

В ФГБУ «ВСЕГЕИ», по заданию Роснедра, проводятся исследования по использованию аэро- и космических гиперспектральных данных при геологическом изучении недр России. Использование материалов гиперспектральных съёмок при прогнозно-поисковых работах заключается в возможностях диагностики по спектральным характеристикам отдельных минералов-индикаторов или минеральных ассоциаций для выявления большинства рудных объектов. Принимая во внимание то, что рудные компоненты во многих типах месторождений составляют лишь незначительные проценты общей массы, индикаторами рудных тел являются окolorудные изменения рудовмещающих пород, которые могут быть зафиксированы на

материалах гиперспектральных съемок. Эти изменения связаны с процессами скарнирования, пропилитизации, листвинитизации, окварцевания, серицитизации, хлоритизации серпентинизации и проч. Обязательным элементом исследований является наличие спектральной библиотеки минералов и горных пород, распространенных в пределах площадей работ. В центре дистанционных методов природоресурсных исследований ФГБУ «ВСЕГЕИ» разработана методика обработки аэро- и космических данных. По материалам обработки гиперспектральных данных создаются схемы поэлементного распространения минералов-индикаторов измененных горных пород: адуляра, азурита, гематита, кальцита, кварца, сульфидов и других. Прогнозная интерпретация полученных схем проводится с использованием геохимических и минерагенических материалов. Создание результирующей схемы проводится в ГИС-проекте путем пространственного совмещения и анализа всех схем распределения минералов-индикаторов.

В результате работ на более чем 60 площадях, в пределах Урала, Сибири и Дальнего Востока, были выявлены участки развития минералов-индикаторов околорудных изменений горных пород. Например, на территории листа N-54-XX, который является важной составной частью Нижнеамурского золотоносного района. Кроме того, установлены проявления медных, медно-молибденовых и свинцовых руд. Минералами-индикаторами являются кварц, серицит, турмалин и сульфиды, эпидот, хлорит и другие. Проведенные исследования позволили выявить распределение фигуративных точек минералов-индикаторов оруденения на площади листа. Они образуют три ореола в север-северо-западном, северо-восточном и запад-юго-западном участках. В двух первых ореолах фигуративные точки образуют локальные комплексные скопления, приуроченные к контактовым зонам меловых и палеогеновых гранитоидов с вмещающими породами, где отмечены участки гидротермального изменения, расположены известные рудопроявления и крупное золоторудное месторождение Многовершинное. В пределах третьего ореола у западной границы площади концентрируются фигуративные точки кварц-сульфидной с молибденитом ассоциации, приуроченные к юрским и меловым толщам терригенных пород, пересеченных разрывными нарушениями. Неподалеку от этих скоплений имеются известные медно-молибденовые и золоторудные проявления.

Опыт проведенных работ показывает, что использование гиперспектральных данных позволяет на ранних стадиях геологоразведочного процесса выявлять потенциально перспективные площади на различные виды твердых полезных ископаемых.

Коваленкер В.А., Абрамова В.Д., Плотинская О.Ю., Языкова Ю.И., Борисовский С.Е., Трубкин Н.В. (ФГБУ «ИГЕМ РАН»).

РЕНИЙ И ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ МОЛИБДЕНИТА БЫСТРИНСКОГО Cu-Au-Fe СКАРНОВО-ПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ – ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ LA-ICP- MS АНАЛИЗА

Быстринское Cu-Au-Fe скарново-порфировое месторождение является наиболее крупным (Cu – 2.2 млн. т, Au – 250 т, Ag – 1100 т, Fe – 75 млн. т; Шевчук и др., 2010) среди порфировых систем Восточного Забайкалья, вследствие чего поиск и оценка подобных объектов представляет особый интерес, как для региона, так и для страны в целом. В последние годы в этих целях широко привлекаются минералого-геохимические методы, включающие выявление особенностей элементного состава минералов. В порфировых месторождениях к таким минералам относится молибденит, который благодаря изменчивости структуры и концентраций Re, широко используется для характеристики особенности рудообразующего процесса, определения типа рудной минерализации и ее принадлежности к порфировой системе, и т.д. (Newberry, 1979; Филимонова и др., 1984; Berzina et al., 2005; Voudouris et al., 2009, 2013; Pasava et al., 2016; др.).

В Быстринском месторождении молибденит встречается как в скарнах, где он образует гнездовые и прожилковые выделения среди магнетита, халькопирита и других сульфидов, так и в секущих кварцевых жилах и прожилках, где его приуроченные к интерстициям квар-

ца пластинчатые и розетковидные скопления ассоциирует с шеелитом, апатитом, монацитом и другими содержащими редкие металлы минералами.

Изучение (микрозонд JEOL JXA-8200, предел обнаружения Re – 150 ppm) валового состава и концентраций Re в 35 зернах молибденита из скарнов (3 образца, 15 выделений) и жил (4 образца, 20 выделений) показало, что все исследованные выделения минерала по содержаниям Mo и S (средние значения 60,12 и 39,53 мас.%, соответственно), практически идентичны теоретическому составу. В то же время, значимые концентрации Re (>0,015 мас.%) были установлены только в 6 (из 20) анализах молибденита из жил и 1 (из 15) анализе молибденита из скарнов, т.е. вопрос о рениеносности молибденита Быстринского месторождения методами PCMA не был решен. Поэтому для определения концентрации Re, а также других элементов (Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Sb, Te, W, Au, Hg, Pb и Bi) в тех же самых выделениях молибденита был использован метод LA ICP MS, чувствительность которого на несколько порядков выше, чем у PCMA.

Полученные результаты показали, что молибденит кроме типичных связанных с его структурой Re и W и изоструктурного серой Se может концентрировать и другие металлы, такие как Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Sb, Te, Au, Hg, Pb и Bi. При этом каждый из изученных типов минерализации обладает четко выраженным набором и уровнями концентрации рассеянных элементов, которые определяются формами нахождения элементов в минералах. Установлено, что молибдениты из скарнов по сравнению с жильными имеют более высокие средние содержания практически всех определявшихся (кроме структурно-обусловленных Se и Re) элементов. Концентрации Re испытывают весьма широкие вариации от первых десятков ppm до 3300 ppm, как это установлено лазерной абляцией в одном из образцов жильного молибденита и согласуется с данными PCMA. Исследованиями с использованием сканирующего электронного микроскопа доказано, что в молибденитах из скарнов высокие концентрации большей части элементов обязаны присутствию нано- и микроразмерные частиц их собственных минералов, таких как галенит, блеклые руды, Co-Ni-As-пирит, шеелит, англезит, разнообразные фазы системы Bi-Cu-Ag-Te, тогда как Re, Se и W имеют здесь гомогенное распределение. В то же время, жильные молибдениты демонстрируют в основном гомогенное распределение элементов. Исключение составляет W, встреченный в виде микровключений шеелита.

Исследования выполнены в рамках и при поддержке проекта РФФИ № 16-05-00622.

Ковалив Я.О., Мамедов В.И., Макарова М.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова),

Мелькин А.А., Пекарский В.М., Пашков В.С.(Geoprospects ltd).

ЭВОЛЮЦИЯ БОКСИТОНОСНЫХ ЛАТЕРИТНЫХ ПОКРОВОВ И КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОВИНЦИИ ФУТА ДЖАЛОН-МАНДИНГО (ЗАПАДНАЯ АФРИКА)

Сочетание природных (ландшафтно-климатических, тектонических, геоморфологических, структурно-литологических, фациально-литологических, минералого-петрографических, геохимических и гидрогеологических и др.) условий и их эволюция при формировании крупнейшей в Море (порядка 50% мировых ресурсов) бокситоносной провинции Фута Джалон-Мандинго (Мамедов и др., 1985, 2010) можно рассматривать как наиболее благоприятные для формирования бокситов. Разработанные на такой эталонной базе критерии прогнозирования следует рассматривать как наиболее надежные для прогнозирования бокситорудных объектов различного масштаба на стадии «поднятых платформ» (по определению А.В. Лейпцига и Ю.Р. Мазура для Сибирской платформы).

1. Для формирования провинций и крупных бокситоносных областей определяющими являются ландшафтно-климатические (экваториально-муссонный перемененно-влажный климат при количестве осадков не менее 1100–1300 мм/год и среднегодовой температуре +23÷+28°C) и структурно-тектонические (крупные положительные морфоструктуры) условия.

2. Бокситорудные районы контролируются структурно-геоморфологическими условия-

ми (верхние, средние и нижние части склонов крупных морфоструктур возвышающиеся над Приморскими и Внутригорными равнинами не менее чем на 100–200 метров) и литологией комплекса пород геологического субстрата (широкое распространение алюмосиликатных мелко и мало-кварцевых пород).

3. Рудные поля и крупные месторождения контролируются морфоскульптурным фактором (плосковерхие водоразделы и останцы господствующие по высотным отметкам – так называемые бовали; оптимальные размеры бовалей $10\text{--}40\text{ км/км}^2$ при отношении периметра к площади $2\text{--}3\text{ км}^2$).

4. Рудные залежи и тела контролируются локальными структурами в материнском субстрате (антиклинальные складки, зоны трещиноватости и расланцевания, обеспечивающие низкое – ниже 6–10 м – положение зеркала грунтовых вод в сезон дождей), минералогическим составом материнских пород (маложелезистый состав алюмосиликатных мало-мелко-кварцевых пород, крупно-кристаллические структуры и др.), а для бокситов по переотложенному субстрату литолого-фациальные условия (крайние члены фациального профиля) и геохимическая обстановка (вынос железа в глеевой – восстановительной обстановке).

Анализ закономерностей размещения месторождений бокситов на геолого-статистической основе для других регионов (провинций) с получением количественных характеристик главных факторов, контролирующих бокситоносность латеритных покровов, и параметры рудных залежей с целью региональной геолого-промышленной типизации бокситорудных объектов. При этом самостоятельную проблему представляет изучение бокситоносных латеритных покровов, залегающих на сложнодислоцированных алюмосиликатных породах фундамента платформ (например: на нижнепротерозойских образованиях бирримской серии в Гане, на кондалитах в Восточных Гатах Индии и т.д.).

Конкин В.Д., Иванов А.И., Ручкин Г.В. (ЦНИГРИ Роснедра МПР),

Агеев Ю.Л., Молочного В.Г. (ООО «СИБГК»).

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОГО И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ ОЛОКИТО-СЮЛЬБАНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

В региональных геологических структурах Олокито-Сюльбанская металлогеническая зона (ОСМЗ) приурочена к зоне сочленения двух крупных блоков земной коры – Байкало-Патомского и Байкало-Муйского поясов (соответственно миогеосинклинали и эвгеосинклинали по Л.И.Салопу).

В строении ОСМЗ участвуют породы нижнепротерозойского гранито-гнейсового основания, вулканогенные и углеродистые карбонатно-терригенные комплексы рифея и венда Байкало-Патомского пояса и синхронные им вулканогенно-туфогенно-терригенные и вулканогенные комплексы Байкало-Муйского пояса, претерпевшие складчатые деформации. Все стратифицированные отложения прорваны разновозрастными (от рифея до позднего палеозоя) интрузивными комплексами базитового и гранитоидного составов. Внедрение «батолитовых» гранитоидных комплексов палеозоя и интенсивная деформация разноориентированными разрывными нарушениями обусловили сложное геологическое строение ОСМЗ.

Металлогения ОСМЗ характеризуется наличием месторождений и рудопроявлений железистых кварцитов (Тыйское, Абчадское и др.), медно-никелевых (Довыренское, Чайское и др.), колчеданно-полиметаллических (Холоднинское, Овгольское, Средне-Чаянгринское и др.) и золоторудных (Нерундинское, Уряхское, Бахтарнак и др.) в углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных отложениях, золоторудных в вулканогенно-туфогенно-карбонатно-терригенных отложениях и гранитоидах (Джалагунское, Правомамское, Верхнеорловское, Каралонское, Мукадеское, Икибзякское, Догалдынское и др.), свинцово-цинковых в карбонатных толщах (Йоко-Рыбачье и др.). Установлены рудопроявления вольфрама (Догалдынское, Таежка и др.).

В пределах ОСМЗ на различных стратиграфических уровнях (от раннего до верхнего

рифей) выявлена синхронность формирования вулканогенных, углеродистых туфогенно-карбонатно-терригенных и терригенно-карбонатных отложений, вмещающих на раннерифейском уровне месторождения железистых кварцитов, а на средне-верхнерифейских уровнях стратиформные колчеданно-полиметаллические и золото-сульфидно-кварцевые месторождения.

Основные перспективы промышленно значимой золотоносности ОСМЗ связаны с возможностью выявления золоторудных месторождений в туфогенно-карбонатно-терригенных толщах, прорванных разновозрастными интрузиями гранит-гранодиоритового ряда. Оруденение локализуется в зонах расщепления по разнообразным комплексам пород (в том числе вулканогенным и гранитоидным) с проявлением железо-магнезиально-карбонатного и березит-лиственитового метасоматоза и жильно-прожилковой золото-сульфидно-кварцевой минерализацией. Такое сочетание элементов-признаков золотоносности обусловило выделение следующих золоторудных и потенциально золоторудных узлов и полей с месторождениями и рудопроявлениями:

- золото-сульфидной и золото-кварц-сульфидной рудных формаций в углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных флишеидных отложениях («сухоложский» тип) на площади Олокито-Мамского, Бахтарнакского и Уряхского рудных узлов;

- золото-сульфидной и золото-кварц-сульфидной рудных формаций в туфогенно-карбонатно-терригенных толщах («кокпатасский»-«чаянгринский» тип) на площади Джалагунского рудного узла;

- золото-сульфидной и золото-кварц-сульфидной рудных формаций в терригенно-вулканогенно-терригенных комплексах с зонами метасоматитов железо-магнезиально-карбонатного состава в сочетании с метасоматитами березит-лиственитового составов на площади Верхнемамского рудного узла с рудными полями Мукадекское, Правомамское;

- золото-сульфидной и золото-кварц-сульфидной рудных формаций в зонах метасоматитов железо-магнезиально-карбонатного состава в сочетании с метасоматитами березит-лиственитового составов в интрузивных комплексах гранит-гранодиоритового ряда («бамский» тип) Икибзякское, Догалдынское и др. рудные поля.

Пространственное совмещение рудовмещающих углеродсодержащих туфогенно-карбонатно-терригенных комплексов и золотоносных гранитоидов определило и пространственное сочетание в отдельных рудных узлах как золоторудной так и колчеданно-полиметаллической минерализации (Джалагунский и Каралонский рудные узлы).

Сочетание элементов-признаков золотоносности позволяют прогнозировать выявление новых месторождений как рудного золота, так и колчеданно-полиметаллических руд в уникальной по своей природе зоне сопряжения формационных комплексов островодужного и миогеосинклинального режимов развития.

Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПРОГНОЗ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОД ТЕХГЕОГЕННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ КРУПНОЙ РОССЫПИ РЕКИ МАГЫЗЫ

В Ортон-Балыксинском золотоносном районе Кузнецкого Алатау, имеются Федоровско-Кедровский и Ортон-Магызинский рудно-россыпные узлы, вытянутые в СВ направлении на 35 км вдоль бортов Чашкатского хребта по долинам золотоносных рек Федоровка, Веселая, Кедровка (с ЮВ стороны) и Ортон, Магызы, Камзас (с СЗ стороны). Из россыпей района за период с 1832 года по настоящее время было добыто свыше 40 т россыпного золота. Максимальная продуктивность установлена на 6-ти км отрезке россыпи истока р. Федоровки, с которого было добыто 12 т золота. На втором месте находится россыпь р. Магызы, с 10 км отрезка которой было добыто 10,3 т золота.

В качестве коренных источников этих россыпей до конца XX века принимались Левомагызинские, Прощальные, Убогие, Асановские, Пелагинская, Динамитная, Золотая, Комсомольская, Стержневая и другие кварцевые жилы, гнезда и бананцы самородного золота в ко-

торых служили объектами для кустарных разработок.

Лишь в первое десятилетие XXI века, с применением методики валового и группового опробования для усреднения крайне неравномерных содержаний золота в жилах и вмещающих их зонах альбит-кварц-анкеритовых метасоматитов Федоровско-Кедровского рудного узла, были выявлены крупнообъемные залежи прожилково-вкрапленных золото-сульфидно-кварцевых руд (месторождение Федоровское 1, участки Кедровский, Пахомовский, Чашкатский). Для совокупности обнаруженных объектов, содержащих от 3 до 17 субпараллельных стратоидных линзо- и пластообразных рудных залежей мощностью от 3 до 66 м и протяженностью от 150 до 1560 м, были оценены и апробированы прогнозные ресурсы категории P_1 – 126 т и P_2 – 26 т золота, пригодные для рентабельной открытой добычи при средних содержаниях от 1,5 до 3,7 г/т.

Аналогичные залежи, приуроченные к горизонтам граувакковых песчаников, разделенных слабо оруденелыми силлами габброидов, пластами углеродистых сланцев и известняков в цикличной флишевой пачке ботомского века раннего кембрия мрасской свиты, прогнозируются и в Ортон-Магызинском рудном узле в СЗ крыле Чашкатской синклинали первого порядка. По полученным фактам, крылья этой складки падают навстречу друг другу под углами 50-70° под осевую часть Чашкатского хребта. Последовательность напластования пород мрасской свиты представляется автором в направлении от древней карбонатной пачки предположительно атдабанского возраста, к флишевой пачке ботомского века (возраст определен по спикулам губок и радиоляриям Ю.В. Беспаловым при ГДП-50) и к вулканогенно-терригенной пачке предположительно тойонского века раннего кембрия.

В процессе складкообразования породы были разбиты диагональными сколами субмеридионального, и реже, субширотного простираций и рассланцованы вдоль кливажа осевой поверхности СВ простираения. В дальнейшем в разрывные нарушения внедрились многочисленные дайки габбро-диабазов субмеридионального простираения, плитообразные массивы, лакколиты, лопалиты и силлы габброидов кундустуюльского комплекса среднего кембрия, активизировавшие рудоносную флишевую толщу в обеих крыльях синклинали с привносом в брекчированные и рассланцованные пористые пласты песчаников метаморфогенных флюидов, вызвавших метасоматоз в породах и переотложение в них рудного вещества.

По коренным обнажениям, пересечениям, вскрытым поисковыми выработками разных лет, элювиально-делювиальным и техногенным развалам кварца и обломков зон окисленных золотоносных метасоматитов оранжевого цвета, автором на полевых работах 2016 года была уточнена привязка 2-х Левوماгызинских зон, установлены фрагменты 6-ти Центральномагызинских и нескольких Правомагызинских зон на наиболее высокопродуктивном отрезке россыпи р. Магази, отработанном Алданским карьером.

По опробованию 12 поисковых скважин и 10 канав, пройденных в 2016 году АО «Сибирское ПГО» на склонах долины р. Магази для заверки геохимических аномалий и выявленных фрагментов минерализованных зон, разведочных пересечений, удовлетворяющих оценочным параметрам, не было обнаружено. Это послужило основанием для приостановки поисковых работ на объекте в феврале 2017 года, для продолжения которых необходима разработка дополнительных критериев по локализации рудных тел и столбов

Положительным моментом для возобновления поисковых работ является обнаружение скважиной № 710 зоны окисленных метасоматитов в линейной коре выветривания, распространенной до глубины 50 м. В 2-х разрозненных пробах этой зоны установлены содержания 0,1 г/т. Эта зона, как и фрагменты других слабо золотоносных зон, вскрытых канавами предшественников и опробованных промывкой на лотках при разведке россыпей, остались не затронутыми отработками с извлечением золота по россыпной схеме.

В качестве одного из критериев высокой золотоносности фрагментов аналогичных зон может рассматриваться расположение котлованов глубокой отработки кор выветривания, частично заполненных техногенными отложениями россыпных полигонов. Богатые золотом фрагменты окисленных минерализованных руд были отработаны подземным способом на 4-х участках. Судя по скважине № 704, до глубины 53 м были вскрыты техногенные отложе-

ния, представленные глинами, суглинками с дресвой и щебнем от обрушения стенок и кровли полости подземной отработки пласта золотоносной коры выветривания, а также валунниками закладки. В коренных породах лежащего бока отработанного тела на глубинах от 53,2 до 74,5 м были вскрыты слабо золотоносные альбит-кварц-анкеритовые метасоматиты по филлитам (21,3 м со средним содержанием – 0,11 г/т), которые, естественно, не подверглись подземной отработке.

Судя по контурам, подземные отработки на глубины до 50 м производились только вдоль тела богатой золотом коры выветривания, простиравшемся в СВ направлении на 280 м при ширине от 20 до 70 м (в среднем 50 м). В прогнозируемой пластообразной залежи коренных руд, расположенной ниже уровня подземной отработки коры выветривания в районе скважины № 704, бурением 2-х дополнительных скважин ожидается на глубинах от 50 до 200 м локализовать прогнозные ресурсы категории P_1 – 9 т золота при среднем содержании 3,2 г/т и коэффициенте непрерывности (K_n) 0,5.

Среднее содержание принято по аналогии с 1-ой Левомагызинской зоной. На промышленных ее фрагментах ($K_n=0,5$), вскрытых предшественниками с шагом 10–20 м по простирацию, мощность составляла 11 м при среднем содержании золота 3,2 г/т и колебаниях от следов до 23,4 г/т, а в рудных столбах – до 46–64 г/т. Бурением скважин по двум профилям под промышленные отрезки 1-ой Левомагызинской зоны ожидается локализовать прогнозные ресурсы категории P_1 – 2,5 т золота. Под участками подземной разработки золотоносных кор выветривания вблизи ЮВ бока 1-ой Левомагызинской зоны буровыми работами по этим же двум профилям ожидается установить наличие двух прогнозируемых рудных тел с суммарными прогнозными ресурсами категории P_1 – 5 т в промежутке глубин от 50 до 200 м.

Под верхней частью окисленных руд, отработанных подземной лавой в 200 м восточнее устья руч. Иннокетьевского, бурением 2-х скважин ожидается локализовать прогнозные ресурсы категории P_1 – 6 т.

В целом, детализационными работами прогнозируется локализация прогнозных ресурсов категории P_1 – 22,5 т золота в золотоносной части 1-ой Левомагызинской зоны и первичных руд под 3-мя участками подземной разработки кор выветривания фрагментов Центральномагызинских зон.

Анализ размещения новых прогнозируемых промышленных участков Центральномагызинских зон под техногенными отложениями может быть продолжен с учетом мест обнаружения 20-ти самородков золота массой свыше 5 кг, поднятых под правым склоном долины р. Магызы в верхней части поймы. Не заверенными остались 3 геохимические аномалии на склонах долины р. Магызы и 9 аномалий на склонах р. Камзас. Утвержденные прогнозные ресурсы категории P_3 – 80 т могут быть реализованы при поисковых работах в P_2 – 40 т.

Для Крестьянского, Изасского и Назасского перспективных участков, не завершена обработка массивов геохимической информации.

**Кориневский В.Г., Кориневский Е.В. (Институт минералогии УрО РАН).
СКАПОЛИТОВЫЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ – ВОЗМОЖНЫЙ НОВЫЙ
ИСТОЧНИК РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ**

Ильменских горах на Южном Урале выявлены необычные магматические породы: скаполитовые габбро, граниты, слюдиты (глиммериты) и кварц-скаполитовые пегматиты. Во всех этих породах скаполит является одним из главных минералов. Породы слагают сближенные секущие дайковые тела и прожилки в блоке «безрудных» кальцит-доломитовых карбонатитов. В этих скаполитовых породах впервые выявлено присутствие тантало-ниобатов, ильменорутила, алланита. Наиболее проявлены они в жиле кварц-скаполитового пегматита мощностью 15 см, пересекающего дайку скаполит-диопсидового габбро, где установлена мелкая вкрапленность зональных зерен титан-урано-ниобатов из группы пироклора и бетафита, содержащих до 25–70 мас. % Nb_2O_5 , Ta_2O_5 – 17–21 % и 13–27 мас. % UO_2 . Все эти минералы также содержат высокие количества TiO_2 (от 9 до 29 мас. %), CaO (от 7 до 17 мас. %). В виде

небольших количеств в них почти всегда присутствуют ThO_2 , Y_2O_3 , MnO , FeO . В этой же породе в небольшом количестве имеются выделения ильменорутила с содержаниями Nb_2O_5 до 21,84 мас. % и Ta_2O_5 – до 20,50 %, а также ортита (алланита) с 15 мас. % редких земель. Здесь присутствуют и отдельные зерна монацита и шеелита. Редкометальная минерализация на Урале до сих пор отмечалась преимущественно в гранитных, сиенитовых и нефелин-полевошпатовых пегматитах, а также в телах карбонатитов.

Поперечники округлых зёрен титан-урано-ниобатов достигают 70–150 мкм. Концентрические зоны в них различаются по содержаниям CaO , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , UO_2 . Тем не менее, все колебания состава этих минералов укладываются в рамки группы пирохлора, лишь один анализ указывает на принадлежность минерала к группе бетафита. В скаполит-диопсидовом габбро тоже были обнаружены отдельные зерна пирохлора, циркона, ильменорутила. Это может говорить о генетическом единстве редкометальной минерализации разнообразных скаполитовых пород.

Редкими металлами обогащены и рассеянные в породе очень мелкие (до 50 мкм) зёрна ильменорутила. Содержания Nb_2O_5 в них достигают 21,84 мас. %, а Ta_2O_5 – до 20,50 мас. %. Тёмные стекловидные выделения алланита (ортита) содержат значительные количества редкоземельных элементов (в сумме до 15 мас. %). В зерне скаполита было встречено мелкое включение шеелита.

Крайне мелкие размеры выделений содержащих редкие металлы минералов, их незначительное количество (в породе менее 1 об. %), редкая встречаемость кварц-скаполитовых пегматитов – всё это не позволяет пока говорить о сколь-нибудь практическом значении выявленного нового типа оруденения. С этой точки зрения требуют оценки крупные выходы скаполитовых нефелиновых сиенитов (миаскитов), отмеченные в пределах Ильмено-Вишневогорского комплекса.

Корчагина Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

НЕКОТОРЫЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ВОСТОЧНО-ЗАБАЙКАЛЬСКОГО МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО ЦЕНТРА

Стратегия развития геологической отрасли определяет минерально-сырьевые центры (МСЦ) целевого планирования, как совокупность разрабатываемых, подготавливаемых к освоению месторождений и перспективных объектов с прогнозными ресурсами (ПР), объединяемых в единый кластер инфраструктурной общностью. Признаками выделения МСЦ являются близость геолого-металлогенической обстановки, геологической изученности, комплексность профилирующей направленности МСБ, транспортная и энергетическая обеспеченность, социально-экономическая устойчивость к внешней среде.

Восточное Забайкалье рассмотрено единым крупным, исторически сложившимся горнопромышленным центром, расположенном в приграничной части края в зоне Транссибирской магистрали. В геологическом отношении МСЦ находится в пределах Монголо-Охотской складчатой системы. Главными элементами геологического строения, определяющими основные черты металлогении, являются вулканоплутонические пояса возрастного диапазона средний палеозой – нижний мел. Большинство месторождений и рудопроявлений размещены в терригенных, терригенно-вулканогенных и гранитоидных комплексах.

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 (Бугдаинское), развивается новый свинцово-цинковый комбинат на месторождении Найон-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», ори-

ентированной 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-Нерченский).

***Кринов Д.И., Кольцов В.Ю., Кузнецов И.В., Хорозова О.Д. (АО «ВНИИХТ»),
Салтыков А.С., Бехтина И.Н. (ФГУП «ВИМС»), Гонгальский Б.И. (ИГЕМ РАН).***
**О НОВОМ ТИПЕ РАДИОАКТИВНЫХ РУД В ЗОНАХ СОВРЕМЕННЫХ ГИДРОТЕРМ.
ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДКИ И ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ**

Критическое состояние минерально-сырьевой базы атомной промышленности требует создания условий для восполнения запасов, открытия новых и переоценке известных месторождений с применением минералого-геохимических и изотопно-геохимических методов на современном техническом уровне, принятие ряда давно назревших организационных мер.

На основании данных, полученных авторами, выделен, опробован и подробно изучен на ряде объектов (наиболее значимые – месторождения Горное и Березовое, Забайкальский Край) новый тип урановых руд – хлорит-стеллерит-отенитовый (наиболее обобщенно фосфатно-цеолитовый). Этому типу руд сопутствует уранофан(силикат)-цеолитовый тип урановых руд, выделенный ранее.

При исследовании представительных коллекций образцов из месторождений Горного и Березового методом ИК-спектроскопии установлена существенная в формировании руд роль стеллерита $\text{Ca}_4(\text{Si}_{28}\text{Al}_8)\text{O}_{72} \cdot 28\text{H}_2\text{O}$. Наряду с характерной люминесценции уранил-фосфатов (основных рудных минералов этих объектов), наличие в продуктивных ассоциациях стеллерита является возможно значимым поисковым критерием, учитывая его легкую экспресс-диагностику, возможную даже в полевых условиях

Позиционирование генезиса описываемых руд как низкотемпературных гидротерм определяет специфику разведки этих объектов. Развитые внутри зон гематитизации брекчированные и хлоритизированные граниты, претерпевшие интенсивную гидротермально-метасо-матическую переработку, вмещают цеолит-отенит-кальцитовые прожилки. Это открытые системы с невысокой γ -активностью из-за низких значений КРР – 0,2-0,4. Причиной является высокая проницаемость пород, которое «не капсулировалось» при цементации брекчий гранитов в отличие от уранилсиликатного – закрытой системы с высоким значением γ -активности. В ряде случаев по данным γ -каротажа и γ -промерам керна значительные рудные интервалы не выделялись, не опробовались и не учитывались при подсчете запасов, в то время как концентрация урана в них иногда достигала высоких значений – до 0,2-6,5 мас. %.

При использовании данных, полученных результате наших исследований, удалось подсечь скважинами крупные интервалы балансовых руд, там, где ранее предполагались забалансовые рудные тела. Богатые руды нового цеолит-урано-фосфатного типа приурочены к зонам хлоритизации, мощность которых увеличивается с глубиной. Следовательно, можно прогнозировать и ожидать значительное увеличение запасов месторождений этого типа и выявление новых подобных объектов.

Высокие концентрации кальция в отените и уранофане, в окружающих их кальциевых цеолитах, при взаимодействии с сернокислыми растворами приводят к гипсованию урановых и цеолитовых агрегатов, что существенно затрудняет извлечение урана способом сернокис-

лотного подземного выщелачивания и кускового кучного выщелачивания. Учитывая неглубокое залегание руд и особенности их минерального состава (кальциевые цеолиты и существенная глинистая составляющая), наиболее целесообразна добыча руды открытым способом и кучное выщелачивание с предварительными обогащением и окомкованием. Это позволяет снизить себестоимость добычи урана при существенном увеличении извлечения из недр. Полученные данные указывают на возможность значительного расширения районов поиска уранового сырья. Ценность этих объектов дополняется их нахождением в районах с развитой инфраструктурой.

Кудрявцева Н.Г. (ФГУП ЦНИГРИ).

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ РУДНОГО АЛТАЯ И САЛАИРА

Рассматриваемая территория охватывает сопряженные каледонские структуры, традиционно объединяемые в Алтае-Саянскую складчатую область, а также прилегающие структуры Зайсанской и Саяно-Енисейской складчатых областей, связанных общим трендом омоложения по отношению к границе Сибирской платформы. Несмотря на отчетливо выраженную мозаичность общей структуры она обнаруживает сходство с Уралом, прежде всего через устойчивую связь с рифтогенными обстановками формирования геологических комплексов весьма широкого возрастного диапазона. Именно они определяют их линейность, контроль протяженными разноориентированными разрывными нарушениями, часто контрастный состав и повышенную щелочность магматитов, симметрию в их распространении. Островодужные обстановки присущи завершающим комплексам герцинид Зайсанской области и проявляются на ее границах. Наиболее значительные колчеданно-полиметаллические и полиметаллические месторождения приурочены к континентальным рифтам на границе байкалитид и каледонид, что обуславливает обратную последовательность формирования рудных месторождений Енисейского кряжа, а также каледонид и герцинид (Рудный Алтай). В каждом случае в основании рудовмещающих формаций находится древний комплекс основания. В фундаменте древней платформы в авлакогенах локализуются крупные месторождения медистых песчаников и других металлов.

Ареалы распространения колчеданно-полиметаллических рудных объектов различного масштаба и раннекембрийских последовательных и контрастных вулканогенных комплексов практически конформны и распространяются в широкой полосе палеошельфа древнего континента Сибирской платформы. Выделяются три полосы их концентрации: Салаирская, Кузнецко-Восточно-Саянская и Западно-Саянско-Тувинская. Понимание взаимоотношений и оценки рудно-магматических систем представляется наиболее реальным с позиции рифтогенной модели их формирования. В целом колчеданные объекты с этих позиций проанализированы недостаточно. Наиболее изучены колчеданно-полиметаллические месторождения в рифтогенных обстановках Рудного Алтая.

Рудноалтайская металлогеническая (структурно-формационная) зона входит в состав Зайсанской герцинской области, где вместе с Южно-Алтайской структурой составляет краевую систему Юго-Западного Алтая. Последняя развилась на деструктированной в связи с заложением региональной рифтогенной системы в позднем докембрии-раннем палеозое гранитизированной коре окраины Алтае-Саянского палеоконтинента и имела в основании кремнисто-терригенный и карбонатно-терригенный шельфовые комплексы ордовикского-силурийского возраста. В течение первого этапа (ранний девон-фран) развитие блока, ограниченного Иртышским и Локтевско-Караиртышским глубинными разломами северо-западного простирания, следует той же модели континентального рифтогенеза и завершается созданием системы линейных структур с крупными колчеданно-полиметаллическими месторождениями (Кудрявцева, 2001). Во второй этап (фамен-серпуховий) оно отвечает модели формирования активной окраины островодужного типа. Колчеданно-полиметаллическое оруденение генерируется в течении двух стадий рифтогенного этапа развития: в эмсе-раннем живете в связи

с последовательной базальтсодержащей андезит-дацит-риолитовой известково-кремнисто-терригенной, в позднем живете-фране – с контрастной базальт-риолитовой формациями. Латеральный ряд осадочно-вулканогенных рифтогенных формаций последовательно омолаживается от восточного Холзунско-Сарымсактинского прогиба (эмс) к западному Прииртышскому (фран). В том же направлении субщелочные вулканы калиевого профиля сменяются нормальными калиево-натриевыми и натриевыми повышенной щелочности. Ему соответствует ряд рудных формаций, который начинают железо-марганцевые и барит-свинцово-цинковые, продолжают свинцово-цинковые колчеданные, медно-свинцово-цинковые колчеданные и заканчивают медно-цинковые колчеданные месторождения. Гранитоидный магматизм, который завершает этап колчеданообразования, сопровождается золото-порфировым оруденением.

Салаирская металлогеническая зона находится в западной части каледонской Алтае-Саянской области на границе с герцинской Томь-Колыванской структурой. Граница зоны проводится по контуру венд-нижнекембрийских вулканогенно-осадочных пород и очерчивает протяженную дугу, заметно выпуклую в северо-восточном направлении. Наиболее раннее проявление вулканизма произошло в юго-западной части зоны (Аламбайский район), где развита мощная нижнекембрийская вулканогенно-осадочная толща, состоящая из лав, реже туфов основного состава с прослоями алевролитов, песчаников, которая сопровождается протяженными поясами гипербазитовых протрузий. В основании этой толщи развит рифейский кварцито-мраморо-амфиболитовый комплекс. В совокупности эти факты можно оценивать, как свидетельство достаточно широкого развития древней океанической коры.

В дальнейшем вулканизм в Салаирской зоне смещается в направлении с юга на север, где формируются осадочно-вулканогенные породы печеркинской свиты с подстилающими и перекрывающими рифогенными известняками нижнего кембрия. Вулканогенный комплекс представлен риолитами, риодацитами и их туфами, лавами андезитов и андезибазальтов, а также туфогенными алевролитами, песчаниками, туфобрекчиями, входящими в состав двух формаций: последовательной базальт-андезит-дацит-риолитовой и контрастной базальт-риолитовой натриевого профиля. В палеоструктурном плане Салаирская вулканическая зона, видимо, приурочена к границе терригенно-карбонатного шельфа и континентального склона, которая особенно благоприятна для развития крупных разломов и формирования линейных рифтогенных структур. С раннекембрийским вулканизмом сопряжено формирование золото-содержащего колчеданно-полиметаллического оруденения. Основную массу месторождений, состав которых изменяется от колчеданно-(барит)-полиметаллического до медно-цинково-колчеданного и медно-колчеданного типов вмещает Салаирский рудный район. В остальных районах Салаирской зоны проводятся поисковые работы с оценкой перспектив на данный тип оруденения.

Проанализированные авторские и опубликованные материалы не позволяют идентифицировать колчеданно-полиметаллические объекты Салаира и Рудного Алтая. Сходными с салаирскими, по-видимому, можно считать медно-свинцово-цинковые колчеданные месторождения и рудопроявления Карабутацкого района Южного Урала и колчеданно-барит-полиметаллические объекты Майкаинского рудного района, расположенного в каледонидах Северо-Восточного Казахстана вблизи западной границы Зайсанской складчатой системы. Использование результатов прогнозно-поисковых исследований в этих хорошо изученных регионах позволит оценить не только широкую гамму золотосодержащих существенно сульфидных (золото-колчеданных), но и устанавливаемых в этой обстановке медно-порфировых объектов (Бакенов, 1976).

**Кузнецов В.В., Кузнецова Т.П., Серавина Т.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛАТАЕ-САЯНСКОЙ
МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

В пределах Алтае-Саянской складчатой области наиболее перспективными для постановки прогнозных, поисковых и прогнозно-минерагенических исследований с целью выявления площадей с комплексным золото-серебросодержащим полиметаллическим оруденением являются – Рудноалтайская, Салаирская, Кызылташтыкская и Ангаро-Большепитская минерагенические зоны, имеющие высший приоритет по ресурсному потенциалу. В пределах названных регионов локализованы полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS) и в осадочных толщах (SEDEX). Размещение древних, особенно крупных, колчеданных месторождений, определялось положением центров длительной эндогенной активности. Это обеспечивало существенную продолжительность функционирования магматогенных субмаринных гидротермальных систем в участках палеорастяжения вулканических гряд и благоприятствовало накоплению значительных объемов сульфидного вещества, особенно в погребенных условиях [4]. Огромные скопления сульфидов вместе с сопровождающими их широкими полями гидротермальных изменений представляли собой участки неоднородности земной коры с контрастными петрофизическими свойствами, что стимулировало развитие здесь при синметаморфических деформациях зон тектонического течения. Разработка направлений дальнейших работ, ориентированных на выявление новых полиметаллических объектов, определяется результатами прогнозно-металлогенических построений на основе обстановок накопления и локализации промышленных концентраций рудного вещества.

Ангаро-Большепитская минерагеническая зона характеризуется развитием отложений нижнего сухопитского и верхнего тунгусикского комплексов. Рудоносными являются вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенная и углеродисто-кремнисто-карбонатная формации (R3) низов тунгусикского комплекса, специализированные соответственно на цинково-свинцовое, стратиформное свинцово-цинковое и колчеданно-полиметаллическое оруденение. Образование рудоносных формаций происходило в зоне шельфа. Вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенные отложения накапливались на склонах и в привершинных частях палеоподнятий, сложенных формациями сухопитского комплекса. Синхронно с ними в сопряженных палеопрогибах происходило накопление углеродисто-кремнисто-карбонатной формации, т.е. две рудоносные формации находятся по отношению друг к другу в латеральном ряду. Основными рудоконтролирующими структурами являются палеопрогибы и биогермные постройки на склонах палеоподнятий, которые в совокупности с рудоносными субформациями, выполняющими их, определяют площади рудных полей. Рудовмещающие нижнекембрийские вулканические породы Кызылташтыкская минерагенической зоны относятся к нижней, последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацитовой и верхней - контрастной риолит-базальтовой формациям. В местах сочленения синвулканических долгоживущих разрывных структур находятся участки повышенной проницаемости для магматических расплавов и гидротермальных растворов. На этих участках в раннем кембрии сформировались вулканические постройки, представленные телами риодацитов жерловой фации. Колчеданно-полиметаллические месторождения локализованы в вулканических впадинах, расположенных на склоне или в надкупольной части вулканических аппаратов. Вулканогенные отложения нижнего кембрия *Салаирской минерагенической зоны* относятся к двум геологическим формациям натриевого ряда – нижней последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой и верхней - контрастной базальт-риолитовой. Отложения данных формаций соответствуют двум циклам вулканической активности в районе. В палеоструктурном плане рудные районы представляют собой вулcano-тектонические депрессии, осложненные вулканическими впадинами, соответствующими рудным полям. Рудные поля занимают определенное надвулканическое положение по отношению к вулканиче-

ским постройкам. В строении рудных полей четко выражена зональность в распределении фаций вулканогенных пород как для первого, так и для второго цикла вулканизма. Основные промышленные концентрации свинца, цинка, меди, серебра и золота связаны с верхним уровнем. Анализ обстановок локализации разноранговых объектов *Рудноалтайской минерогенической зоны* показывает, что рудные поля в сложнопостроенных вулканно-тектонических депрессиях, контролирующих рудные районы, занимают различное положение. Выделяется три типа рудных полей: межвулканические, надвулканические и склоновые, которые отличаются друг от друга морфологией, размерами и составом выполняющих их отложений. Их внутренняя структура осложнена небольшими экструзивными и лавовыми куполами; потоками, сопряженными с ними мелкими некомпенсированными впадинами, заполненными промежуточными, удаленными, нередко кремнистыми фациями, отвечающими месторождениям. Впадины, вмещающие месторождения, занимают надкупольное, склоновое, либо надвулканическое положение, в том числе на бортах рифогенных построек.

Решение вопросов генезиса месторождений, является первостепенным вопросом при прогнозных исследованиях, т.к. от правильного понимания происхождения месторождений зависит комплекс поисковых предпосылок и признаков, а также направление поисковых работ. Образование колчеданно-полиметаллических месторождений Алтае-Саянской складчатой области происходило синхронно с вулканизмом или осадконакоплением в течение двух этапов – первого гидротермально-осадочного, второго – метаморфогенного. Поисковые критерии и признаки колчеданно-полиметаллических *месторождений* вытекают из геологических обстановок их нахождения. Рудные объекты в своем размещении подчиняются формационному, стратиграфическому, литолого-фациальному и структурному контролю. Кроме того, они сопровождаются, околорудными метасоматитами, геохимическими и геофизическими аномалиями.

Выделение разноранговых площадей для постановки прогнозно-поисковых работ основано на послойном анализе разномаштабных карт, которые могут совмещаться друг с другом в различных сочетаниях и в любой последовательности. Целям прогнозно-металлогенических построений отвечает ограниченное число такого рода сочетаний. Они выбираются по принципу наблюдаемых геологических и металлогенических характеристик, включающих оценку их возможного отражения в различных «слоях», представленных на принципиальной схеме сочетаний и последовательности совмещения информационных слоев. На основе математического анализа выявляются закономерные пространственные соотношения элементов объектной модели и выделяются области их благоприятного сочетания и на этой основе — новые площади, перспективные для обнаружения месторождений того или иного рудно-формационного типа.

**Кухмазов И.С., Кузнецов В.В., Кузнецова Т.П., Кудрявцева Н.Г. (ФГУП ЦНИГРИ).
УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЕНД-КЕМБРИЙСКИХ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.**

Венд-кембрийские золото-серебро-полиметаллические месторождения Приаргунской МЗ (тип SEDEX) приурочены к вулканогенно-карбонатно-терригенной формации венданского (-среднего?) кембрия, которая подразделяется на две субформации: нижнюю – углеродисто-карбонатно-терригенную (V), и верхнюю – углеродисто-терригенно-карбонатную (Є₁₋₂). Углеродисто-карбонатно-терригенная субформация сложена углеродисто-глинистыми, кварцево-слюдистыми алевролитами, метаморфизованными песчаниками и алевролитами или ритмичной пачкой, состоящей из чередования терригенных и карбонатных отложений. Углеродисто-терригенно-карбонатная субформация представлена переслаивающимися пачками водорослевых и кремнистых доломитов и хемогенных известняков с прослоями глинистых сланцев и алевролитов, линзами осадочных карбонатных брекчий, реже – конгломератов. В Нерчинско-Заводском рудном районе в составе субформации преобладают доломиты, доломитовые известняки и известняки с прослоями глинистых и мергелистых и углероди-

стых алевролитов. Отложения формации относятся к следующим генетическим типам пород. 1. Механогенные отложения карбонатного и силикатного состава, карбонатные турбидиты, тиховодные пелагические отложения силикатного состава, оползневые карбонатные отложения, брекчиевые, связанные с оползневыми процессами. 2. Хемогенные тиховодные пелагические карбонатные отложения. 3. Хемогенные со значительной долей эксгальационного материала.

Вулканогенно-карбонатно-терригенная формация является рудовмещающей для золото-серебро-свинцово-цинкового оруденения приаргунского (нерчинского) рудно-формационного типа, в пределах которой выделяются минеральные типы месторождений – существенно цинковый, существенно свинцовый и свинцово-цинковый, образующие вертикально-латеральные ряды, связанные с фациальными особенностями рудовмещающего разреза. Месторождения приаргунского типа содержат высокие содержания серебра, а содержания золота распределены неравномерно. Вероятно, повышенная золотоносность ряда месторождений (Ивановское, Акатуевское, Центральное, Ируновское) связана с близостью зон подводящих каналов и поздним привносом золота в ассоциации с шерловым турмалином.

Выделяются два генетических типа рудных тел – стратиформный (стратифицированный) и штокверковый гидротермально-метасоматический зон подводящих каналов. Стратиформные рудные тела залегают согласно напластованию вмещающих пород в пологих палеовпадинах, приурочены к контактам известняков с доломитами и углеродистыми алевролитами или контролируются межслоевыми тектоническими нарушениями. Месторождения рассматриваемого типа формировались синхронно с осадконакоплением. В то же время механизм формирования стратиформных или стратифицированных рудных тел мог быть принципиально различным. Комплекс факторов, в числе которых широкое развитие согласно залегающих пластовых рудных залежей, данные изотопного анализа серы сульфидов, наличие слоистых и брекчиевых текстур, колломорфных и фрамбоидальных структур руд, подверженных совместно с вмещающими породами пликативным дислокациям, указывает на гидротермально-осадочный механизм их формирования. В то же время, наличие признаков эпигенетичности рудообразования – жильные, прожилковые, прожилково-вкрапленные текстуры, широко развитые на месторождениях, позволяет сделать вывод, что часть рудных тел было сформировано в субмаринных малоглубинных обстановках по модели придонного («subsee floor») отложения рудных залежей путем метасоматоза и выполнения полостей отслоения слабо литифицированных осадков. Значительную роль в формировании месторождений играют постседиментационные преобразования руд в результате процессов диагенеза, эпигенеза и метаморфизма (контактового и дислокационного).

Лаломов А.В., Селиванов П.В. (ФГБУН ИГЕМ РАН).

НОВЫЙ ТИП КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗОЛОТА ВАГРАНСКОГО РОССЫПНОГО УЗЛА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Вагранский золотоносный россыпной узел локализован в предгорьях Северного Урала. Практически все водотоки узла являются золотоносными, общие россыпные запасы узла с учетом добытого металла оцениваются в 40 т, при этом коренные источники золота в этом районе пока не обнаружены.

Шлиховым опробованием были установлены два основных типа россыпного золота. Первый тип – высокопробное (пробность 900 – 980), средне- и хорошо окатанное золото, несущее следы удаленности от коренных источников и длительного нахождения в зоне гипергенеза. Оно относительно равномерно распространенное по всей территории узла. Предполагается, что образование россыпей Вагранского узла связано с размывом и переотложением россыпей мезозойского пенеплена, реликты которого встречаются в пределах структурно-депрессийных впадин. Встречаются три разновидности первого типа – хорошо окатанные равномерные, среднеокатанные с обогащенной каймой и идиоморфные зерна. В примесях преобладает серебро и незначительно медь. Все три разновидности могут быть связаны с вы-

сокотемпературным жильным малосульфидным типом золото-кварцевой минерализации, а имеющиеся различия могут быть связаны с разными уровнями эродированного коренного источника и гипергенным преобразованием золота в зонах структурно-эрозионных депрессий. Поскольку уровень эрозионного среза Уральской складчатой системы по разным оценкам достигает 1,5 км, источники этого типа золота могут быть полностью эродированы и поисковые работы на этот тип коренной минерализации представляется мало перспективным.

Второй тип россыпного золота представлен плохоокатанными гемидиоморфными монокристалльными выделениями идиоморфных и ксеноморфных частиц с загнутыми краями интерстициального вида, а также сростками кристаллов с неправильными ответвлениями. Содержание частиц этого типа в россыпях варьирует от 0 до 30–35% в различных россыпных проявлениях. Содержание серебра изменяется от 15 до 40 %, присутствует ртуть (до 1,15 %), медь отсутствует полностью. Золото второго типа сосредоточено в диагональной (по отношению к складчатым структурам Урала) зоне СЗ-ЮВ простирания. Выявленная зона не имеет связи с элементами геологического строения, показанными на геологической карте масштаба 1:200 000, но совпадает с преобладающей ориентировкой мелких и средних водотоков и общераспространенной системой разрывных нарушений, диагональных по отношению к направлению сил сжатия, имеющих (для Урала) субширотный характер. В зоне распространения золота второго типа в пробах из зон окварцевания коренных метаморфизованных терригенных пород содержание золота составило 2,0 и 6,9 г/т. Предполагается, что эта зона контролирует положение коренных рудопроявлений из которых происходит поступление золота в россыпи на современном уровне.

С этой зоной могут быть связаны основные перспективы выявления коренной золото-рудной минерализации Вагранского узла. Генетическая принадлежность золота второго типа нуждается в дополнительном исследовании.

**Мальковец В.Г. (Институт геологии и минералогии СО РАН).
КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ И ИЗОТОПНО-
ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОИСКОВ
АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ В ПРЕДЕЛАХ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ И ИХ
АКТИВИЗИРОВАННЫХ ОКРАИН**

Поисковые работы на алмазоносные кимберлиты/лампроиты в пределах огромных территорий древних платформ и их активизированных окраин требуют привлечения значительного количества финансовых ресурсов. Вследствие этого, в настоящее время особенно актуальным на региональной стадии алмазопроисковок работ (ГМК-500/200, опережающих прогнозно-минерагенических и геолого-геофизических работ), выполняемых на т.н. «закрытых» территориях древних платформ является выделение и прослеживание минерагенических таксонов (зон, рудно-россыпных узлов, полей), перспективных на обнаружение потенциально алмазоносных кимберлитовых/лампроитовых тел.

Одной из важных поисковых предпосылок на стадии региональных алмазопроисковок работ является выделение и оконтуривание стабильных блоков консолидированной коры, глубинные уровни которых (т.н. литосферный киль) благоприятны для сохранности алмазов, то есть, наименее подвергнутых процессам тектоно-магматической активизации и мантийному метасоматозу, которые приводят к растворению алмазов.

Ранее нами была предложена модель образования алмазоносных жил в литосферной мантии древних кратонов, которая удовлетворительно объясняет наличие близко расположенных тел с резко контрастной алмазоносностью (Malkovets et al., 2007). В этой модели, алмазоносность кимберлитовых тел зависит от степени метасоматической переработки мантийных алмазоносных жил, дезинтегрированное вещество которых, кимберлитовая магма выносит на поверхность. Образование и просачивание метасоматизирующих алмазоносную литосферную мантию и растворяющих алмазы разнообразных метасоматизирующих флюидов/расплавов связано с крупными геодинамическими событиями, которые не проходят бес-

следно, и могут фиксироваться в коровых и мантийных породных ассоциациях геохронологическими методами.

Для выявления стабильных блоков консолидированной коры, в пределах которых возможно обнаружение потенциально высоко алмазоносных кимберлитовых/лампроитовых тел, установления времени их времени продуктивной активизации и других факторов тектоно-магматической истории мы предлагаем комплексировать нижеследующие методы:

- минералого-геохимическое исследование минералов индикаторов кимберлитов (пиропы и хромиты), для определения мощности алмазного «окна» и выяснения степени метасоматической переработки алмазоносного литосферного кила и количественной оценки степени его метасоматической переработки;

- создание полного тектоно-магматического баркода для индивидуальных кимберлитовых тел и полей, литосферных блоков и террейнов, с использованием разнообразных геохронологических методов для алмазов, коровых и мантийных породных ассоциаций.

С использованием полученных данных нам представляется возможным: 1) проводить районирование территорий древних платформ и их активизированных окраин с выявлением стабильных литосферных блоков, благоприятных проявления продуктивного кимберлитового/лампроитового магматизма и оценивать степень и время их тектоно-магматической активизации; 2) с использованием данных по геохимическим характеристикам МИК, россыпной алмазоносности и морфологии алмазов, проводить сопоставление разрозненных шлиховых ореолов в пределах закрытых территорий древних платформ и выявление минерогенических рудных таксонов (зон, полей) и особенностей их геохимической и минералогической специализации, формируя соответствующие поисковые признаки.

Мансуров Р.Х. (ФГУП ЦНИГРИ), Тарасов А.В. (ООО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»).
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ПРОГНОЗА КРУПНО-
ОБЪЕМНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОИСКОВЫХ
РАБОТ НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Результаты недавних (2013-2015 гг.) поисковых работ на крупнообъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-карбонатно-терригенных комплексах в пределах Енисейской золоторудной провинции позволили выявить рудоконтролирующую зону складчато-разрывных деформаций. В пределах последней выявлены крупнообъемные золото-(кварц)-сульфидные минерализованные зоны рудопроявления Южное, локализованные в углеродсодержащей терригенно-карбонатной толще свит аладинской и карточки среднего рифея. Для данного литолого-стратиграфического уровня рифейского разреза Енисейского кряжа коренная золотоносность выявлена впервые.

В геофизических полях рудоконтролирующая зона складчато-разрывных деформаций и золотоносные минерализованные зоны рудопроявления Южное в ее пределах характеризуется следующим рядом прогнозно-поисковых критериев и признаков:

1. В аномальном магнитном поле выделяется участок «выпадения» (разрушения или «распада») магнитных маркирующих горизонтов в составе погорюйской и аладинской свит, в результате гидротермально-метасоматического преобразования первичного осадочно-метаморфогенного пирротина в пирит. Область «распада» структурного рисунка магнитного поля почти точно оконтуривает рудопоявление.

2. Центральная минерализованная зона отмечается низкой радиоактивностью (<4 мкР/ч) за счет существенно карбонатного состава вмещающих пород, а также в результате наложенной железо-магнезиальной карбонатизации. При обработке материалов данных аэрогамма-спектрометрической съемки методом АРК было установлено, что Центральная минерализованная зона в пределах рудопоявления тяготеет к краю области, слабо обогащенной калием и ураном. Повышение урана и калия, вероятно, обусловлено наложенной серицитизацией пород в результате синрудного метасоматоза.

3. По результатам профилейных наблюдений установлено, что минерализованные зоны

тяготеют к гравитационному минимуму над выходами кварцитовидных песчаников и кварцитов в составе аладинской свиты, которые также отчетливо выделяются аномалиями высокого кажущегося сопротивления. Пониженная плотность пород, несмотря на широко проявленную железо-магнезиальную карбонатизацию в пределах рудоконтролирующей зоны складчато-разрывных деформаций, наиболее вероятно, связана с повышенной рассланцованностью и трещиноватостью пород. Наиболее перспективная Центральная минерализованная зона выделяется участком пониженного сопротивления за ее счет локализации в рассланцованных слабо углеродистых известкисто-глинистых сланцах. Несмотря на обогащенность минерализованных зон пиритом, они не выделяются аномалиями поляризуемости. Напротив, над Центральной минерализованной зоной наблюдается понижение поляризуемости. Причиной этого является, по всей вероятности, большая мощность зоны гипергенеза в пределах минерализованных зон и повышенная степень окисленности сульфидов.

По результатам геофизических исследований можно заключить, что наиболее информативным геофизическим признаком наложенных гидротермально-метасоматических процессов является «распад» структурного рисунка магнитного поля. Кроме того, обращает на себя внимание пониженная плотность рудовмещающих пород, что может свидетельствовать об их высокой проницаемости для рудонесущих флюидов.

Исходя из выявленных признаков и критериев, можно предполагать выявление новых рудных объектов подобного типа вдоль восточного склона Енисейского кряжа.

**Минин В.А., Толстов А.В. (ИГМ СО РАН),
Епифанов В.А., Лоскутов Ю.И. (АО «Росгеология» АО «СНИИГГиМС»).**
**ЛАНДШАФТНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ
КОМПЛЕКСИРОВАНИИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА
И ПОИСКОВ КОРЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ И НЕОБХОДИМОСТЬ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ИЗУЧЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

Комплексирование научно-методических приемов осуществляется на всех основных этапах работ – от регионального прогноза до локальных поисков. И если на первом этапе (обоснование перспективных территорий, выделение потенциально рудных районов) иногда бывает достаточно всего нескольких ведущих традиционных методов, то при локальном прогнозе и поисках необходимо использовать весь спектр существующих методических приемов. В первую очередь это необходимо для районов со сложными геолого-поисковыми обстановками, а особенно – на «закрытых» молодыми осадками территориях.

Ландшафтно-геоморфологический метод (Епифанов В.А., 2014, 2015) целесообразно применять лишь на территориях с установленной россыпной рудоносностью. Здесь, в сочетании с другими геологическими методами, он может быть полезен на всех этапах работ по выявлению ее коренных источников. На первых стадиях акцентируется пространственная связь рудно-россыпных узлов (или рудных находок) с выраженными в ландшафте кольцевыми структурами (обычно это наследуемые гидросетью протяженные депрессионные формы), развитыми в регионах распространения парагенетического им типа оруденения. На последующих стадиях объектами изучения являются локальные депрессионные формы (округлые озера и болота), способные играть роль каналов выноса вещества от коренного источника на дневную поверхность.

Особо важную роль метод приобретает на стадии локального прогноза и при поисках коренных источников алмазов в закрытых рыхлыми осадками районах. Однако реально эффективным он может быть лишь при сочетании геолого-геоморфологического дистанционного анализа с профессиональным полевым и камеральным изучением рыхлых четвертичных отложений. Для выполнения таких видов работ должен привлекаться коллектив, состоящий из опытных специалистов в области литологии, минералогии, палеонтологии и палеогеографии Квартера (в современном объеме этого подразделения).

Пример эффективности исследования молодых рыхлых отложений для локального про-

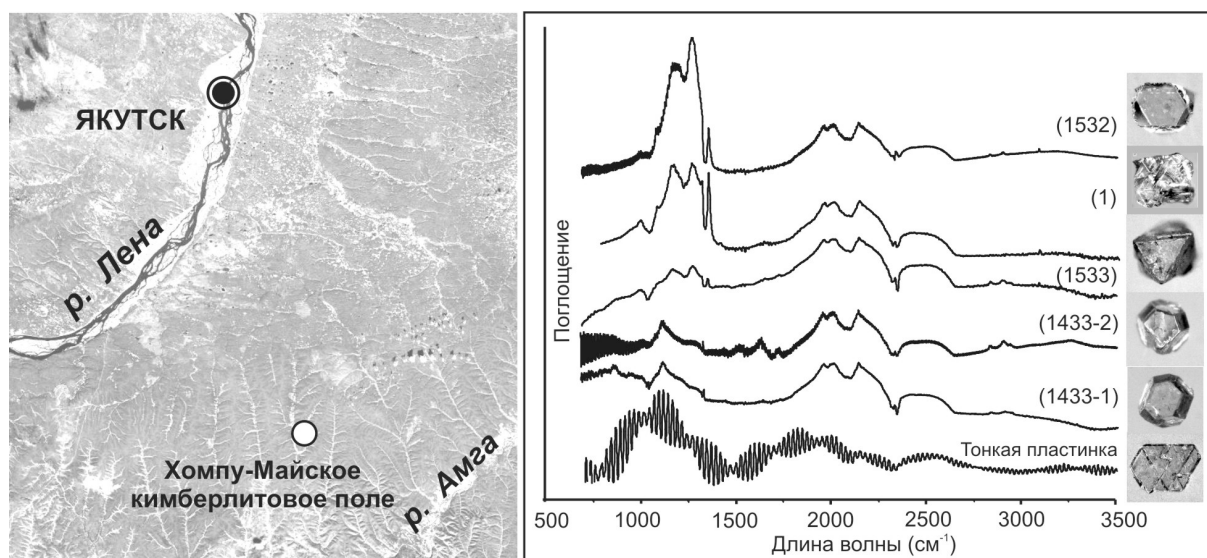
гноза коренных источников алмазов на закрытой территории представлен результатом исследований группы ВСЕГЕИ, спрогнозировавшей наличие кимберлитов в районе будущего Накынского поля Среднемархинского алмазоносного района. Методика исследования четвертичных осадков в контексте динамики изменения палеогеографической среды описана в опубликованных работах этого коллектива. Она может быть использована на современном этапе поисков коренных алмазоносных объектов и на других территориях России. Подобные научно-производственные структуры будут востребованными также и при поисках рудного золота и иных типов руд стратегического значения. Но их нужно создавать.

Молотков А.Е., Олейников О.Б. (ФГБУН ИГАБМ СО РАН).

ИК СПЕКТРОСКОПИЯ ПЕРВЫХ НАХОДОК АЛМАЗА, ОБНАРУЖЕННЫХ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ КЕМБЕРЛИТА ИЗ КЕРНОВ ХОМПУ-МАЙСКОГО ПОЛЯ

В 2007-2008 гг. в результате поисковых буровых работ, проводимых ГУГПП РС(Я) «Якутскгеология» в бассейне реки Тамма (правый приток реки Лена), в 100 км южнее Якутска, была открыта первая кимберлитовая трубка на юго-востоке Сибирской платформы. Далее буровые работы Ботуобинской и Арктической ГРЭ АК «АЛРОСА» вскрыли дополнительные аномалии.

Изучены образцы керна из различных частей до глубин 150-170 м. При обогащении кимберлитового материала были найдены шесть микрокристаллов алмаза размером от 250 до 500 мкм. Первой находкой алмаза стал обломок октаэдрического кристалла (1). Два других октаэдра, с разной степенью скульптурированности поверхности, более полно сохранили свой облик (1532, 1533). Еще два индивида (1433-1, 1433-2) имеют форму кубоктаэдра, указывающую на вероятность их искусственного происхождения, что подтвердилось их ИК спектрами. Шестой образец - тонкая (10 мкм) пластинка, возможно скол от более крупного кристалла.



Методами ИК микроспектроскопии были получены спектры инфракрасного поглощения упомянутых находок. Спектры представлены на рисунке. Для трех кристаллов, предположительно природного происхождения (1, 1532, 1533) был проведен расчет концентраций агрегированного азота в формах А и В дефектов по устоявшейся методике (Бокий Г.Б и др. Природные и синтетические алмазы. М., Наука, 1986) с поправками (Хачатрян Г.К. Усовершенствованная методика оценки концентрации азота в алмазе и её практическое применение. Мирный 2003). Результаты расчета приведены в таблице.

Образец	Коэффициенты поглощения (см ⁻¹)		Концентрация дефектов (ppm)			%B от A+B (%)
	A	B	A	B	A + B	
1	25,4	13,6	419,1	292,7	711,8	41
1532	55,2	13,1	911,1	283,6	1194,7	24
1533	3,1	1,7	51,6	37,4	89,0	42

Спектральная картина в однофононной области ИК поглощения этих образцов характерна для кристаллов смешанного типа IaAB, широко распространенных среди природных алмазов из кимберлитов и лампроитов.

Монхоров Р.В., Бардухинов Л.Д. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)).
МОРФОЛОГИЯ, ВНУТРЕННЕ СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ТРУБКИ
«БОТУОБИНСКАЯ»

Кимберлитовая трубка «Ботуобинская» – первое открытое в 1994 году геологами Ботуобинской экспедиции акционерной компании «АЛРОСА» тело нового Накынского кимберлитового поля и целого Средне-Мархинского алмазоносного района. Она прорывает карбонатные, терригенно-карбонатные породы ордовика и кембрия, а с поверхности перекрыта 78–110 метровой толщей мезозойских образований. По длинной оси на уровне эрозионного среза под юрскими отложениями трубка вытянута на 264 метра в северо-восточном направлении вдоль зоны рудовмещающего Диагонального разлома по азимуту (25–28 гр.). Юго-западный фланг рудного тела с глубины 200 м. «ныряет» под вмещающие отложения ордовика и кембрия (Сыромолотова и др., 2003).

По современным представлениям, трубка имеет двухфазную или даже трехфазную историю образования. В первую субвулканическую фазу внедрения была сформирована дайка, выполненная порфировыми кимберлитами-ПК (дайковая фация); во вторую вулканическую фазу внедрения-диатрема, сложенная автолитовыми кимберлитовыми брекчиями-АКБ (диатремовая фация) и кратер, выполненный кимберлитовыми туфобрекчиями-КТБ (кратерная фация, эксплозивная субфация). По всем основным характеристикам кимберлитовой составляющей породы-вещественному составу, петрографическим особенностям, распределению алмазов-КТБ представляют собой ту же автолитовую кимберлитовую брекчию, существенно разубоженную ксеногенным материалом. Ксенолиты на 90–95% представлены породами вмещающей рамы.

В целом трубка представляет собой крутопадающее тело, существенно сужающееся с глубиной; имеет неправильную сложную форму, округло-овальную в северо-восточной части на уровне эрозионного среза и дайкообразную глубже 300–310 м. в юго-западной части. Двучленное строение (дайка+кратер) рудное тело сохраняет до отметки (минус 30 м.). Здесь, на северо-восточной оконечности трубки, фиксируется дно кратерной чаши. Дайковая часть в интервале глубин 150–580 м. (отметки +100 м – минус 330 м.) также неоднородна. Здесь в центральной части трубки в «плёну» окружающей автолитовой брекчии сохранился останец порфирового кимберлита первой фазы внедрения.

Вследствии такой сложности внутреннего строения рудного тела, практической невозможности выделения выдержанных и достаточно масштабных блоков порфирового кимберлита как отдельных объектов разведки, оценки и последующей эксплуатации, резко подчиненной роли ПК в общем строении трубки менее 20%, а также учитывая близость ПК и АКБ по технологическим свойствам и алмазоносности, далее они рассматриваются совместно как единый технологический тип руды.

Таким образом, можно предположить трехчленное строение трубки Ботуобинская – два смежных кимберлитовых столба, один из которых, в свою очередь, представлен интрузивной и кратерной составляющими. Дополнительным аргументом в пользу гипотезы о формировании из разных источников автолитовых кимберлитовых брекчий, слагающих юго-западную и северо-восточную части трубки, является различие в уровнях их алмазоносности. Для АКБ,

слагающей юго-западную половину дайки, уровень содержания алмазов (по крупности +0,5 мм.) несколько выше, чем для северо-восточной. Для ПК северо-восточной части канала на первых этапах становления трубки, характерен этот же уровень содержания алмазов. По остальным характеристикам-вещественному составу, петрографическим признакам, гранулометрии алмазов, физико-механическим свойствам-АКБ обеих частей рудного тела практически не различимы.

*Пирназаров М.М. (ГП «НИИМР»), Пирназаров Маъмур (Пробирная палата),
Мирзахужаев Т.Р., Умаралиев А. (ТашГТУ).*

ОСНОВНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ

В Государственном балансе полезных ископаемых Республики Узбекистан основные запасы золота сосредоточены в трех - гидротермально-метаморфогенном (Мурунтау, Турбай, Кокпатас и др.), гидротермально-плутоногенном (Кальмакыр, Баракали, Чармитан и др.) и гидротермально-вулканогенном (Кызылалма, Чадак, Каульды и др.) генетических типах месторождений, различающихся не только средой рудообразования (происхождение, литология, возраст и др.), но и масштабами оруденения, морфоструктурными типами, компонентным составом рудных тел, формами нахождения, технологическим свойством золота и многими другими характеристиками. Среди сближающих особенностей этих объектов наряду со специализацией на золото, бытовало мнение о невозможности совместного нахождения промышленных концентраций золота и вольфрама. Это положение часто обосновывалось «запрещенностью» шеелита для золоторудных месторождений (Н.В.Петровская), подрудным характером проявления вольфрама в универсальных рядах зональности Григоряна-Овчинникова и непродуктивностью на золото карбонатных пород и скарнирования – основного процесса возникновения месторождений вольфрама.

Однако открытие за последние четверть века новые месторождения позволяют более высокотемпературный – скарново-скарноидный генезис золотосодержащих месторождений считать специфичной геологической чертой территории Узбекистана, отличающей ее от соседних государств (Казахстан, Кыргызстан, Афганистан и др.). Это утверждение находит свое подтверждение в апоскарново-скарноидных месторождениях Восточного Букантау – Сарытау, Саутбай, Булуткан и др., где в отдельных промышленных телах средние содержания трехоксида вольфрама, связанного с тонко распыленной шеелитовой минерализацией достигает 0,8–1% и повсеместно сопровождается с золотом (до 2 г/т), преимущественно связанным арсенопиритом и халькопиритом. Близпромышленная золотоносность характерна и для вольфрамовых скарновых руд месторождений «чистой линии» - Койташ (Северо-Нура-тинский хребет) и Яхтон (горы Чакалкалян). Если на глубоких горизонтах первого объекта (гор. 700–800 м) близпромышленные единичные содержания золота и меди не считаются редкостью, то во втором, в образовавшихся на контакте гранитоидов и известняков пироксен-гранатовых скарновых рудных залежах золото, притом свободное, зафиксировано повсеместно со средним содержанием в 0,86–0,96 г/т (в отдельных пробах до 32 г/т).

В число нетрадиционных геологических характеристик новых золоторудных объектов Узбекистана можно отнести высокую степень карбонатности вмещающих их сред. Исследования золотоносности известняков девона Восточного Узбекистана, за редким исключением (месторождение Бургунда), пока соответствуют требованиям ранних стадий геологоразведочного процесса (участки Заркент, Сюрень-Ата, Акча-Талбулак Чаткальских гор, Балантепе, Карасай, Серая Скала Кураминской подзоны). Более детальные – поисково-оценочные работы разворачиваются в Западном Узбекистане, в карбонатно-терригенных и кремнисто-карбонатных толщах рудопроявлений Кызылча, Джилга, Даристан, Корбурон Северо-Нура-тинского региона и флангов месторождений Акба, Широное, Яхтон Чакалкалянских гор. Результаты с реальной практической отдачей за последние годы получены в Окжетпеском рудном поле Букантауского горнорудного района. Здесь разведочными работами в про-

пространственной близости эксплуатируемого ГМЗ-3 Навоийского ГМК Кокпатаасского месторождения обоснована промышленная значимость ряда новых золотых месторождений (Барханли, Сардор, 2-я зона и др.). Особенностью этих объектов является размещение рудных тел, в выполняющих функцию геохимического барьера межформационных сдвигах, узлах пересечений и зонах тектонических нарушений, развитых в сложенных известняками среднего карбона брахиантиклинальных структурах.

Плотинская О.Ю., Абрамова В.Д. (ИГЕМ РАН).

ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В ПИРИТЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ЗОНАЛЬНОСТИ ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗНЯКОВСКОГО ЭПИТЕРМАЛЬНОГО AU-AG МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ); ПО ДАННЫМ РСМА И LA-ICP-MS

Проведено изучение распределения микропримесей и характера зональности в пирите Au-Ag эпитеpмального месторождения Березняковское (Ю. Урал). Для исследования были выбраны образцы пирита, характеризующие центральную часть Березняковской эпитеpмальной системы (пирит в ассоциации с энаргитом, характеризующий высоко-сульфидизированную обстановку, далее – пирит-1 и пирит в ассоциации с теннантитом, характеризующий промежуточно-сульфидизированную обстановку, далее – пирит-2) и из периферии (пирит в ассоциации с тетраэдритом, характеризующий промежуточно- до низко- сульфидизированной обстановки, далее – пирит-3).

ЕРМА показал, что для всех трех указанных генераций пиритов характерны заметные примеси Cu (обычно до 1–1,5 мас.%, изредка 2 мас.% и более) и As (обычно до 0,5 мас.%, иногда до 2 мас.%). Sb установлена только в пиритах-1 и 2 (до 0,6 мас.%). Все макропримеси распределены в пределах зерен зонально, причем для пирита-3 характерна осцилляторная зональность в распределении Cu и As, в пирите 1 иногда встречается осцилляторная зональность в распределении Cu, но более характерна зональность секториальная, как и для пирита-2.

Для изучения распределения микропримесей на LA-ICP-MS было отобрано по одному метакристаллу пирита каждой генерации, наиболее крупных и резкозональных по распределению макропримесей.

Mo, W, Re и ЭПГ не установлены. Во всех трех пиритах установлены низкие содержания Co, Ni, Tl и V, как правило, не более 5–10ppm. В пирите-1 (BC обстановка) установлены более высокие содержания Hg²⁰² (15–60 ppm и менее 15 ppm в пиритах 2 и 3), Sn¹¹⁸ (10–30 ppm и менее 2 ppm в пиритах 2 и 3), Mn⁵⁵ (8–15 ppm и менее 3 ppm в пиритах 2 и 3), Ag¹⁰⁷ (100–400 ppm и менее 100 ppm в пиритах 2 и 3).

Пириты 1 и 2 (центральная часть эпитеpмальной системы) обогащены Sb, Au, по сравнению с пиритом-3 (Sb¹²¹: десятки-тысячи ppm в пиритах 1 и 2 и менее 100 ppm в пирите 3, Au¹⁹⁷: 1–100ppm в пиритах 1 и 2 и менее 3 ppm в пирите 3), а также Te и Se (Te¹²⁵: первые десятки-900 ppm в пиритах 1 и 2 и 10–100ppm в пирите 3, Se⁷⁷: 200–1000ppm в пиритах 1 и 2 и менее 100 ppm в пирите 3).

Таким образом, для пирита из высокосульфидизированной обстановки характерны повышенные содержания Hg, Sn, Mn, Ag, Au, Te, Se, Cu, Sb а для пиритов из промежуточно-сульфидизированной обстановки- Ag, Au, Te, Se.

Пириты центральной зоны обогащены Sb, Au, Te, Se по сравнению с пиритом из периферической зоны. При этом, установленные пространственные вариации отражают геохимическую зональность, которая была установлена нами ранее в рудах месторождения Березняковское (Плотинская и др., 2009).

Исследования выполнены при поддержке РФФИ № 16-05-00622.

Полтавская С.В. (МГУ им. М.В. Ломоносова).

МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОКСИДЫ ИЗ СВЯЗУЮЩЕЙ МАССЫ КИМБЕРЛИТОВ КАК КОСВЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ АЛМАЗОНОСНОСТИ ПОРОД. ТРУБКА ИМ. ГРИБА, АРХАНГЕЛЬСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Алмазоносная трубка имени В. Гриба – одно из двух известных к настоящему времени месторождений алмаза на территории Архангельской алмазоносной провинции (ААП). Она была открыта в 1996 году. Исследование месторождения велось с момента открытия трубки, промышленная добыча алмазов начата в конце 2013 года.

Микрокристаллические (<100 мкм) оксиды являются неотъемлемой частью кимберлитовых систем и несут важную информацию об изменении химизма, окислительно-восстановительной обстановки, давления и температуры по мере продвижения кимберлитовых расплавов к поверхности, отражающую не только истории эволюции кимберлитовых систем, но и степень сохранности кристаллов алмаза в процессе их транспортировки к земной поверхности (Гаранин и др., 2009).

Были получены новые данные об оксидных минералах собственно кимберлитового генезиса из связующей массы кимберлитовых пород различных горизонтов (с глубин 236,7 по глубину 982 м) жерловой фации трубки имени В. Гриба. Образцы с глубин 236–916 м являются автолитовыми кимберлитовыми брекчиями (АКБ) с автолитами безъядерного, ядерного и пленочного типов, образец с глубины 982 представляет собой порфиновый кимберлит (ПК).

Оксидные минералы широко развиты, особенно в пределах автолитовых образований. Обычно они образуют зерна размером 10–30 мкм в самой матрице породы, а также достаточно часто образуют включения в фенокристаллах оливина.

Установлено, что АКБ и ПК глубоких горизонтов характеризуются специфическими особенностями, проявляющимися в различном соотношении одних и тех же оксидных минералов в связующей массе породы: АКБ: преобладают хромшпинелиды, в меньших количествах присутствует пикроильменит, в подчиненном количестве рутил, перовскит и сфен; ПК: заметное уменьшение роли хромшпинелидов, ведущим минералом становится пикроильменит, ульвошпинель следующая по распространенности, рутил, хромшпинелиды и перовскит находятся в подчиненном количестве.

В АКБ более высоких горизонтов ранние шпинелиды отличаются высокими содержаниями хрома и магния (Cr_2O_3 до 55 мас.%; MgO до 15 мас.%), они образуют самостоятельные зерна, иногда с каймой сфена. Шпинелиды, образующие включения в оливине, отличаются большими содержаниями алюминия (Al_2O_3 до 11,7 мас.%). Характерной особенностью шпинелидов ПК наиболее глубокого горизонта является повышенное содержание титана ($\text{Fe}_2\text{TiO}_4 + \text{Mg}_2\text{TiO}_4$ 39,1–62 мол.%). Титаномагнетит не характерен.

Во всех образцах широко распространен магнезиальный ильменит. Мелкий ильменит, а также включения в оливине характеризуются высокими содержаниями магния и хрома (до 18 мас. % MgO ; до 6 мас.% Cr_2O_3).

Широкая распространенность оксидов такого состава, как показали более ранние исследования (Гаранин и др., 2009), свидетельствует о сравнительно большой глубине зарождения кимберлитовой магмы и является косвенным показателем алмазоносности ильменит-содержащих кимберлитов.

Данные, полученные при сравнении полученных составов шпинелидов из трубки им. Гриба с имеющимися данными для шпинелидов из трубки 751А (Кепинское поле, ААП) и месторождения им. М.В. Ломоносова (Золотицкое поле, ААП), свидетельствуют о том, что заключительные этапы становления трубки им. В. Гриба происходили при меньшем окислительном потенциале, чем в трубках Золотицкого и Кепинского полей, что способствовало меньшему проявлению процессов окислительного травления кристаллов алмаза, а, следовательно, лучшей их сохранности.

Прусакова Н.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПРИНЦИПЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ АЛМАЗОПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПОД ПОСТАНОВКУ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК

Разработка принципов и методики локализации (прогноза) алмазоперспективных площадей под постановку поисковых работ является одним из приоритетных направлений исследований ФГУП ЦНИГРИ. В минерагеническом плане данные площади соответствуют алмазонасным (потенциально алмазонасным) кимберлитовым полям и кустам тел в их пределах.

Согласно разработкам ФГУП ЦНИГРИ, при прогнозировании алмазоперспективных площадей этих рангов на первоначальном этапе проводится их локализация на основе геолого-геофизических предпосылок (косвенных индикационных факторов). Данные индикационные предпосылки, используемые в качестве критериев прогнозирования, проявлены на различных глубинных уровнях литосферы и в аномальных особенностях геофизических полей. Они являются элементами прогнозно-поисковых моделей искомым минерагенических таксонов, разработанных на основе изучения закономерностей локализации проявлений алмазонасного магматизма в известных алмазонасных провинциях Мира. Многолетний опыт работ ФГУП ЦНИГРИ показал, что многие из геолого-геофизических предпосылок являются «сквозными», т.е. наиболее устойчивыми в различных тектонических и поисковых обстановках.

При локализации алмазоперспективных площадей ранга кимберлитового поля и кустов тел сначала осуществляется выявление в исследуемых регионах предпосылок-индикаторов искомым минерагенических таксонов и их отображение в картографическом виде. При этом проводится обобщение, анализ и комплексная интерпретация различных геолого-геофизических материалов, строятся промежуточные карты, отражающие особенности строения различных глубинных горизонтов литосферы, позволяющие более четко выделить тот или иной индикационный фактор. Далее проводится комплексирование (с использованием компьютерного суммирования) предпосылок-индикаторов рассматриваемых алмазоперспективных площадей. Локализация самих этих площадей (определение их позиции и границ) определяется комплексной областью совмещения на плоскости соответствующих индикационных факторов. При комплексировании принимаются во внимание следующие моменты:

- Учитываются те факторы, которые в соответствии с изученностью, более или менее с одинаковой достоверностью могут быть в картографическом виде отражены по всей территории работ;
- Предпосылки-индикаторы площадей различного ранга суммируются отдельно;
- Предпосылки прогнозируемых площадей более высокого ранга суммируются в пределах контуров более мелкомасштабного минерагенического таксона;
- Достоверность выполненного прогноза зависит от степени изученности площади работ теми или иными геологическими и геофизическими съемками.

Следует отметить, что окончательная степень перспективности (заверка) выделенных по косвенным геолого-геофизическим факторам (предпосылкам) алмазоперспективных площадей определяется наличием минералогических признаков (прямых факторов) в виде россыпей алмазов, ореолов минералов-индикаторов кимберлитов, связанных с заверяемыми площадями.

Предложенные принципы локализации алмазоперспективных площадей были использованы при построении карт прогноза коренной алмазонасности различного масштаба (1:100 000 – 1:1 000 000) для территорий Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Прусакова Н.А., Лаптев М.М., Громцев К.В., Иванова Е.А.

(ФГУП ЦНИГРИ Роснедра Минприроды России).

ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ НА ЮГЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК

Южная часть Сибирской платформы является одним из перспективных на коренную алмазонасность регионов. Однако проводимые здесь различными организациями поиски коренных месторождений алмазов (при сохранении положительной оценки перспектив на коренную алмазонасность данного региона) не дали результатов. В связи с этим актуальной задачей является поиск алмазных месторождений в данном регионе на основе обобщения и анализа накопленного материала по предшествующим работам с применением современных технологий. Опыт решения данной задачи с использованием методологических подходов, разработанных ФГУП ЦНИГРИ, рассматривается на примере одной из перспективных площадей – Илимско-Катангской, юга Сибирской платформы.

По результатам обобщающих работ (В.И. Сафьянников, 1998; А.С. Барышев, 1997, 2000; В.И. Никулин, 2000) Илимско-Катангская площадь входит в Ангаро-Тунгусскую минералогическую область, занимающую междуречье р. Ангары и нижней Тунгуски. Ранее (Е.П. Денисенко и др., 2006) с использованием комплекса разнообразных критериев в пределах Илимско-Катангской площади были выделены пять (Верхнекатангская, Тушамская, Тубинская, Илимская, Макдонская) потенциально алмазонасных поля, перспективных на проявление среднепалеозойского кимберлитового магматизма. Поисковые работы на алмазы в пределах данной территории ранее были выполнены в крайне незначительных объемах, кимберлитовые трубки вскрыты не были.

Согласно разработкам ФГУП ЦНИГРИ, при поисках коренных месторождений алмазов на первоначальном этапе проводится локализация алмазоперспективных площадей под постановку поисковых работ ранга кимберлитового поля на основе геолого-геофизических предпосылок (косвенных индикационных факторов). В процессе таких работ на Илимско-Катангской площади в соответствии с модельными представлениями, сформированными на базе изучения эталонных алмазонасных площадей России и Мира и скорректированными с учётом специфики изучаемой территории, был определён комплекс и проведено картирование используемых геолого-геофизических предпосылок-индикаторов как искомого минералогического таксона, так и более региональных таксонов, вмещающих искомый. При этом проводился анализ результатов предшествующих прогнозных, поисковых работ, интерпретационных материалов различных геофизических съёмок. Выполнялись собственная интерпретация аномальных особенностей гравитационного и магнитных полей. Локализация (определение позиции и границ) прогнозируемых потенциально алмазонасных полей определялась комплексными областями совмещения на плоскости (максимального присутствия), выделенных косвенных геолого-геофизических предпосылок-индикаторов.

В результате выполненных построений на Илимско-Катангской площади по комплексу геолого-геофизических предпосылок локализованы четыре алмазоперспективные площади ранга кимберлитового поля. С ними имеют частичное плановое совмещение только три из прогнозируемых ранее кимберлитовых поля – Илимское, Тубинское, Верхнекатангское.

Следует отметить, что локализованные по косвенным индикационным факторам перспективные площади являются обоснованием для постановки следующего этапа работ с целью их разбраковки по наличию прямых признаков алмазонасности в виде россыпей алмазов, ореолов минералов-индикаторов кимберлитов, генетически связанных с заверяемыми объектами.

**Раков Л.Т., Прокофьев В.Ю., Коваленкер В.А. (ИГЕМ РАН).
ГЕНЕТИЧЕСКОЕ И ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ
НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В КВАРЦЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА**

Кристаллическая структура рудного кварца содержит большое количество дефектов – вакансии, междоузельные атомы, изоморфные примеси, структурные дефекты сложного строения, микропоры, заполненные флюидными включениями и др. Их появление и свойства обусловлены условиями рудообразования. Комплексное изучение этих дефектов дает наиболее полную генетическую информацию, которая может использоваться при поиске и оценке месторождений полезных ископаемых.

В настоящей работе методами электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и микро-термометрического анализа флюидных включений исследовались структурные неоднородности в образцах кварца золоторудных месторождений Дарасун, Теремкинское и Талатуй Дарасунской рудно-магматической системы. Анализ флюидных включений в минералах руд позволил оценить основные параметры рудоотложения. Для месторождения Дарасун им отвечают значения температуры (430–120)°С и давления (1560–60) бар, для месторождения Теремкинское – соответственно, (466–118)°С и (410–70) бар, а для месторождения Талатуй – (611–32)°С и (3370–150) бар (Prokofiev et al., 2010). Результаты микротермометрического анализа флюидных включений показывают, что месторождения можно рассматривать как образованные на различных уровнях глубинности единой рудообразующей системы (Prokofiev et al., 2009).

Данные изучения распределения концентраций изоморфных примесей Al, Ti и Ge в кварце свидетельствуют о сложном характере процесса формирования месторождений. Выделяются два основных этапа рудообразования на месторождениях Дарасунского рудного поля. Первый этап, протекавший на относительно больших глубинах и названный нами “эндогенным”, связан с внедрением субвулканической интрузии и последующим аутометасоматозом. Доминировавший на нем флюид имел магматическое происхождение и характеризовался постоянным составом. Второй этап минералообразования, «экзогенный», протекал при измененном составе магматического флюида. Переотложение кварца, протекающее на втором этапе, приурочено к верхним горизонтам месторождений. Малая глубина способствовала быстрому остыванию магматического флюида, его расслоению и разбавлению метеорными водами. Выявленные закономерности развития изоморфизма в кварце Дарасунского рудного поля представляют интерес для исследований генезиса золоторудных месторождений. Их использование дает возможность регистрировать разнообразные случаи переотложения кварца под действием гидротермальных растворов. Эти процессы связаны с переотложением золота и могут играть роль реперов, фиксирующих стадийность рудообразования.

Большое генетическое и поисковое значение имеет распределение одновалентных ионов Li^+ , Na^+ и H^+ в структурных каналах кварца. Они способны играть роль ионов-компенсаторов электрического заряда для структурных дефектов ввиду своей высокой диффузионной подвижности. Причем скорость диффузии H^+ в каналах на порядок выше, чем Li^+ . Поэтому соотношение их концентраций $C_{\text{H}}/C_{\text{Li}}$ различно для кварца, сформированного в относительно открытых и в относительно закрытых системах минералообразования. С помощью данного критерия было проведено сравнение степени закрытости минералообразующих систем различных месторождений Дарасунского рудного поля и обнаружена ее связь с масштабами оруденения.

Установлено, что условия рудоотложения на месторождениях определяют характер динамической рекристаллизации рудных минералов и, как следствие, технологические свойства самих руд.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-05-00622).

Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН).
**СОСТОЯНИЕ НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СРЕДНЕ-
КРУПНОМАСШТАБНОГО МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
ЗОЛОТОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ**

Обширная база данных по металлогеническому районированию золотоносных провинций страны отражает целесообразность дальнейшего совершенствования научно-методических основ металлогенического районирования в целом и, особенно, средне-крупномасштабного. Последнее обычно соотносится с существующими представлениями о рудных районах, узлах, полях. Общая логика развития металлогении, увязывающаяся не только с ростом знания по закономерностям размещения и образования рудных месторождений, при изменившейся базовой геодинамической парадигме, с принятием концепций плейт-тектоники и мантийных плюмов, но и с изменением запроса геолого-разведочной отрасли в настоящее время. Исчерпание фонда «легко открываемых» месторождений, о котором говорилось в течение последних десятилетий, становится реальным, а развитие одного из перспективных направлений металлогенических исследований, определенных почти полвека назад В.И. Смирновым как стереометаллогения, остается явно недостаточным для решения актуальных задач. Эти задачи связаны не только с изучением глубинного строения земной коры, процессов в ней происходивших, включая мантийно-коровое взаимодействие. Особенно важной представляется задача стереогенетического восприятия выше названных крупномасштабных генетических таксонов - рудоносных районов, рудных узлов, полей, прямым образом связанная с практикой прогнозных и геолого-поисковых работ - выявлением скрытых рудных концентраций в реальном для освоения интервале глубин земной коры до трех-четырех км. Для различных видов руд этот интервал неодинаков, что определяется совокупностью геологических, технологических, экономических факторов. Для золоторудных месторождений он уже достигнут (Витватерсранд- ЮАР, Колар-Индия), но в ближайшей перспективе, вероятно сохранится на уровне ~2 км. Геологическое знание по недрам и на этом уровне глубинности, даже на длительное время разрабатываемых золоторудных месторождениях, обычно остается недостаточным для обоснованной оценки перспектив нахождения «слепых» рудных тел на флангах месторождений, так и рудных полей, узлов. Накопленный опыт прогнозно-поисковых, оценочных работ, отраженный в обширной опубликованной и фондовой информации, показывает, что наиболее реальным направлением совершенствования научно-методологических основ этих работ остается системный анализ совокупности процессов, приводящих к концентрации рудных компонентов в виде рудных тел, месторождений. Целевой анализ указанной информации показывает необходимость упорядочения системного анализа с общим признанием иерархии, соподчиненности, связей систем, их многообразия, с выделением их модульных видов и т.п. Опыт изучения Бодайбинского и Муйского золоторудных районов позволяет конкретизировать приведенные общие положения. Не рассматривая представленные ими региональные металлогенические таксоны, нужно отметить сохраняющуюся неоднозначность их восприятия различными исследователями по геодинамической истории развития и геохимической специализации. Названные рудные районы контрастно различаются геолого-генетическим типом золоторудной минерализации, увязываемой с генетическим своеобразием проявившихся флюидно-магматических и флюидно-метаморфогенных (гидротермальных) систем. В Бодайбинском районе эти системы сформировались в мощном комплексе метатерригенных сланцевых пород, при недостаточно определенной его блоковой структуры. В Муйском районе различия представленных здесь рудных полей определенно увязываются с контрастным блоковым строением. Примечательны четкие различия золоторудной минерализации в трех блоках Уряхского рудного поля, рассматриваемого в ряде публикаций как одно месторождение. Явная автономность проявившихся здесь рудообразующих систем позволяет относить выделяемые блоки-участки к сближенным месторождениям. Здесь, как и на других площадях рассматриваемых районов, необходимы геофизические работы для изучения глубинного строения.

Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН), Вихтер Б.Я. (ЦНИГРИ МПР).
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА ТАЙМЫРО-СЕВЕРОЗЕМЕЛЬСКОЙ И БАЙКАЛО-ПАТОМСКОЙ ПРОВИНЦИИ.

Таймыро-Североземельская золотоносная провинция входит в число перспективных, но недостаточно изученных, тогда как, Байкало-Патомская известна благодаря Бодайбинскому золоторудному району с месторождениями Сухой Лог, Вернинское и другими, локализованными в рифей-вендских сланцевых комплексах. Таким же возрастом характеризуются золотоносная металлогеническая зона охватывающая Северный Таймыр и остров Большевик. В изучении зоны участвовали различные геологические организации, в том числе ЦНИГРИ, в 2010-2012гг. Основное внимание было уделено Верхнеленинградской площади, её сравнительной характеристики с эталонным Северо-Енисейским золоторудным районом. В результате проведенных работ на указанной площади были выявлены минерализованные зоны, с прожилково-вкрапленной рудной минерализацией двух рудно-формационных типов: 1) медно-никелевым с золотом в дайковых телах габброидов и 2) золото-сульфидно-кварцевым в метаосадочных и метавулканических сланцевых породах. Выделено три перспективных участка, среди которых минерализованная зона протяженностью более 2 км и мощностью до 100м. Сульфидная минерализация традиционна: пирит, халькопирит, арсенопирит, пирротин, галенит, сфалерит. Количество сульфидов – от первых процентов до 50-70%. Наряду с вкрапленно-прожилковой минерализацией выявлены кварцевые и кварц-карбонатные жилы, также несущие сульфиды. Интенсивно проявлено метасоматическое изменение (окварцевание, серицизация) пород, претерпевших метаморфизм амфиболитовой и хлоритовой фаций.

Значительная опубликованная информация по геологии Таймыр-Североземельской складчатой области её геодинамической истории и металлогении, как и по тем же аспектам для северной части Байкало-Патомского нагорья, представляющего северо-восточный сектор Ленской золотоносной мега-провинции, позволяет рассматривать названные геоструктуры как сходные по истории развития и металлогении-минерагении. Верхнеленинградская золотоносная площадь находится в пределах Гольцовско-Ленинградского рудно-россыпного района, выделенного в числе перспективных в северо-восточной части Северо-Таймырской зоны. Здесь представлены «офиолитово-субдукционно-аккреционные» тектонические комплексы (по Проскурнину, 2013), что отражается в вышеуказанной геохимической специализации изучавшейся площади. Но в качестве основных золоторудных районов в пределах провинции рассматриваются Большевикский и Челюскинский, соответственно охватывающие территорию острова и полуострова, с высокими оценками их золоторудного потенциала. Развитие рудообразующих систем здесь увязывается с геодинамическим режимом развития рифей-вендской пассивной окраины и коллизионных процессов, а также раннепалеозойской тектоно-магматической активизации. В подобном режиме и в том же временном интервале формировались основные золоторудные месторождения Бодайбинского золоторудного района. Возраст вкрапленно-прожилковой золоторудной минерализации месторождения Сухой Лог ~440млн.лет. Вероятно аналогичный возраст имеет и месторождение Вернинское (>300т Au), но время образования локализованного в его южной части жильного тела Первенец, выявленного ранее золоторудных зон первого, остается неопределенным. Жильная минерализация на месторождении Сухой Лог проявилась неоднократно. Здесь установлены жилы одновозрастные (~310млн.лет) с представленными в Южно-Бодайбинском жильном поясе. Ведущую роль золотоносных жил в формировании уникальных россыпей Бодайбинского района следует учитывать при оценки мало изученных площадей Таймыр-Североземельской провинции.

Третьяченко В.В. (АК «АЛРОСА»), Ракитин И.Ю. (ЗАО «ОНЕГАЗОЛОТО»).
ЗОЛОТО-ПЛАТИНОВЫЕ ПАЛЕОРОССЫПИ КОЖОЗЁРСКО-НИМЕНЬГСКОГО
РУДНО-РОССЫПНОГО РАЙОНА КРЯЖА ВЕТРЕННЫЙ ПОЯС: ИСТОЧНИКИ
МЕТАЛЛОВ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗ

Кожозерско-Нименьгский золото-платинометалльный рудно-россыпной район охватывает северо-восточную часть синклиория Ветреного Пояса в зоне сочленения его с позднеархейским Беломорским подвижным поясом. В геологическом строении района принимают участие: гранито-гнейсовая толща беломорид, коматиит-базальтовая свита ветреного пояса людикувия, прорванная комплексом позднекарельских интрузий базит-гипербазитового состава, которые перекрываются платформенными осадками редкинского горизонта верхнего венда и четвертичного возраста. Основой разрывной тектоники здесь является Северный глубинный разлом, фиксируемый мощными зонами гидротермально-метасоматических изменений.

В пределах района по результатам ГРП, главным образом ЗАО «Онегазолото» выполненных в течение 2002–2016 гг. на лицензионной Нименьгской площади, а также ФГУП ВСЕГЕИ (Шапочка) и более ранних ГСР, установлен целый ряд коренных и россыпных проявлений благородных металлов, связанных с различными метасоматитами по базитам свиты ветреный пояс и базальными конгломератами верхнего венда, которые объединяются в Кожозерское и Кушерека-Малошуйское рудно-россыпные поля.

Коренные проявления представлены кварц-карбонатными (кварц-кальцитовыми), гематит-карбонат-эпидотовыми и другого типа метасоматитами, содержащими золото (0,2–0,7 г/т, в отдельных сечениях 4,4 г/т, в штуфных пробах рудопроявления Шапочка до 251 г/т), платиноиды (Pt – 0,4–1,0 г/т, Pd – 0,2 г/т), а также Cu, Ag и Pb.

Погребенные россыпи формации металлоносных конгломератов венда, сосредоточены вдоль северо-восточного склона кряжа Ветреный пояс и представлены преимущественно грубообломочными континентальными образованиями веерных конусов выноса и прибрежно-морских пляжевых и баровых фаций, в составе которых доминируют разнообразные конгломераты, конгломератобрекчии, гравелиты, менее развиты разнозернистые песчаники, линзы алевролитов. Ширина развития конгломератовой толщи варьирует от 0 до 3 км, в среднем порядка 1,5–2 км, при общей протяжённости более 80 км. Мощность отложений, изменяется от 0 до 63 м, в среднем около 14 метров.

В пределах Кушерека-Малошуйское рудно-россыпного поля выявлены и в различной степени изучены 3 высокоперспективные палеороссыпные проявления (залежи) золота (явно превалирует) и платины – Шапочка (Au), Речное (Au, Pt) и Прибортовое (Au, Pt). Суммарные средние содержания металлов в керновых пробах диаметра 112 мм, по данным пробирного анализа с предварительным гравитационным обогащением, составили порядка 4–6 г/м³. Наиболее высокие содержания золота (до 350 г/т), связанные с цементом, максимально обогащенным тонким, железистым веществом, установлены на проявлении Шапочка. Существенно менее изучены на сегодняшний день проявления Хребтовое, Горелое, в которых платина и палладий составляют уже 75–95% от общего содержания металла. Общие прогнозные ресурсы металла категорий P₁, P₂ для всех вышеуказанных россыпепроявлений составили порядка 60 тонн.

Подавляющая часть ресурсов золота и платиноидов Кушерека-Малошуйского рудно-россыпного поля сосредоточена в продуктивных залежах конгломератовой толщи венда, положо погружающихся на северо-восток, при этом примерно 30 – 40 % залегает в прибортовой части кряжа на глубинах до 30–40 м и пространственно совмещена с минерализованными рудоносными зонами дробления Северного разлома, в которых также могут быть выявлены потенциально промышленные объекты. Здесь же, имеются мелкие четвертичные россыпепроявления с общими содержаниями металлов до 0,4–0,6 г/м³.

Вышеприведённая информация свидетельствует о высоком золото-платиноидном потенциале Кушерека-Малошуйского рудно-россыпного поля, в пределах которого прогнозируется выявление нескольких средних промышленных месторождений.

**Третьяченко В.В. (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО),
Бовкун А.В. (Московский государственный университет).**

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТИПОМОРФИЗМУ ОРЕОЛОВ ИНДИКАТОРНЫХ МИНЕРАЛОВ КИМБЕРЛИТОВ В НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ АЛМАЗОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ (С-З АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

Из мировой практики известно, что шлихо-минералогический метод является одним из основных методов прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Именно с помощью этого метода были открыты крупнейшие месторождения алмазов на Сибирской платформе, в Австралии, Южной Африке, а также промышленно алмазоносные трубки Канады, Финляндии, Китая. В конечном счете, одним из решающих факторов в разворачивании ГРП на алмазы в пределах Зимнего Берега Белого моря, также был минералогический прогноз.

В свете новых материалов последнего десятилетия по видовому составу, физиографии и химизму индикаторных минералов кимберлитов (ИМК) из нижнекаменноугольных литолого-фациальных комплексов Юго-Восточного Беломорья (ЮВБ), выделяются несколько основных типов ореолов, которые имеют решающее значение для выделения здесь двух минералогических районов – Зимнебережного и Нижнеонежско-Лайского, которые в свою очередь различаются палеогеографическими обстановками, наличием, или отсутствием кимберлитов и различной степенью информативности ореолов ИМК.

Зимнебережный минералогический район характеризуют три морфогенетических типа ореолов. Это широко развитые полигенные, полихронные, различной степени контрастности и интенсивности, в основном информативные ореолы континентального и бассейнового литодинамических типов хромдиопсид-пироп-хромшпинелевой с пикроильменитами (Золотницкий тип) и пироп-пикроильменитовой (Центрально-Зимнебережный тип) ассоциаций, в осадках урзугской свиты верхнего серпухова, формирование которых происходило в условиях жаркого аридного климата. А также полигенные ореолы Падунско-Черноозёрского типа, связанные с осадками груборучейской свиты верхнего визе, формирование которых происходило в климатических обстановках жаркого гумидного климата, на фоне широко развитых латеритных кор выветривания. В целом, данные типы ореолов ИМК, достаточно удовлетворительно отображают парагенетическую связь с известными и прогнозируемыми кимберлитовыми полями Зимнебережного алмазоносного района (ЗБР), принадлежащих различным минералого-петрохимическим типам и характеризующихся различной степенью алмазоносности.

Нижнеонежско-Лайский минералогический район характеризуют, парагенетически связанные с железо-титанистыми кимберлитами ЗБР, узколокальные различной степени интенсивности, полигенные и полихронные существенно пикроильменитовые ореолы континентального литодинамического типа установленные в осадках телзинской и урзугской свит. Формирование их происходило в условиях жаркого аридного климата, на фоне неустойчивости режима осадконакопления, что приводило к появлению в разрезе осадков с отчётливо проявленными признаками катастрофических паводковых фаций, которые содержат в себе дальнепринесенный обломочный материал, в том числе и ИМК с низкой степенью механического износа, что необходимо иметь в виду при рекомендациях прогнозного характера.

Выполненные нами исследования показывают достаточно сложную шлихо-минералогическую ситуацию региона, которую необходимо учитывать при проведении поисковых работ. Наиболее информативными в поисковом плане являются ореолы ИМК каменноугольных коллекторов, связанных, прежде всего, с континентальными фациями, хотя и они могут быть достаточно удалены от первоисточников. При этом, и ореолы бассейнового типа Зимнебережного района с высокой степенью механического износа, при надлежащем изучении, также несут достаточно выразительную информацию поисково-прогнозного характера. Более того, отнесение их, к так называемым, «дальнего сноса», в условиях ЗБР, как показали наши исследования, в принципе неверно.

Третьяченко В.В. (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО).

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ФОРМИРОВАНИЯ НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ АЛМАЗОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ (С-З АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)

Опыт проведения ГРР на алмазы показывает, что методология среднемасштабных поисков в условиях закрытых территорий должна быть основана, прежде всего, на особенностях палеогеографических обстановок формирования промежуточных коллекторов, и связанных с ними ореолов рассеяния индикаторных минералов кимберлитов (ИМК).

В свете новых материалов (литологические, микропалеонтологические и флористические исследования) последнего десятилетия по стратиграфии, литолого-фациальной характеристике и палеогеографии каменноугольных коллекторов Юго-Восточного Беломорья (ЮВБ), основные черты их строения определяются наличием здесь трёх разновозрастных литолого-фациальных комплексов (снизу – вверх).

1. Поздневизейского – алексинско-михайловского, установленного в северной части Зимнебережного (ЗБР) района (грубобучейская свита), представляющего собой толщу красноцветно-пестроцветных глинисто-песчаных и, в меньшей мере, гравийно-песчаных осадков, формирование которых происходило в условиях мелководных водотоков и застойных водоёмов аллювиальной долины, которая являясь фрагментом крупной визейской речной системы, дренировала северо-восточный склон Кольско-Кулойско-Вычегодского валообразного поднятия девонско-раннекаменноугольного возраста. Климат этого периода охарактеризуется как жаркий, гумидный (тропики, субтропики), что способствовало развитию зрелых кор выветривания латеритного типа и высвобождению большого количества ИМК из коренных источников кимберлитовых полей центральной части Зимнебережного алмазоносного района, а также района развития силлов р. Мела.

2. Поздневизейско-раннесерпуховского (веневско-стешевского), развитого в северной части ЗБР, в пределах Онега-Двинского междуречья и бассейне среднего течения р. Онега, сложенного пестроцветными алевро-песчано-глинистыми (телзинская свита) и грубообломочными (конгломераты, гравелиты – сомбинская свита) отложениями, часто карбонатизированными и окремненными, сформировавшегося в обстановке низменной аллювиальной равнины, в условиях жаркого аридного климата (обилие кремнисто-карбонатных палеопочвенных образований). Основными областями денудации этого времени в пределах ЗБР являлись палеоподнятия северной и центральной его части. Характерно наличие в кровле и телзинской и сомбинской свит отчётливо выраженного кремнисто-карбонатного палеопочвенного горизонта, который, вероятнее всего, является временным и фациальным аналогом палеопочвенного горизонта кровли нижнесерпуховского подъяруса Московской синеклизы (дашковская палеопочва) и Косью-Роговской впадины Печорской синеклизы, который фиксирует собой субэральный предпротвинский перерыв в осадконакоплении, соответствующий резкому снижению уровня раннекаменноугольного моря в позднестешёвское время.

3. Позднесерпуховского – протвинского, пользующегося наиболее широким площадным развитием в пределах всего ЮВБ (урзугская свита), представляющего собой существенно красноцветную, пестроцветно-красноцветную толщу преимущественно песчаных пород, которые перекрываются карбонатами подольско-мячковского, или каширского горизонтов московского яруса. Формирование комплекса происходило в аллювиальных и бассейновых обстановках в условиях жаркого аридного климата.

Выполненные нами комплексные исследования каменноугольных коллекторов алмазов ЮВБ, уточняют характерные черты разрезов, их объем, возрастную позицию и палеогеографические условия формирования, что способствует выработке более обоснованных критериев по типизации и оценке поисковой информативности выявленных ореолов ИМК конкретного промежуточного коллектора.

Хачатрян Г.К. (ФГУП ЦНИГРИ).

ТИПИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗА ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ АЗОТА В КРИСТАЛЛАХ И ЕЁ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Изучено распределение структурной примеси азота в 5,5 тысячах кристаллах алмаза из 96 трубок и россыпей различных алмазоносных провинций мира. Каждый из объектов охарактеризован выборкой кристаллов не менее тридцати штук. По общему содержанию азота (N_{tot}) и его доле в агрегированной В-форме (N_B), представленной тетраэдрически сгруппированными атомами, выделено 6 типов популяций. Под популяцией, согласно определению, понимается совокупность индивидов, на которых строятся статистические выводы. Алмазы, принадлежащие к популяциям различного типа, содержат минеральные включения разного состава (ультраосновной, эклогитовой ассоциаций, а также минералы больших давлений и глубин) и образовались при разных температурах. Согласно модели (Taylor, Milledge, 1995), температура алмазообразования последовательно уменьшается от типа популяции I к типу V.

Тип I – N_{tot} 30–250 ppm и N_B 85–95 %. В алмазах присутствует широкий спектр минералов больших глубин: мейджоритовый гранат, гранат гроссуляр-пироп-альмандинового состава, тетрагональная альмандин-пироповая фаза, магнезиальный и кальциевый силикаты со структурой перовскита, феррипериклаз и другие.

Тип II – N_{tot} 25–290 ppm и N_B 61–81 %. В алмазах этой популяции широко распространены включения эклогитовой ассоциации.

Тип III – N_{tot} 40–280 ppm и N_B 26–51 %. В месторождениях, где доминируют кристаллы этого типа, алмаз ассоциирует главным образом с включениями минералов ультрабазитов.

Тип IV – N_{tot} 400–960 ppm и N_B 10–40 %. Алмазы содержат включения как ультраосновной, так и эклогитовой ассоциаций.

Тип V – N_{tot} 1300–1600 ppm и N_B 20–30%. В алмазах данной популяции отмечаются редкие включения, относящиеся к эклогитовой ассоциации.

Тип VI – N_{tot} 390–810 ppm и $N_B \sim 48$ –75%. Подобно алмазам типа IV распространены включения разных ассоциаций.

Установлено, что в каждом коренном месторождении доминирует популяция определенного типа – главная. В некоторых трубках наряду с главной в подчиненном количестве присутствует второстепенная популяция. Доля кристаллов основных популяций в трубке, как правило, составляет не менее 50–75%. В россыпях наличие более двух популяций кристаллов может быть обусловлено множественностью их коренных источников. При этом в трубках одного кимберлитового поля, а иногда и района доминируют популяции одного и того же типа. На основе этого разработана оригинальная методика прогноза и поисков коренных месторождений алмаза. Если типы популяций алмаза в россыпях и известных коренных месторождениях района отличаются, то это служит основанием для поиска нового еще не выявленного коренного алмазоносного объекта. Применение этой методики рассмотрено на примере изучения алмазов из трубок и россыпей Мало-Ботуобинского. Муно-Тюнгского, Приленского и Анабарского районов Якутии.

Изучение алмазных популяций в районах россыпной алмазоносности с неизвестными коренными источниками дает возможность судить об их типе – кимберлитовом, лампроитовом или ином. Наличие в россыпях Арктической зоны Якутии популяций алмаза, сходных с популяциями алмаза из трубок кимберлит-лампроитового состава Зимнебережного района Архангельской области, позволяет прогнозировать аналогичные коренные источники алмазов в районах Якутии.

Черных А.И., Арсентьева И.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТЫВЫ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ РАБОТ

Территория Республики Тыва расположена в пределах южной части Алтае-Саянской складчатой области (АССО). Сложная геологическая история формирования территории, наличие геолого-структурных блоков различной природы и неоднократная тектоно-магматическая активизация региона определяют его разнообразную металлогению. Для Тывы характерно наличие широкого спектра полезных ископаемых различных геолого-промышленных и рудно-формационных типов. Здесь известны месторождения и проявления железа, хрома, ртути, золота, меди, молибдена, свинца, цинка, редких земель, лития и урана. Отличительной чертой является слабая по отношению с другими регионами АССО средне- и крупномасштабная геологическая и поисковая изученность.

Анализ имеющихся материалов позволяет определить основные задачи металлогенических исследований на территории Тывы – выявление закономерностей распределения, условий формирования и локализации:

- золотосодержащего молибден-меднопорфирового оруденения Таннуольско-Улугуйской и Хемчикско-Куртушибинской металлогенических зон;
- золотосодержащего колчеданно-полиметаллического оруденения в раннекембрийских вулканогенно-осадочных комплексах Таннуольско-Улугуйской металлогенической зоны;
- золото-сульфидно-кварцевого и золото-скарнового оруденения Хемчикско-Куртушибинской, Таннуольско-Улугуйской и Сангиленской металлогенических зон;
- золото-сульфидного в углеродистых комплексах и в кварцитах Харальского района;
- редкоземельно-редкометалльного в пегматитах и метасоматически измененных гранитах Сангиленской металлогенической зоны;
- уран-редкоземельно-железорудного, приуроченного к мезозойским зонам активизации (Чаа-Хольская рудоносная зона и др.);
- редкометалльного оруденения, связанного с гранитоидами повышенной щелочности и пегматитами Сангиленской металлогенической зоны.

Для решения обозначенных задач наиболее рациональным представляется постановка прогнозно-металлогенических (геолого-металлогенических) работ масштаба 1:500000 или 1:200000. Кроме того, необходимо сконцентрировать работы по ГДП-200 в рудных районах, в которых возможно решение ряда ключевых геологических и металлогенических задач и где существуют предпосылки локализации поисковых участков с оценкой и апробацией прогнозных ресурсов категории Р₃. Ключевыми задачами представляется типизация, расчленение и корреляция интрузивных массивов среднего и кислого составов кембрийского, ордовикского, девонского возрастов (майнский(?), таннуольский, бреньский, сютхольский комплексы), с которыми, по разным данным, связано формирование золотого, железорудного и молибден-меднопорфирового оруденения. Изучение вещественного состава и условий формирования раннекембрийских вулканогенно-осадочных пород (туматтайгинская, кадвойская, серлигская, ирбитейская свиты), с которыми связывают формирование полиметаллического оруденения. Расчленение и определение условий формирования даек, силлов, и мелких тел торгалыкского и чазадырского комплексов, с которыми связано формирование арсенидного медно-никель-кобальтового оруденения. Изучение вещественного состава, характера складчато-разрывных дислокаций и условий метаморфизма позднеерифейско-вендских сланцевых, в том числе углеродистых, комплексов Сангиленского и Харальского блоков, с которыми связаны перспективы выявления золотого оруденения золото-сульфидной и золото-сульфидно-кварцевой формаций.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ

Авилова О.В., Гирфанов М.М., Андреев А.В., Старостин И.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

ЗЕЛЕНОДОЛЬСКОЕ МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЕ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБЪЕКТ ЮЖНОГО УРАЛА

В рамках госконтрактных работ по оценке перспектив Южного Урала на выявление промышленных медно-порфировых месторождений, ФГУП ЦНИГРИ в 2014-2016 гг. были выполнены ревизионно-поисковые работы на Зеленодольском медно-порфировом рудопроявлении в Челябинской области, выявленном и изучавшемся в 1970-1980-х годах геологами Челябинской ГРЭ.

Зеленодольское рудопроявление располагается в пределах Увельско-Еленовского вулканоплутонического пояса Восточно-Уральской медно-порфировой провинции. Рудные тела локализируются в эндо- и экзоконтактах двух штокообразных массивов диорит-кварцдиорит-тоналитового состава биргильдинско-томинского интрузивного комплекса (D₃-C₁, по ГТК-1000), внедрившихся в зону блоковых дислокаций вулканогенно-осадочной толщи, слагающей фрагменты палеовулканической структуры рудного поля. Рудные тела представлены двумя удлиненными крутопадающими штокверками размерами в плане 900-1700 × 170-460 м, прослеженными до глубины 300 м без полного выклинивания.

Для рудопроявления установлены основные элементы строения и комплекс поисковых признаков, типичные для медно-порфировых месторождений. Зональность гидротермально-метасоматических образований выражается в смене от центра рудных штокверков к периферии следующих генерализованных метасоматических зон: кремне-щелочной (кварц-альбит-биотитовой) (редуцирована) – филлизитовой (карбонат-хлорит-альбит-кварц-серицитовой) – пропилитовой (кварц-эпидот-альбит-карбонат-хлоритовой). Им соответствует смена рудных минеральных комплексов: молибденит-пирит-халькопиритового с гематитом – халькопирит-пиритовым и пиритовым на флангах («пиритовый ореол»); локально проявлены магнетитовый и жильный полиметаллический. Наиболее богатые медно-порфировые руды локализованы в зоне филлизитовых изменений.

На рудопроявлении развита латеральная кора выветривания каолинитового профиля, распространяющаяся до глубины 30–50 м (до 70 м и более вдоль линейных тектонических зон). Зона окисления развита до глубины 40–66 м, гипергенная минерализация представлена гидроксидами железа, халькозином, дигенитом, ковеллином, борнитом, малахитом, азуритом, купритом, самородной медью.

Рудные штокверки хорошо проявлены в геофизических полях относительным понижением интенсивности магнитного поля на фоне повышенных (до 400 нТл) его значений на периферии, а также аномалиями вызванной поляризации (до 2,5–3,5%) и снижением удельного электрического сопротивления над зонами сульфидизации. В геохимических полях рудопроявление выражено зональными аномалиями элементов-индикаторов медно-порфирового оруденения (Cu, Mo, Zn, Pb).

По результатам изучения в ФГУП ЦНИГРИ двух лабораторных технологических проб первичных и окисленных руд Зеленодольского проявления (Романчук А.И. и др.), показана их хорошая обогатимость по флотационной схеме для первичных руд и гидрометаллургическими методами для окисленных с извлечением основного компонента – меди до 90,3 % и 62,5 %, соответственно.

С учетом полученных нами новых данных, в ФГУП ЦНИГРИ для Зеленодольского рудопроявления переоценены и апробированы прогнозные ресурсы кат. Р₁ (Куликов Д.А. и др.): медь 595 тыс. т (C_{ср} 0,42%, C_{борт.} 0,2%), попутные молибден 7 тыс. т (0,006%), золото 27 т (0,21 г/т) и серебро 213 т (1,67 г/т). Показана возможность его рентабельной отработки.

Представленные данные по Зеленодольскому рудопроявлению, а также установленная высокая вероятность открытия новых подобных объектов в пределах Зеленодольского рудного района, позволяют высоко оценивать промышленные перспективы данного объекта.

Авилова О.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ
ПРОЯВЛЕНИЙ ТАНЮРЕРСКОГО И ОЛЬХОВСКОГО РУДНЫХ РАЙОНОВ
(ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧУКОТКА)

Медно-порфировые рудопоявления Центральной Чукотки, расположенные в Танюерском (Базовое и Моренное) и Ольховском (Ольховка) рудных районах (РР), имеют различия в условиях локализации руд и их составе. На проявлениях Танюерского РР в пределах Удско-Мургальского островодужного вулканоплутонического пояса (ВПП) (J₂-K₁) крутопадающие линейные минерализованные зоны контролируются сериями сближенных даек кварцевых диорит-порфиров, тоналит-порфиров и сопряженными с ними эксплозивными брекчиями, завершающими становление габбро-диорит-тоналит-плагиогранитовой формации (мургальский комплекс K₁). На проявлении Ольховка в пределах Охотско-Чукотского орогенно-активизационного ВПП (K₁₋₂) рудоносный интрузив монцогранодиорит-порфиров, связанный со становлением габбро-диорит-гранодиоритовой формации с монцитонитовым уклоном поздних фаз (кавральянский комплекс K₂), вытянут в северо-восточном направлении и имеет в разрезе грибообразную форму с желобообразными понижениями кровли вмещающими выявленные и прогнозируемые рудные тела в пределах интрузивной рамы.

Прожилково-вкрапленная рудная минерализация с содержаниями Cu 0,3-1 % локализована в центральных частях зонально построенных типовых для медно-порфировых месторождений метасоматических ореолов, характеризующихся совмещением (телескопированием) кремне-щелочных (существенно биотитовых), пропилитовых (кварц-альбит-эпидот-хлоритовых) и филлизитовых (карбонат-кварц-серицитовых) типов изменений. На проявлениях Танюерского РР рудовмещающие породы наиболее интенсивно преобразованы изменениями филлизитового типа, в результате телескопирования они имеют карбонат-кварц-серицитовый или карбонат-кварц-хлорит-серицитовый состав. К ним приурочена (молибденит)-пирит-халько-пиритовая минерализация с локально проявленными борнит-халькопиритовой, энаргит-блеклорудной и полиметаллической.

На проявлении Ольховка рудовмещающие породы относительно слабо преобразованы изменениями филлизитового типа, поэтому изменения в рудовмещающих кварцевых диоритах имеют (биотит)-кальцит-серицит-эпидот-альбит-хлорит-кварцевый состав, с редким преобладанием серицита, а в вулканитах - кварц-хлорит-альбит-серицит-биотитовый. в метасоматитах локализована (молибденит)-магнетит-пирит-халькопиритовая рудная минерализация.

В рудах с содержанием меди > 0,3 % выявлена значимая (пятипроцентная) положительная корреляция Cu с Au, Ag, Mo, Re, Bi, что объясняется присутствием в рудах халькопирита, борнита (с примесью Bi) и молибденита (с примесью Re). Содержания перечисленных элементов в рудах отражены в таблице.

Проявления	Содержания полезных компонентов			
	Mo, %	Au, г/т	Ag, г/т	Re, г/т
Моренное	0,002-0,01 (иногда 0,015-0,01)	до 33	до 8,85	1,76
Базовое	0,0015-0,01 (иногда 0,015-0,05)	до 0,11	до 8,5	до 0,63
Ольховка	0,0004-0,005 (крайне редко 0,01-0,06)	до 0,49	до 0,50	до 0,02

Локальное повышение содержания As в рудах на проявлениях Танюерского рудного района связано с развитием теннантит-энаргитовой минерализации, а на Ольховке – арсенопиритовой. Присутствие поздней полисульфидной минерализации дает локальное повышение содержания Pb и Zn, наиболее значительное (вместе с As) на Базовом проявлении. Результаты анализа данных кернового опробования показывают, что в качестве попутных компонентов в медно-порфировых проявлениях Базовое и Моренное может рассматриваться молибден, а на

Ольховском – золото и серебро.

Таким образом, медно-порфировые руды проявлений Танюерского и Ольховского потенциальных рудных районов Чукотки по минеральному и химическому составу аналогичны типовым месторождениям медно-порфирового семейства. Незначительные различия в геохимии руд, вероятно, отражают разную геотектоническую обстановку становления рудоносных интрузивов в Удско-Мургальском и Охотско-Чукотском ВПП.

Антонов Ю.А. (ТОО «Арклэнд Минералз»).

НОВЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫЕ МОДЕЛИ УЧАСТКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАКЫРЧИК (ЗАПАДНАЯ КАЛБА)

Месторождение Бакырчик в металлогеническом плане приурочено к центральной части Кызыловского рудного поля, расположенного в Бакырчик-Кулуджунской подзоне Западно-Калбинского золоторудного пояса Большого Алтая, сформировавшегося в коллизионный этап развития Зайсанской сутурной зоны. Исторически оно условно разделено на три участка (с запада на восток): Центральный, Промежуточный, Глубокий Лог.

Золотое оруденение месторождения относится к прожилково-вкрапленной золото-сульфидно-углеродистой формации золото-пирит-арсенопиритовому минеральному типу и сосредоточено в углеродистых терригенно-осадочных комплексах бакырчикской свиты (С₃br), прорванных дайками габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранитного состава кунушского интрузивного комплекса (С₃-Р₁).

За 63 года разведки «богатое» промышленное оруденение месторождения прослежено разведочными скважинами по простиранию на протяжении 5 км и на глубину 500-600м; отдельными скважинами оно вскрыто на глубинах 800-1120 м от поверхности (уч.Бакырчик Центральный).

В настоящее время разведочные работы на месторождении ведет АО «Полиметалл Инжиниринг» (Россия). В планы предприятия входят строительство на базе месторождения крупного горно-металлургического комбината производительностью до 2 млн. т руды в год и добыча ее открытым способом (карьером) до глубины 300м от поверхности. Это приведет к резкому увеличению золотодобычи и получения золота в Восточном Казахстане и в целом по Республике. Предприятие провело на месторождении ревизионные буровые работы и доразведку известных рудных тел, пересчитало запасы с бортовым ограничением 2г/т, но ни какой информации о полученных результатах в открытой печати нет.

Для месторождения Бакырчик разработаны и опубликованы различные модели, характеризующие главным образом его геолого-генетическое происхождение, включающие широкий круг вопросов, характеризующих условия локализации оруденения, уровень эрозионного среза рудно-магматической колонны, структурно-морфологическую, метасоматическую, геохимическую и минералогическую зональности и т.д. На примере Бакырчика разработана модель формирования рудообразующей системы золото-мышьяково-углеродистой формации. В литературе также представлена глубинная модель месторождения золота Бакырчик. Однако все эти модели не дают конкретных рекомендаций по приросту запасов конкретного рудного тела или линзы. В связи с актуальностью наращивания запасов на месторождении важное значение приобретают его новые *структурные поисково-разведочные модели участков*, разработанные автором на фактическом материале, полученном за 15 лет его разведки.

Структурные поисково-разведочные модели участков Центральный и Промежуточный-Глубокий Лог месторождения Бакырчик разработаны на основе структурно-геометрического моделирования по методике, разработанной автором.

Богатое золотое оруденение (борт 3 г/т) уч. Центральный месторождения Бакырчик контролируется антиклиналью Бакырчикская, причем основное рудное тело №1 (с ним связано более 60% запасов богатых руд) сосредоточено в её центральной части, западное рудное тело №12 расположено в западном крыле складки, а восточное тело участка №9 - в восточном крыле этой антиклинали, осложненном дополнительными складками III порядка. Антиклин-

наль и северо-западные разломы висячего бока зоны *контролируют* склонение основных рудных тел на СЗ. Особенно это хорошо видно по залежи №1, где плотность разрывов наибольшая на участке. Дизъюнктивы СЗ ориентировки *также определяют* вытянутую, лентообразную форму рудных тел. Нарушения же северо-восточного простирания (самые молодые на рудном поле) разбивают оруденение на части, а при пересечении с СЗ разломами образуют также небольшие рудные тела изометричной формы.

Всё богатое (при борте 3 г/т) золотое оруденение уч. Промежуточный сосредоточено также, как и на уч. Центральный, *в ядерной части антиклинали Промежуточная*, а оруденение уч. Глубокий Лог – *в восточном крыле этой антиклинали*, осложненном дополнительными складками III порядка. Кроме этого, самое крупное и богатое рудное тело Промежуточного участка (р.т. №20) приурочено к узлу пересечения зоны Северо-Восточного разлома с группой дизъюнктивов СЗ ориентировки, расположенных в центральной части Промежуточной антиклинали. Антиклиналь и северо-западные разломы висячего бока зоны также, как и на уч. Центральный, *контролируют* склонение основных рудных тел на СЗ. Сами же дизъюнктивы *определяют их* вытянутую, лентообразную форму. Пересечение же нарушений разных рангов и различной ориентировки *контролирует и формирует* изометричную форму рудных тел участков Промежуточный и Глубокий Лог.

Таким образом, установленные структурные закономерности локализации богатых промышленных руд месторождения Бакырчик позволяют вести целенаправленную их разведку и получать дополнительные приросты с минимальными затратами.

Аристов В.В. (ИГЕМ РАН).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД ЗОЛОТО-КВАРЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)

Золото-кварцевые месторождения Верхояно-Колымской металлогенической провинции локализуются в терригенных породах, характеризуются однородным минеральным составом, сходным составом метасоматитов и являются источниками уникальных россыпей. Типоморфным жильным минералом является ранний метаморфогенный кварц, состав примесей в котором определяется особенностями наложенных на него рудообразующих флюидов. Кроме золото-кварцевой на площади провинции промышленное значение имеют золото-полисульфидно-кварцевая (связанная с гранитоидами), оловорудная, вольфрамовая, сурьмяная и серебро-полиметаллическая минерализация. В пределах Адычанского рудного района (АРР) проявления с развитием различных минеральных комплексов пространственно сближены, что позволяет выявить соотношения между ними.

При исследованиях, проведенных при финансовой поддержке РНФ (грант № 14-17-00170), изучен геохимический состав руд, определены отношения элементов, указывающие на условия их образования (Волков и др., 2016, Bau M. 1991, Monecke et al., 2002, Tang et al., 2002). Установлены особенности флюидных включений, соотношений стабильных изотопов на рудных объектах АРР (таблица). Сделан вывод, что Sn-W, Au и Sb оруденение относится к производным одной флюидной палеосистемы. Возникновение палеосистемы может быть связано с процессом аккреционного и коллизионного взаимодействия восточной окраины Сибирской платформы с Колымо-Омолонским террейном. Основным источником водной части флюида и его макрокомпонентов являются осадочные толщи, подвергнутые метабазическим изменениям при этом взаимодействии. Различия в температурном режиме и глубине мобилизации флюида, а также особенности его взаимодействия с вмещающими породами (в том числе между флюидами с разной глубиной генерации) являются основными причинами различий геохимического профиля жильных руд. Причиной четко определенной стадийности минералоотложения и зональности рудных объектов является закономерное развитие структурных парагенезов в зоне коллизии на фоне снижающейся температуры флюида и снижения активности серы.

Таблица. Сравнительная характеристика рудообразующих систем АРР.

Рудные поля		Сентачанское		Лазовское	Делювиальное	
Объекты		Сентачан, Блондин, Игорь, Горняк		Марковское	Золотая горка	Делювиальный, Полярник
Тип рудоносного кварца		Кварц-А	Кварц-С	Кварц-АВ	Кварц-АВ	Кварц-В
Индикаторные отношения в рудах	U/Th	0,98-1,27	0,29-0,76	0,27	0,22-0,48 (1,14)	0,28-0,39
	Nb/La	н.опр. - 0,65	0,38-0,74	0,51	0,09-0,83	0,11-0,3
	Lan/Ybn	8,65-21,26	11,23-13,03	0,61	1,57-10,91(55,5)	9,5–22,22
	δEu	н.опр. - 0,54	0,86-1,01	1,96	0,92-1,84	0,68-0,82
	Y/Ho	34,5-49,6	20,9-25,4	29,74	25,14 – 39,8	22,9-23,3
	Pb/Nd	н.опр. - 2473	0,27 (825)	3,4	0,27-2,8 (167)	1,05–2,04
	Cu/Mo	22-290	7-19	0,8	1,5 – 8 (48)	23-26
Параметры рудообразующих флюидов	Давление, бар	1550	1250	800-750	350	930-830
	Температура, °C	340-290	305-240	280-250	310-280	380-280
	Соленость, %NaCl-экв.	9.2±1.5	6.6	9.2	5±0.3	6.5±1
	Главные солевые компоненты	Na HCO ₃	K-Na-Mg-Ca HCO ₃ >>Cl	н.опр	Na>>Mg>Ca>K HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Na-Mg-Ca-K SO ₄ >HCO ₃ >Cl
	Примеси*	Sb	Li-Sr-As-Sb-Ge-Cu-Zn-Pb-W-Mo-Sn-Ni-Cr-Fe	н.опр	As-Zn-W-Cu	Li-Sr-As-Sb-Ge-Cu-Zn-Pb-W-Mo-Sn-Ni-Cr-Fe
	Типоморфные примеси	нет	Rb-Cs-Au-Ag-Bi-Tl	н.опр	Ba-Au	B-Cd-Co-Mn
	Газы	CO2>>CH4	CO2>CH4	N2<CH4-CO2	CO2>CH4	N2=CH4>>CO2
	CO2/CH4	100-200	20	0.2-15	2-4	0.1-0.3
	δ ¹³ C карбонатов	-8 ± 0.5	-9 ± 1	-12 → -16	-9 → -13	нет
	δ ¹³ C флюид (CO ₂ +CH ₄)	-7...-8	-10.5	-18	-18	-18
	δ ¹⁸ O водной фазы	11.5	11.3	9.5	9.5	9.5
	δ ³⁴ S сероводорода	-	0 ± 2	1 ± 1	2 ± 2	5 ± 2
	Модельный Pb возраст	-	85; 220	н.опр	н.опр	70; 120
	Глубина от палеоповерхности	6	5	3.5-3.0	3.5-1.5	3.5

* - за исключением типоморфных.

Н.опр. параметр не определен, → - направление эволюции, «-» - не выявлены минералы-носители, «нет» - содержания на уровне ошибки анализа. В скобках указаны пиковые значения показателей. $\delta Eu = Eu/Eu^* = EuN/(SmN \times GdN)^{1/2}$

Проведенные исследования позволяют возвратиться к взглядам одного из первых исследователей колымского золота (Скорняков, 1949), предложившего относить все проявления золота к единому рудно-формационному ряду и согласиться с В.И.Бергером (1978), который считает в АРР Au-арсенопирит-пиритовую и Au-Sb минерализацию частью (Sn)-W рудных систем, синхронных гранитоидам. Определяющую роль в появлении промышленной Au минерализации играют источники рудного вещества и механизмы его извлечения. Наши данные подтверждают выводы исследователей, которые устанавливают различные источники флюидов (Г.Н.Гамянин, 2001; Бортников и др., 2010). Преобладание переноса рудного вещества в виде комплексных соединений определяет низкое содержание сульфидов в рудах и зависит от взаимодействия металлоносного существенно хлоридного флюида с сероводородсодержащими «кристаллизационными» водами.

3. Полученные результаты позволяют дополнить традиционный поисковый комплекс минералого-геохимическими методами, ориентированными на выявление признаков собственно рудных процессов в широких полях минерализации, связанных с длительным функционированием флюидной палеосистемы. К таким признакам, помимо традиционных геохимических, мы относим:

- присутствие высокотемпературных сильно минерализованных флюидов,
- регенерация раннего кварца,
- различие в распределении РЗЭ в жильных образованиях.

Выявленные изотопно-геохимические признаки оруденения каждого типа можно использовать в качестве критериев прогноза, поисков и оценки проявлений коренного золота в АРР.

Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).

СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТО-УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ КУОЛАЯРВИНСКОГО ПРОГИБА (КАРЕЛИЯ)

В региональном плане Куоляярвинский прогиб является составной частью Лапландского раннепротерозойского зеленокаменного пояса, разделяющего Карельскую гранит-зеленокаменную область и Беломорский подвижный пояс. Металлогения прогиба определяется объектами разных рудных формаций. Куоляярвинский прогиб вмещает малое месторождение золота Майское, а также целый ряд рудопроявлений золота, связанных с кварцевыми, сульфидно-кварцевыми жилами. В пределах Куоляярвинского прогиба известно также большое число урановых объектов (рудопроявления Лагерное, Озерное и др.); практически со всеми рудопроявлениями урана в сопредельной структуре Куусамо Финляндии связаны рудные концентрации золота. Структурный контроль рудных объектов выражается в пространственной приуроченности рудопроявлений к субмеридиональным разломам Нилуттиярвинской зоны, в узлах пересечения с оперяющими их разрывными нарушениями северо-восточного простирания, определяющих проявление альбититов и альбит-карбонатных метасоматитов. Альбититы представляют собой мелкозернистые породы, в состав которых помимо альбита входят биотит, кальцит, хлорит. В экзоконтактах тел альбититов выявлены зоны хлоритолитов мощностью 0,5–1 м, в состав которых входят хлорит флогопит, кальцит и биотит. В телах альбититов повсеместно отмечаются кальцитовые прожилки выполнения, в эндоконтактах которых фиксируются маломощные метасоматические оторочки, состоящие из розеточного хлорита, биотита и вторичного карбоната (анкерита). Прожилки распределяются в телах альбититов неравномерно, тяготея к осевым частям этих тел, где породы приобретают брекчиевидный облик. Представляется правомерным рассматривать хлоритолиты в качестве базификатов, сопряженных со щелочными метасоматитами натровой линии. Как во вмещающих жилах альбититов, так и самих жилах отмечаются анкеритовые микропрожилки, отражающие проявление вторичных низкотемпературных изменений. Содержания урана в борздовых пробах из альбит-карбонатных метасоматитов достигают 2620 г/т на 0,8 м и 1050 г/т на 0,5 м, молибдена – 1930 г/т, висмута – 14, 5 г/т; содержания золота в штучных пробах из альбититов достигают 5,5 г/т, в борздовых пробах – 0,5 г/т на 0,5 м. Содержания золота в штучных пробах из сульфидно-кварцевых жил, локализованных в единых с альбититами рудных зонах, достигает 20 г/т, в борздовых пробах – 0,7 г/т на 1 м.

Урановая минерализация представлена преимущественно уранинитом и браннеритом, которые размещаются в кальцитовом цементе альбит-карбонатных брекчий; отмечается присутствие молибденита, пирита, халькопирита, галенита. Зерна уранинита разбиты густой системой тонких разноориентированных трещин. По трещинам в уранините развиваются прожилки, состоящие из сростков самородного золота, размером до 0,03 мм с алтаитом. Самородное золото установлено также в карбонатной (анкеритовой) жиле, в ассоциации с уранинитом, алтаитом и молибденитом. По нашим наблюдениям урановая минерализация в альбит-карбонатных метасоматитах ассоциирована с кальцитовыми прожилками выполнения,

золотая связана, предположительно, с проявлением наложенных анкеритовых изменений. Развитие альбититов относится к регрессивной стадии свекофеннского метаморфизма – 1,9–1,6 млрд. лет (Полеховский, 1984). Перспективы выявления золотого оруденения связаны также с жилами сульфидно-кварцевого состава, аналогичными по составу и условиям формирования с кварцевыми жилами месторождения Майское. Наличие сходства структурно-вещественных особенностей локализации золото-уранового оруденения Куолаяр-винского прогиба с таковыми для золото-урановых месторождений группы Ромпас (Финляндия) свидетельствует о потенциальной возможности выявления в Куолаярвинском прогибе новых золоторудных объектов. При этом, золоторудные концентрации могут быть связаны как с ураноносными альбит-карбонатными метасоматитами, так и с кварц-сульфидными жилами, входящими в состав единых с альбит-карбонатными метасоматитами рудоносных зон.

Выдрич Д.Е., Сучков А.В. (ФГБУ «ВИМС»).

ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ МЕДНО-МОЛИБДЕН-ПОРФИРОВОЙ ФОРМАЦИИ С ЗОЛОТОМ В ПРЕДЕЛАХ ДЖЕТСКОГО РУДНОГО УЗЛА

Джетский рудный узел находится в зоне влияния крупных батолитов щелочных гранитоидов буюдзульского комплекса и гранитоидов беллыкского комплекса. Узел приурочен к группе сближенных штоков и дайковых тел буюдзульского и беллыкского интрузивных комплексов в полях развития сланцев лысанской и манской свит позднерифейского возраста и роговиков. В рудном узле выделены молибденовые рудопроявления, приуроченные к группе сближенных штоков и дайкообразных тел гранитоидных пород буюдзульского интрузивного комплекса в поле развития пород лысанской свиты.

Геолого-поисковая модель медно-молибден-порфировой формации с золотом в пределах Джетского рудного узла характеризуется следующими элементами-признаками.

Структурно-тектонические элементы модели на площади представлены рудоконтролирующими и рудовмещающими структурами. Площадь Джетского рудного узла представляет собой область сопряжения мощной зоны Восточно-Саянского глубинного разлома северо-западного простирания и серии оперяющих ее разломов северо-восточного направления. Рудовмещающими структурами являются оперяющие северо-восточные зоны разломов, по которым происходило внедрение молибденонесущих интрузивов, по ним же развит линейный, линзообразный штокверк с молибденовой минерализацией. Золотая минерализация связана с системой сближенных параллельных тектонически ослабленных зон, сопряженных с разрывами взбросо-сбросового характера.

Рудовмещающими образованиями являются сланцы лысанской свиты верхнего рифея, тела кварц-полевошпатовых метасоматитов и штокверков среди массивов гранитоидов, роговиков и сланцев.

Метаморфические элементы модели представлены контактовым метаморфизмом пород лысанской свиты с образованием кварц-биотитовых роговиков реже кристаллических сланцев средней степени метаморфизма в экзоконтактовом ореоле небольших штоков гранитоидов, а также мезозональными динамометаморфическими изменениями зеленосланцевой фации.

Метасоматические элементы модели выражены в ареалах распространения локальных гидротермальных и метасоматических изменений различного состава: калишпатизации, метасоматическим и прожилково-жильным окварцеванием, серицитизацией, альбитизацией, грейзенизацией, карбонатизацией, эпидотизацией, березитизацией и лиственизацией.

Минералого-геохимические элементы модели выражены в вещественном составе руд. Нерудные минералы представлены кварцем, серицитом, карбонатами, углистым веществом, хлоритом, эпидотом, лейкоксеном. Рудные минералы – молибденитом, золотом, пиритом, пирротинитом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, шеелитом, блеклой рудой, гетитом, гематитом.

К геохимическим элементам модели относятся характеристики площади в целом и

комплексного аномально-геохимического поля. Характеристика включает рудно-формационные ряды элементов-индикаторов оруденения и геохимические показатели интенсивности его проявления и уровня среза.

На основании полученных данных об геологических особенностях рудного поля с учетом рудоконтролирующих факторов и критериев прогнозирования медно-молибден-порфировой формации с золотом, а также выявленных рудных ассоциаций химических элементов была составлена геолого-поисковая модель.

Гладков А.С., Потехина И.А., Серебряков Е.В., Перевозников Д.Д., Афонькин А.М.
(ИЗК СО РАН).

СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Практически все существующие ныне модельные представления о строении, формировании и распределении коренных месторождений алмазов в геологической среде, основаны на результатах изучения вещественного состава кимберлитовых тел, а также глубинных включений в них. Структурные закономерности устройства месторождений, в силу различных причин, изучены гораздо слабее. Подобный дисбаланс: хорошо изученное вещество и явный недостаток структурных данных характерен для большинства известных схем месторождений и кимберлитовых полей не только России но и мира. Анализ сложившейся ситуации показывает, что отсутствие полноценной структурной составляющей для моделей, характеризующих строение и формирование коренных месторождений алмазов, является фактором сдерживающим развитие и совершенствование поисковых методов.

Для решения данной проблемы, специалистами ИЗК СО РАН в течение 15 лет проводятся детальные геолого-структурные и тектонофизические исследования на разрабатываемых компанией «АЛРОСА» ОАО коренных месторождений алмазов с целью создания объемных схем их структурно-вещественного строения. Наличие таких схем позволяет, во-первых, соответствовать мировому уровню знаний (а по структурной части даже превзойти его), и, во-вторых, служит основой для разработки образов объектов поисков (структурных элементов вмещающих алмазоносные кимберлитовые тела) применительно к условиям «закрытых» территорий и внедрения их в практику геологоразведочных экспедиций АК АЛРОСА ПАО.

К настоящему времени созданы детальные трехмерные схемы разломно-блокового строения для участков локализации алмазоносных кимберлитовых трубок: Мир, Нюрбинская, Ботуобинская, Айхал, Юбилейная, Комсомольская и Удачная. Установлено, что кимберлитовые тела приурочены к сложно построенным узлам пересечения разломов регионального и локального рангов. Рассмотрены особенности строения разломных узлов, вмещающих алмазоносные трубки различных форм и размеров, а также восстановлены поля тектонических напряжений, обусловившие формирование и активизацию разломов на различных этапах развития (включая временные отрезки на которые приходилось внедрение кимберлитовых тел).

Полученные результаты проверены с помощью экспериментальных работ методом оптического моделирования. Эксперименты показали, что основные черты структурного строения того или иного месторождения являются результатом кооперативного поведения и взаимодействия разрывных нарушений различных направлений. При этом удаление из моделируемой совокупности любого разрывного элемента приводит к существенному перераспределению локальных напряжений внутри дизъюнктивной сети и, соответственно, значительному изменению раскрывающихся сегментов нарушений и их амплитуд.

Созданные схемы месторождений позволяют сформулировать структурные признаки, определяющие характеристики объектов поисковых работ – разломных узлов определенного строения, которые являются перспективными для обнаружения кимберлитовых трубок.

Работа выполнена при финансовой поддержке АК «АЛРОСА» ПАО.

Голубев С.Ю., Голубева Ю.Ю., Колесникова Т.И. (ФГУП ЦНИГРИ).
**ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ СНОСА МИНЕРАЛОВ-
ИНДИКАТОРОВ КИМБЕРЛИТОВ (МИК) В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЛЕДНИКОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Анализ материалов, полученных при интерпретации карты четвертичных отложений и геолого-геоморфологических маршрутов со шлиховым отбором проб, проведенных в 2016 году по рекам Пулонга, Лиходеевка, Бабья и их притокам, показал, что основной перенос МИК осуществлялся в основной морене и в потоках катастрофического спуска временных ледниковых озер. На исследуемой территории, преобладающими направлениями сноса материала является субмеридиональное – с севера на юг по долинам спуска ледниковых озер к линии морского побережья, и юго-западное-северо-восточное в основной морене, установленное по присутствию гальки терских песчаников, выходы которых известны к юго-западу от площади. Большая часть территории площади покрыта осадками временных ледниковых озер, которые являлись источником катастрофических потоков при их разгрузке. В связи с этим, основная часть ореолов рассеяния может быть смещена на десятки километров от положения потенциальных источников и может быть связана с источниками, расположенными в пределах палеоозер. В основной морене ореолы МИК образуются не более 10 км от первоисточника, что широко используется при профильной минералогической заверке магнитных аномалий трубочного типа.

По результатам минералогического анализа шлихов, основными минеральными ассоциациями на площади являются амфибол-гранатовые и гранат-амфиболовые, унаследованные от подстилающих четвертичные отложения метаморфических пород – гнейсов и амфиболитов. В нижнем течении рек отмечено широкое разнообразие минерального и петрографического состава шлихов, что свидетельствует о довольно протяженных дистанциях сноса материала во время катастрофических спусков временных ледниковых озер и отложении его вдоль линии морского побережья. Минеральный состав шлихов моренных отложений практически не содержит экзотического материала и отражает состав подстилающих коренных пород, что позволяет предполагать местные источники МИК в составе шлихов.

Единичные находки МИК (преимущественно пиропов, реже пикроильменитов, хромшпинелидов и хромдиопсидов кимберлитового типа, а также кристаллов алмаза) установлены в основной морене и во флювиогляциальных отложениях, современном русловом аллювии рек. По площади зерна МИК распределены неравномерно, иногда образуя более компактные слабоконтрастные гетерогенные ореолы рассеяния с признаками ближнего и дальнего переноса. Подобные ореолы отмечаются в бассейнах рек М. Кумжевая, Пулонга, Лиходеевка, Бабья. Выделены зерна пиропов с первично-магматическим типом поверхности, гребенчато-волнистым рельефом, 1–2 класса окатанности, зерна с фрагментами гипергенной поверхности дислокационного типа, слабым механическим износом (до 2–3 класса окатанности), 2 морфогенетической группы (пиропы, пироп-альмандин, пикроильмениты, хромдиопсид), что характерно для зерен из ореолов относительно ближнего сноса. Находки пиропов и пикроильменитов дают возможность предполагать наличие на территории кимберлитовых тел железо-титановой минералогической ассоциации, аналогичных Кепинским кимберлитам и алмазоносной трубке им. В.Гриба на Зимнем Берегу Архангельской области.

Прослеживание долин стока позволяет наметить участки возможной мобилизации минералов-индикаторов и исходя из этого, положение перспективных аномалий под буровую заверку. Следует отметить, что все ЛМА, рекомендованные для заверки бурением расположены в пределах прогнозируемых по комплексу геолого-геофизических предпосылок локальных участков ранга куста тел.

**Голубева Ю.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ), Каргин А.В. (ИГЕМ РАН).
ПРЕДПОСЫЛКИ ВЫЯВЛЕНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ
АНАБАРСКОГО РАЙОНА ЯКУТИИ**

Анабарский алмазоносный район расположен на восточном склоне Анабарского поднятия и вмещает основные промышленные россыпные месторождения алмазов России. Семь мезозойских полей кимберлитового и родственного магматизма данного района имеют пространственную, а не генетическую связь с россыпями, т.к. содержат спектр алмазов, характерный для убого алмазоносных тел севера Якутии. С целью определения потенциальной алмазоносности щелочно-ультраосновных пород данного района, а также их классификации, основанной на применении комплексного подхода, разработанного в лаборатории Петрографии им. академика А.Н. Заварицкого (ИГЕМ РАН), была изучена коллекция кимберлитов и родственных пород из 31 объекта Куранахского, Лучаканского, Ары-Мастахского и Старореченского полей. На основании изучения петрографо-минералогических и геохимических характеристик пород были сделаны следующие выводы:

Изученные породы сильно варьируют по составу и содержанию силикатных (оливин, флогопит, монтичеллит, клинопироксен, нефелин и др.) и карбонатных фаз. Проведенная классификация, учитывающая модальный минеральный состав и химические особенности породообразующих и акцессорных минералов, а также с учетом рекомендаций петрографического описания кимберлитов и родственных пород (Scott Smith et al., 2013), позволила идентифицировать изученные породы как оранжеиты и щелочно-ультрамафические лампрофиры – айликиты и дамтьерниты. К айликитам были отнесены породы трубок, в том числе содержащих алмазы: Вечерняя, Небайбыт, Мукунская, Чолбон, Харахта Ары-Мастахского поля, Виктория, Майская, Предмайская, Гамма Старореченского поля. К оранжеитам отнесены породы трубок Арктика и Орион Ары-Мастахского поля; к дамтьернитам – Виктория, Дельта, Улыбка Старореченского поля. Подавляющее большинство данных пород ранее классифицировались как альнеиты или кимберлиты.

Для определения потенциальной алмазоносности Анабарских щелочно-ультраосновных пород были использованы выявленные нами ранее концентрации индикаторных элементов для алмазоносных кимберлитов: HREE (1–2,2 ppm), Ga (4–7 ppm), Ni (>800 ppm). Данные значения были получены при изучении валового состава палеозойских кимберлитов промышленно-, убого- и неалмазоносных полей Якутии и Архангельской области. Среди объектов Анабарского района, содержащих алмазы, преобладают кимберлитовые и айликитовые трубки. Наиболее близкими к алмазоносным кимберлитам характеристиками обладают кимберлиты Лучаканского и Куранахского полей (HREE 1,7–3,3 ppm; Ga 4,8–12,2 ppm; Ni 720–1272 ppm); менее близки к алмазоносным составы айликитов Ары-Мастахского и Старореченского полей (HREE 1,5–3,2 ppm; Ga 9,5–10,3 ppm; Ni 324–1116 ppm); характеристиками неалмазоносных кимберлитов обладают дамтьерниты Старореченского поля (HREE 2,8–6,1 ppm; Ni 396–542 ppm).

Интерпретация геохимических, изотопно-геохимических особенностей состава щелочно-ультраосновных пород Анабарского алмазоносного района показала, что источником выплавления этих расплавов, вероятнее всего, была карбонатизированная литосферная мантия, гетерогенная по содержанию калиево-водных метасоматических жильных парагенезисов с клинопироксеном, которые, в основном, были приурочены к области, находящейся под границей Далдынского и Хапчанского террейнов.

В заключение можно отметить, что крупные кимберлитовые районы или поля, в которых широко развиты ультрамафические лампрофиры и/или щелочные пикриты, как правило, являются промышленно неалмазоносными, несмотря на находки алмазов в этих породах (Лопин, 2001 и другие). Данные, полученные при изучении кимберлитов и родственных пород Анабарского района, еще раз подтвердили отсутствие генетической связи мезозойской эпохи магматизма и россыпей алмазов. По мнению В.П. Афанасьева (2009), источниками россыпей являются докембрийские кимберлиты Анабарского щита.

**Гонгальский Б.И., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН), Криволицкая Н.А. (ГЕОХИ РАН),
Павлович Г.Д., Петров А.В. (МГРИ-РГГРУ), Кринов Д.И. (АО ВНИИХТ),
Тимашков А.Н. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).**

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ ОТКРЫТИЙ В УДОКАН-ЧИНЕЙСКОГО РУДНОМ РАЙОНЕ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Северное Забайкалье представляет собой уникальную металлогеническую провинцию (Удокан-Чинейский рудный район-УЧРР), с суперкрупными Fe-Ag-Cu месторождениями в осадочных породах (Удокан, Ункур), U-Zr-Ta-Nb (Катугин), Fe-Ti-V (Магнитное, Этырко) Чинейского массива. Месторождения группируются в рудные узлы (РУ): Намингинский, Ункурский, Икабья-Читкандинский, Бурпалинский. В каждом РУ присутствуют магматические породы основного состава – расслоенные массивы (Чинейский, Майлавский, Луктурский), пологие тела (Бурпала) или дайки (Красное). К Намингинскому РУ относятся, Удоканское, Сакинской, Клюквенное, Правоингамакитское и месторождения Чинейского массива. В Ункурском РУ присутствуют одноименное месторождение и рудопроявления Луктурского массива.

3D моделирование УЧРР с использованием гравитационных и магнитных полей показывает присутствие вертикальных колонн высокоплотных тел, прослеживающихся до глубины 18–20 км. Они представляют собой центры, вокруг которых размещены месторождения в осадочных породах удоканского комплекса. Наблюдается ряд месторождений от магматических PGE-Au-Ag-Ni-Co-Cu месторождений расслоенных массивов к Fe-Ag-Cu месторождениям в осадочных породах (медистых песчаниках). Благодаря значительным вертикальным перемещениям блоков земной коры разноформационные месторождения оказались на одном доступном для изучения уровне (Удокан и месторождения Чинейского массива). По результатам моделирования с помощью программ КОСКАД-3 устанавливается смещение высокоплотного тела с Чинейским массивом в верхней части под Удоканское месторождение на глубине более 5 км, что предполагали геофизики еще в конце 60-х лет прошлого столетия.

Полученные в последние годы возрастные характеристики по магматическим породам УЧРР допускают значительный промежуток времени их образования. Разноранговая ритмичность пород свидетельствует о высокой сейсмичности периода кристаллизации. Многократные внедрения магм, их фракционирование в промежуточных магматических камерах – расслоенных массивах сопровождалось резкой сменой условий кристаллизации из остаточных расплавов-растворов - гидротермальных систем. В ранее закристаллизованных высокотитанистых габброидах Чинейского массива формировались штокверковые зоны сульфидных прожилков. В экзоконтакте устанавливаются брекчиевые руды сходные с офсетными дайками месторождения Садбери (Канада). Брекчиевые текстуры широко проявлены и среди халькозин-борнитовых руд Удоканского месторождения, подтверждая участие гидротермальных процессов в их формировании.

Малоизученной является роль редкоземельной и урановой минерализации УЧРР. В секущих халькозин-борнит-кварцевых прожилках Удокана установлено повышение концентраций свинца и урана, урановые минералы присутствуют и в рудах месторождений Ункур и Красное. Урановая минерализация в альбитизированных медистых и магнетитовых песчаниках достаточно широко распространена в пределах Икабья-Читкандинского рудного узла, где в начале 50-х годов было изучено Читкандинское месторождение и многочисленные проявления урана и редких земель. Уран-редкоземельная минерализация по пропилитизированным титаномagnetитовым рудам установлена и в строении Чинейского массива, где геологами ВСЕГЕИ оценены ресурсы урана около 50 тыс. тонн.

Палеопротерозойские месторождения и рудопроявления УЧРР соответствуют семейству железо-оксидно-золото (серебро)-медных руд с ураном и редкими землями. Уникальным рудный район требует пристального внимания геологов, потенциал его еще далеко не исчерпан.

**Горев Н.И., Проценко Е.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО).
ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ
(НА ПРИМЕРЕ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ)**

Общеизвестно, что поиски погребенных месторождений на порядки дороже и в разы продолжительней, чем выходящих на дневную поверхность. Повышение эффективности алмазопроисловых работ на площадях закрытого типа, на которые в настоящее время практически полностью смещены ГРП, выполняемые АК «АЛРОСА», требует совершенствования прогнозно-поисковой базы, включающей и тектонические критерии. Прогнозирование на современном уровне знаний, в особенности на закрытых площадях, следует базировать не на отдельных признаках и критериях, а на их совокупности (комплексе). Исходя из этого, тектонические критерии, как, впрочем, и другие, целесообразно объединять в прогнозно-поисковые модели различного масштаба. К крупномасштабным кимберлитовым объектам (таксонам), согласно общепринятому иерархическому ряду, относятся: 1 – куст кимберлитовых тел, 2 – отдельное кимберлитовое тело.

Целью крупномасштабного структурно-тектонического моделирования является установление особенностей локализации отдельных кимберлитовых тел и их кустов для выявления схожих объектов, но не по отдельным критериям или параметрам, а по их совокупности (по образу). На первом этапе моделирования выполнен анализ строения рудных кустов* в продуктивных кимберлитовых полях западной Якутии – в Мирнинском, Накынском и Алаakit-Мархинском, с целью установления их структурных особенностей и закономерностей размещения в них кимберлитовых тел. Основные результаты исследований сводятся к следующему.

1. В известных кимберлитовых полях западной Якутии кусты кимберлитовых тел отличаются характером размещения кимберлитов, а в пределах одного поля, алмазоносного района – наблюдаются определенные черты сходства. В Мирнинском поле цепочки кимберлитовых тел вытянуты по азимуту $\sim 15^\circ$ вдоль рудоконтролирующих разломов, а кимберлиты локализованы в виде отдельных или спаренных тел во вмещающих нарушениях северо-западного простирания ($\sim 325\text{--}345^\circ$), длиной в первые километры. В Накынском поле все кимберлитовые тела прослеживаются протяженной (12 км) цепочкой, приуроченной к разломам Диагональный и Диагональный-1 с азимутом простирания 20° на севере и 35° на юге. Рудоконтролирующие нарушения ориентированы к ним под углом порядка 30° . В Алаakit-Мархинском поле кимберлитоконтролирующие и кимберлитовмещающие разломы близки по простиранию ($\sim 60^\circ$), а последние вместе с кимберлитовыми телами располагаются в пределах первых, хотя в редких случаях выходят за их границы. То есть, для каждого рудного поля, алмазоносного района при прогнозировании и поисках следует применять собственные тектонические модели кустов.

2. Отдельные кимберлитовые тела локализируются во вмещающих разломах в виде протяженных цепочек (до 10 км и более) если рудовмещающее и рудоконтролирующее нарушения образуют между собой угол до 40° (Накынское, Алаakit-Мархинское поля). При угле встречи рудоносных разломов более 40° (Мирнинское поле), протяженность рудовмещающих разломов первые километры, и они включают одно, реже два сближенных кимберлитовых тела. Данная закономерность может использоваться при прогнозировании погребенных кимберлитовых тел. Признак линейного размещения кимберлитовых тел в протяженных рудовмещающих разломах с успехом применяется при поисках в Накынском и Алаakit-Мархинском полях.

*Рудный куст - это несколько сближенных кимберлитовых тел – от 2 до 5-7 и более, занимающих площадь от первых десятков до нескольких км², с близким вещественным составом. По характеру размещения кимберлитовых тел рудные кусты делятся на: 1-изометричные – рудные тела располагаются не закономерно; 2-линейные группы («цепочки») – рудные тела размещаются по прямой линии (по дуге); 3 – смешанного типа. Считается, что цепочка кимберлитовых тел приурочена к разлому, а группа – к узлу пересечения разломов.

*Долгушин С.С. (АО СНИИГГиМС), Черкасов Г.Н. (АО СНИИГГиМС),
Долгушин А.П. (СФ Березовгеология ФГУП «Урангео»).*
**ЭНДОГЕННАЯ МОДЕЛЬ УРАН-ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ВИТВАТЕРСРАНДА (ЮАР)**

Комплексные уран-платина-золоторудные месторождения Южно-Африканской республики провинции Витватерсранд представляют собой в основном послойные (есть и секущие) силлообразные линзы мощностью от 0,1 до 1,0–1,5 м, в среднем по 0,5–0,6 м протяжённостью в десятки или первые сотни метров (максимально до 1360 м), сложенные обломочными породами конгломератовидного облика существенно кварцевой (SiO_2 до 98 %) состава, традиционно относимые к «формации золотоносных конгломератов». Обломочная часть сложена кварцем, цемент – также кварцевый. Рудная минерализация только в цементе.

Многочисленные гипотезы их генезиса, в первом приближении можно свести к 4 группам. 1 – традиционно господствующая осадочная, конгломератовая, когда месторождения считаются древними россыпями; 2 – гидротермальная с наложенным на конгломераты более поздним оруденением; 3 – комбинированная полихронно-полигенно осадочно-гидротермальная и 4 – предложенная нами магматогенная, когда месторождения считаются образованными из изначально золотоносностью кремнезёмного расплава (кремнезёмной магмы), как продукта ликвационной дифференциации исходного магматического расплава.

Теоретической основой магматогенной гипотезы генезиса месторождений Витватерсранда являются экспериментальные данные о появлении в результате ликвационной дифференциации магматического очага двух фаз: первой – флюидной силикатной магмы и второй – флюидного гидротермального раствора, из которых первая выступает в роли их эффективного концентратора, образуя месторождения в то время как вторая, флюидная (водная) фаза значительно беднее рудными металлами и осуществляет лишь метасоматическое изменение вмещающих пород и рудную вкрапленность (Маракушев и др., 2008).

Признание определяющей роли в формировании рассматриваемых месторождений изначально рудоносной флюидной кремнезёмной магмы решает основные проблемы в установлении их генезиса, заключающиеся в следующем. Первое – почему рудные тела имеют конгломератовидный облик, в связи с чем их определяют как конгломераты? Потому, что они являются не конгломератами, а псевдоконгломератами как продукты ликвационного расщепления кремнезёмного расплава с образованием глобулярных текстур, осложнённых сопутствующими взрывными процессами. Второе – почему псевдоконгломераты имеют кварцевый состав как обломочной части, так и цемента? Потому что образовались из кремнезёмного расплава. Третье – почему золотоносными являются только кварцевые псевдоконгломераты, в то время как присутствующие рядом полимиктовые конгломераты и другие породы никогда не оруденевают? Потому что они образовались из изначально рудоносного кремнезёмного расплава.

Жиллообразно-силловая форма залегания рудных тел, их кварцевый состав, глобулярные и обломочные текстуры взрывных брекчий, определяющих их как псевдоконгломераты, высокие температуры гомогенизации жидких включений в цементе, спектр рудной минерализации, свойственной рудным месторождениям и многие другие особенности состава и строения месторождений позволяют относить их не к экзогенной «формации золотоносных конгломератов», а вслед за А.А. Маракушевым (2012, с. 15) к экзогенной кварцевожильной золото-сульфидной формации, как производной кремнезёмного расплава.

Захаров И.О., Котельников Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ).
**СТРОЕНИЕ УСПЕНСКО-ЧАНЧИКОВСКОЙ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ЗОНЫ
СКЛАДЧАТО-РАЗРЫВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ШИЛКИНСКОГО
УЧАСТКА (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ, БОДАЙБИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)**

В 2015 году, в рамках госконтракта 111-36 (120-36) от 6 июня 2013 г., ФГУП ЦНИГРИ завершил поисковые работы в южной части Бодайбинского рудного района, в процессе ко-

торых были получены новые данные, свидетельствующие о перспективе выявления новых промышленных золоторудных объектов, в частности на Шилкинском участке.

Участок Шилкинский расположен в пределах Успенско-Чанчиковской субширотной рудоконтролирующей зоны складчато-разрывных деформаций (ЗСРД) третьего порядка, прослеженной в процессе проведенных работ. Зона ранее намечена предшественниками как зона бурошпатизации (Вохминцев и др. 1961) и рудная зона (Александров А.Л. и др. 1974).

ЗСРД имеет ширину около 3 км и протяженность более 60 км. В пределах зоны проявлена более интенсивная складчатость 4-го и более высоких порядков с амплитудой 150–200 м, осложненная многочисленными продольными вязкими разломами. Осевые поверхности складок субпараллельны ЗСРД. В строении складок участвуют породы догалдынской и илигирской свит вендского возраста, представленные метапесчаниками, метаалевролитами с редкими углеродистыми алевролитовыми сланцами и известняками.

Догалдынская свита (мощность 400–800 м) является рудовмещающей для месторождения Большой Чанчик, находящегося в пределах изучаемого участка, месторождения Кавказ, расположенного западнее в этой же ЗСРД, а также месторождения Копыловское, локализованного в соседней Александро-Копыловской ЗСРД севернее участка. Вышеперечисленные месторождения отнесены к золото-кварцевому типу в черносланцевых толщах.

Кроме интенсивной складчатости и разрывных деформаций зона трассируется аномалиями Au и As по вторичным ореолам рассеяния, проявлениями вкрапленного пирита (нескольких генераций), Fe-Mg карбонатизацией (бурошпатизацией), развитием кварцевых жил и прожилков, серицитизацией (мусковитизацией). Интенсивное проявление рудоносных процессов в ЗСРД подтверждается геофизическими данными – отмечаются участки повышенных значений поля силы тяжести, которые отражают проявление интенсивной бурошпатизации (до 20%), «зоны распада» магнитного поля (участки размагничивания пирротина), отражающие, по имеющимся наблюдениям, проявление процессов диафтореза, и аномалии калия, обусловленные серицитизацией (мусковитизацией).

Для оценки рудоносности ЗСРД, заверки ранее установленных предшественниками геохимических аномалий Au и As (Кулаков и др. 1983) в пределах Шилкинского участка проведены геолого-поисковые маршруты, пройдены шурфы и бульдозерные расчистки до 1 м со шлиховым, точечным, литохимическим по первичным ореолам (ПО) и вторичным ореолам рассеяния (ВОР) опробованием. В процессе этих работ выделены минерализованные зоны, характеризующиеся наиболее интенсивным проявлением складчатости и рассланцевания, бурошпатизации (до 45%), сульфидизации (до 5%), жильно-прожилкового окварцевания, серицитизации (мусковитизации) с содержаниями Au > 0,01 г/т и As > $5 \times 10^{-3}\%$. Эпицентры ореолов, выявленных в минерализованных зонах, вскрыты канавами и скважинами колонкового бурения.

По данным кернового и бороздового опробования выявлены и прослежены на глубину субпараллельные золотоносные минерализованные зоны Южная, Центральная, Северо-Восточная и Северная с содержаниями Au > 0,01 г/т и As > $5 \times 10^{-3}\%$. Эти зоны локализованы в субширотной полосе 500–1500 м, с падением на северо-восток под углом 60–80°. В пределах наиболее перспективной Центральной минерализованной зоны выделено пять рудных зон с содержаниями Au > 0,5 г/т и As > $10 \times 10^{-3}\%$, шириной 30–100 м, длиной до 700 м. При изучении рудных зон, в ряде канавных и скважинных пересечений, выделены интервалы со значимыми концентрациями золота.

В результате участок Шилкинский рекомендован для проведения детальных поисковых работ, в процессе которых, как на уровне денудационного среза, так и по падению, прогнозируется выявление промышленного золотого оруденения.

Иванов Н.М., Агibalов О.А., Филиппов В.П. (ФГУП ЦНИГРИ)

Кацуба Л.А. (ОАО «Читагеологоразведка»).

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ЖИРЕКЕНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ – ТИПИЧНАЯ ЗОЛОТОРОССЫПНАЯ ОБСТАНОВКА ПРИШИЛКИНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Территория Пришилкинской металлогенической зоны является традиционным золотороссыпным районом Забайкалья, где россыпи отрабатывались уже с конца 19 века. В то же время, отдельные площади в её пределах по разным причинам были слабо охвачены геолого-поисковыми работами. Одна из таких площадей – Жирекенская, охватывающая часть Жирекенского золоторудного района. Несмотря на слабую в целом изученность площади на россыпи, полученные к настоящему времени данные по ГРР позволили авторам разработать прогнозно-поисковые модели с целью обоснования выделения в пределах Жирекенской площади перспективных участков.

В качестве объектов - аналогов привлечены золоторудные и золотороссыпные объекты Дарасунского и Могочинского районов Пришилкинской зоны. В пределах выделенных перспективных участков широко проявлен комплекс признаков, присущих золоторудным проявлениям золото-редкометального, золото-сульфидно-кварцевого и золото-полиметаллического типов, в целом характерных для золоторудных районов Пришилкинской зоны (в частности для Дарасунского и Могочинского).

Участки локализации коренных источников россыпей, зачастую скрытые рыхлыми отложениями, проявлены ореолами рассеяния Mo, W, Pb, Zn. В пределах отдельных отрезков долин водотоков геохимические ореолы халькофильных и редкометальных элементов тесно пространственно совпадают с шлиховыми ореолами и потоками шеелита и молибденита, часто в комплексе с самородным золотом, что является важным поисковым признаком. на россыпи золота в пределах Жирекенской площади.

Благоприятная геолого-структурная позиция площади обеспечила условия формирования россыпей в долинах низких и высоких порядков. В качестве эталонного объекта для долин высокого порядка выбрана россыпь Чёрный Урюм (Могочинский рудно-россыпной район), которая по своему геоморфологическому строению и геологической позиции близка к целому ряду долин высокого порядка Жирекенской площади, в которых по результатам проведённых поисковых работ установлены россыпи. Профили продольных уклонов долины-эталона и перспективных долин площади работ в целом также близки. Для россыпей долин низкого порядка типичны короткие, крутопадающие с неширокой поймой отрезки. Форма долин определяется процессами попятной донной эрозии, что приводит к формированию неравносного продольного профиля. Россыпи образуются за счёт компактно расположенных в верховьях и бортах долин проявлений золотой минерализации.

В результате проведённых в период 2015–2016 годах поисковых работ ОАО «Читагеологоразведка» с учётом рекомендаций ЦНИГРИ выявлены россыпи с суммарными прогнозными ресурсами по категории P₂ более 4 т.

На основании разработанной прогнозно-поисковой модели с учётом результатов ГРР авторами выделен ряд перспективных участков на россыпи для постановки и проведения последующих поисковых работ.

Иващенко В.И., Ручьев А.М. (ФГБУН ИГ КарНЦ РАН).

Cu-Ni-БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ КААЛАМСКОГО МАГМАТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (КАРЕЛИЯ): ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ПОИСКОВЫЕ АСПЕКТЫ

Расположенный в Северном Приладожье свекофеннский раннеорогенный (~1,89 млрд лет) клинопироксенит-габбронорит-диоритовый Кааламский комплекс включает одноименный крупный (~80 км²) массив с небольшими (до первых км²) сателлитами-отторженцами и множество (~100) мелких мафитовых тел, распространенных преимущественно к западу и юго-

западу от него. По времени формирования, структурно-тектонической позиции и частично по формационной принадлежности данный комплекс соответствует никеленосным интрузиям пояса Коталахти в Финляндии (добыто 295 тыс. т Ni и 117 тыс. т Cu).

В Кааламском массиве и его сателлитах (Сурисуо, Кеккоселька, Араминлампи и др.) выявлены и изучены проявления благороднометалльного (БМ) рудогенеза сингенетического и эпигенетического типов (Иващенко и др., 1994, 1998, 2016 и др.).

Формирование сингенетического БМ оруденения начиналось на позднемагматической стадии (~800°C) и завершалось в гидротермально-метасоматическую при температуре <271 °C и $\log fS_2 = (-3,06) - (-5,34)$. Рудные тела представлены горизонтами (мощность до 10–11 м) вкрапленной пирротиновой минерализации с подчиненным количеством халькопирита, Сопентландита (Co <10%), пирита, висмутотеллуридов, арсенидов, золота, Pd-мелонита и минералов Pd и Pt, в приконтактных частях интрузий и в переходных зонах между дифференциатами (оливиновые пироксениты – пироксениты, пироксениты – габбро). Содержание БМ – ~1 г/т. В метапироксенитах сохраняются первичные диопсид, магнезиога-стингсит, хромшпинелиды. Последние сильно изменяются по составу от субферрихромпикотита к субалюмохроммагнетиту и хроммагнетиту с доминирующим типом изоморфизма по «fO₂ тренду» ($Fe^{2+} + Ti^{4+} - 2Cr^{3+}$), свидетельствующем о существенных метаморфо-метасоматических преобразованиях первичного хромита в коровых условиях при температуре 500–550°C.

Эпигенетическая рудная минерализация - халькопирит, Сопентландит (Со до 26%), Nипирит, бравоит, виоларит, арсениды, висмутотеллуриды, электрум, минералы Ag, Pd, Pt, контролировалась «наложенными» процессами полифазной сдвиговой деформации и метасоматоза при снижении температуры от 500 до 230°C и $\log fS_2 = (-4,81) - (-9,13)$. Содержание БМ – ~1–2 г/т. Золото варьирует по составу от высокопробного до электрума с содержанием Hg до 16 % ат. В сдвиговых зонах субмеридионального, СВ и СЗ простирания (мощность до 2 м) метапироксениты низкотемпературно изменены с образованием хлорита, пренита, карбоната, кварца. Эпигенетическая минерализация отмечается также в ксенолитах углеродистых сланцев и в экзоконтактах диоритов, прорывающих метапироксениты, в которых первичные пироксен, амфибол, хромшпинелиды, отсутствуют, а темноцветные минералы представлены роговой обманкой, актинолитом ($f = 0,1 - 0,45$), хлоритом ($f = 0,2 - 0,9$).

В обоих типах руд установлено более 40 БМ фаз с доминированием минералов Pd-Bi-Te системы, в составе одноименных минералов которой в сингенетическом типе оруденения преобладает теллур, а в эпигенетическом – висмут.

Главными поисковыми признаками БМ минерализации являются: обильные скопления сульфидов (халькопирит, пирротин) в метапироксенитах, контактовые зоны метапироксенитов с другими магматическими дифференциатами и углеродистыми сланцами, наличие зон сдвиговых дислокаций и низкотемпературных метасоматитов.

С учетом специфики тектонического и метасоматического факторов контроля локализации эпигенетической рудной минерализации, выявление этого типа БМ рудогенеза в породах Кааламского магматического комплекса, открывает новые поисковые перспективы на площади их распространения. Здесь, в зонах полифазных сдвиговых дислокаций и флюидного массопереноса, благороднометалльный рудогенез мог, вероятно, осуществляться не только в границах интрузивных тел, но и за их пределами, во вмещающих породах.

Инякин А.В., Заятдинов М.Р., Серавина Т.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САЛАИРСКОГО КРЯЖА.

Одной из основ для прогнозирования, поисков и геолого-минералогического картирования колчеданно-полиметаллических месторождений являются прогнозно-поисковые модели. Эти модели отражают элементы геологического строения, а также геофизические и геохимические характеристики конкретного месторождения. В результате работ по созданию моделей месторождений золота, меди, свинца и цинка, еще в начале девяностых годов про-

шлого века, сотрудниками ЦНИГРИ, были представлены модели некоторых колчеданно-полиметаллических месторождений на бумажных носителях. Продолжая эти работы, с применением современных методов и технологий цифровой картографии, удалось разработать принципиально новый подход к созданию моделей, основанный на литолого-фациальном анализе рудного и околорудного пространства. Вышеуказанные прогнозно-поисковые модели были эффективно применены в регионах РФ с перспективой развития минерально-сырьевой базы полиметаллических руд: Рудный Алтай, Забайкалье и Енисейский край. В настоящее время такие работы продолжены в Салаирской минерагенической зоне.

Золото-серебро-полиметаллическое оруденение Салаира связано с двумя геологическими формациями натриевого ряда – нижней последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой и верхней – контрастной базальт-риолитовой. Отложения данных формаций соответствуют двум циклам вулканической активности в регионе. Рудовмещающие отложения и руды локализованы в вулканотектонических депрессиях, занимающих надкупольное, склоновое или надвулканическое положение. Различаются стратифицированные рудные тела, локализованные в промежуточных и удаленных фациях вулканизма и тела, приуроченные к экструзивным и субвулканическим телам жерловых фаций. Изучение условий накопления вулканогенно-осадочных отложений нижнего кембрия, их литолого-фациального, петрохимического, палеоструктурного анализов, а также обстановок локализации колчеданных месторождений позволило авторам обосновать неоднородность вулканогенно-осадочного разреза и циклический характер проявления вулканической активности в нижнем кембрии и формирование вулcano-тектонических депрессий в два этапа, которым соответствуют два цикла проявления вулканической активности в районе.

В эталонном Салаирском рудном районе на первом этапе на позднекембрийском основании заложилась крупная вулcano-тектоническая депрессия, выполненная вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации. В составе формации преобладают кислые разности вулканитов, средние и основные наблюдаются в подчиненном количестве. Депрессия осложнена более мелкими вулканическими впадинами, определяющими положение рудных полей, вмещающих известные в настоящее время месторождения и рудопроявления. Характерно, что в их пределах роль средних и основных пород резко возрастает, что, по-видимому, определяет профиль оруденения (медно-колчеданный и медно-цинково-колчеданный).

На втором (позднем) этапе были образованы вулканические депрессии, выполненные вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями контрастной базальт-риолитовой формации, а также археоциатовые и водорослевые рифогенные постройки.

Анализ продуктивности двух уровней рудолокализации показывает, что основные промышленные запасы меди, свинца, цинка, серебра и золота связаны с верхней контрастной формацией, продуктивность которой на несколько порядков выше, чем нижней непрерывной, что наряду с другими геологическими факторами имеет значительную поисковую ценность. Авторами были составлены прогнозно-поисковые модели для Салаирского, Каменущинского и Новоурского месторождений (верхний уровень) и Ускандинского (нижний уровень). В результате прогнозно-металлогенических построений с применением вышеописанных моделей намечены перспективы выявления новых полиметаллических объектов в Еловско-Которовском, Огнево-Романовском и Пуштулимском рудных районах.

Киселева Р.А., Быдтаева Н.Г. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»)
РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ ПАТОМСКОГО КВАРЦЕНОСНОГО РАЙОНА

В настоящее время актуальна задача выделения новых объектов в пределах кварценосных районов, реализация потенциала которых может расширить минерально-сырьевую базу кварцевого сырья. Основной недостаток при изучении кварценосных районов - отсутствие геологических карт, соответствующих современным представлениям о геологической струк-

туре и истории развития районов, что не позволяют выявить особенности геолого-структурных позиций районов и полей. Для выделения рудоконтролирующих структур был применен морфоструктурный анализ, позволяющий выделять геологические структуры на топографических картах за счет так называемого «эффекта просвечивания» (Волчанская, Сапожникова, 1987).

Патомский кварценосный район является одним из перспективных на выявление месторождений гранулированного кварца, основного геолого-промышленного типа для получения кварцевых концентратов для высоких технологий. Здесь выявлены многочисленные проявления гранулированного кварца, требующие оценки.

В тектоническом отношении Патомский район входит в состав Мамско-Бодайбинской складчатой зоны, которая занимает внутреннюю часть дугообразного Байкало-Патомского складчатого пояса. Вмещающие породы представлены карбонатно-терригенными отложениями пассивной континентальной окраины.

Проведенный морфоструктурный анализ на базе топографических карт масштаба 1:200 000 и 1:50 000 позволил выделить основные тектонические структуры района и кварценозные поля. Патомский кварценосный район ограничен с севера Верхне-Таймендринским региональным разломом, с юга Верхне-Патомской системой надвигов, образующих шовную зону сложного внутреннего строения. В её пределах выделена система купольно-кольцевых структур разного ранга, в том числе, три крупных кольцевых структуры 1 генерации, диаметром от 40 до 45 км. В их обрамлении сформировались синформы, выполненные деформированными известняками и гранат-биотитовыми сланцами со следами течения.

Ранее выявленные жилы и развалы, расположенные в центральной части района, объединены в Центральное поле. Детализация его внутренней структуры показала, что оно приурочено к узлу повышенной тектонической активности. Здесь выделены цепочки купольных структур 2 генерации диаметром от 6 до 11 км и локальные сдвиги-надвиги. Кварцевые жилы локализуются, преимущественно, в тектонических зонах надвигового типа с преобладающим наклоном сместителей в северных румбах, на контакте динамометаморфических сланцев и гнейсов. Меридиональным разломом поле разделено на два блока – западный и восточный. Восточный блок более эродирован. Уровень среза продуктивного оруденения находится в интервале высотных отметок 1450–1200 м. Предварительно оцененный размах оруденения составляет 40–60м.

Надвиги и купола 2 генерации связывают с надвиганием Баргузинского микроконтинента на пассивную окраину Сибирского континента (Корольков, 2008).

Проведенный анализ показал, что купольные структуры 1 генерации являются дорудными структурами. Кварцевые жилы приурочены к купольным структурам второй генерации, к ограничивающим их кольцевым и дуговым разломам, линейным сдвиги-надвигом, и вихревым надвигом малых куполов.

Геолого-структурная позиция площади локализации кварцевых жил и установленный размах оруденения позволили выделить Центральное поле в качестве перспективного и рекомендовать его для постановки оценочных работ.

Коковкин А.А. (ИТиГ ДВО РАН).

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД – ОСНОВА МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА

Любая геологическая структура с локализованным в ней оруденением является результатом эволюции соответствующей геологической системы – открытой, развивающейся в нелинейном режиме, со свойственной ему непредсказуемостью развития. В ходе своего развития она постоянно наращивает свою сложность и в современном своем состоянии представляет собой структуру с интерферированным, глубоко индивидуальным строением. Соответственно, и металлогения этой структуры является конформным ей, интерферированным образованием. Успех металлогенического прогноза, как известно, напрямую зависит от достоверности его

геологической основы. Эта основа должна соответствовать условиям исследуемой металлогенической эпохи, с обязательной поправкой на последующие трансформации. Исходная информация для нее обеспечивается государственными геологическими картами, дополняемыми данными геофизических съемок и дистанционного зондирования. Но все они характеризуют, прежде всего, *современное* состояние вмещающей среды. Для оценки ситуации на времена ее рудогенеза необходимо снять маскирующие эффекты более поздних, пострудных, этапов. И начать необходимо с оценки пострудных трансформаций *новейшего (эоцен-голоценового)* времени. Эти трансформации, по определению, достаточно хорошо выражены в геологических признаках. Парадоксально, для всей континентальной геологии сложился острейший дефицит информации по новейшему этапу. Ликвидировать его можно лишь *на основе эволюционного междисциплинарного подхода*. Продуктивность такого подхода для оценки пострудных трансформаций можно продемонстрировать на примере *окраинно-континентальной структуры Востока Азии*, изучением которой автор занимается более 40 лет. Для нее была подготовлена система взаимоувязанных эволюционных моделей – от M1:15000000–2500000 до M1:200000–1:10000.

Здесь в эоцене-голоцене, в полярных режимах, формировались две синхронно развивающиеся, тесно взаимодействующие структуры – Амуро-Ханкайский рифтоген (АХР) и Сихотэ-Алинского ороген (САО). Контролирующая их развитие масштабная сдвиговая тектоника характеризуется горизонтальными перемещениями до десятков километров, при вертикальной амплитуде до 3–5 км. Этими структурами была трансформирована самая крупная на Дальнем Востоке России *Сихотэ-Алинская рудная провинция (САРП)* с ее полиэлементным оруденением каледонской, герцинской и новейшей металлогенических эпох. В контуре САО металлогения САРП отчетливо конформна его интерферирующей структуре. Она, по сути, была выведена на поверхность структурой этого ороген, ее сложноорганизованной новейшей взбросо-сдвиговой тектоникой и сопряженной с ней эрозией. В пределах АХР – картина иная, но не менее сложная. Его внутренняя структура с чехлом эоцен-голоценовых осадков мощностью до 2–3 км осложнена многочисленными инверсионными поднятиями, развивающимися синхронно с этим рифтогеном. Из них лишь часть выведена на поверхность и эродирована. Структура АХР представляет собой, по сути, не реализованный металлогенический ресурс САРП.

Более детально особенности новейших пострудных трансформаций были исследованы на примере одного из модельных полигонов – Синегорской рудно-магматической системы, соответствующей южной части САРП. Здесь каледонское редкометалльно-флюоритовое оруденение Вознесенского рудного района и герцинское оруденение Синегорского района трансформировано как структурой САО, так и впадинами Приханкайской группы АХР. В активизированных на новейшем этапе разломах – в осадочном чехле этих впадин и породах их фундамента здесь, плюс к тому, проявлен полиэлементный новейший рудогенез (U, Ge, TR, Pt и др.). Для этого фрагмента САРП была составлена комплексная модель M1:200000, с серией реконструкций от протерозоя до квартала и оценен характер и масштаб развитых здесь пострудных трансформаций. Результаты этого моделирования обеспечивают возможность существенным образом повысить достоверность металлогенического прогноза по Сихотэ-Алинской рудной провинции и по структуре СРМС в том числе.

**Коноплев А.Д. (ФГУП ЦНИГРИ), Петров А.В., Павлович Г.Д. (МГРИ – РГГРУ),
Коноплев В.А. (ФГБУ «ВИМС»).**

БЕЗАНАЛОГОВАЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РУДНЫХ РАЙОНОВ, УЗЛОВ И ПОЛЕЙ СО СКРЫТЫМИ ЭНДОГЕННЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ

Независимо от рудно-формационных и геолого-промышленных типов гидротермальных месторождений в рудных районах, узлах и полях, расположенных в геоблоках с различной историей геологического развития как на щитах платформ, так и в подвижных складчатых поясах, перечисленные металлогенические таксоны являются элементами однотипных рудогенерирующих эндогенных систем, которые выделяются и картируются в объеме недр при

пространственном моделировании по геолого-геофизическим данным.

Центрально-Алданский рудный район с крупными запасами U, Au, Mo, Ag, P, ΣTR_2O_3 , Стрельцовский Mo-U рудный узел, Ni-Co-Cu-U месторождения типа «несогласия» в рудном поясе Волластон во впадине Атабаска расположены в области влияния эндогенных рудогенерирующих систем, пространственно совмещенных с центрами магматической деятельности, неоднократно активизировавшихся с AR-PR₁ по Pz-Mz или функционировавших относительно короткий период в мезозое. Разноранговые рудные таксоны выделяются при объемном моделировании по исходному гравитационному полю и его локальной компоненте с учетом геологических данных по универсальным критериям, главным из которых является наличие эндогенной рудогенерирующей системы. Она картируется в объеме недр по относительным гравитационным минимумам, над которыми, в приповерхностной части разреза коры, концентрируются интрузивные массивы, межпластовые интрузии, разнообразные эффузивы и дайки.

В модельных рудных районах - в Центрально-Алданском и в рудном поясе Волластон на глубине от 75 км до 40–50 км, а в Стрельцовском рудном узле от 20–25 км до 10–15 км, в корово-мантийном слое или в нижней части разреза коры над ним, фиксируются крупные объемные относительные гравитационные минимумы, интерпретирующиеся как глубинные магматические очаги. Выше по разрезу, над ними, с глубины порядка 20–25 км до 3–5 км, расположены промежуточные магматические камеры, картирующиеся по тем же плотностным характеристикам. С глубины 0,5–3 км от магматических камер к поверхности прослеживаются узкие субвертикальные зоны относительных гравитационных минимумов, маркирующих «каналы» массапереноса флюидами рудного вещества. Глубинные магматические очаги (относительные гравитационные минимумы) пересекают субвертикальные или пологопадающие зоны разломов, выделяющиеся в объемной модели по градиентам гравитационного поля и около которых, на глубине 0,5–3 км, формировались оперяющие их тектонические нарушения более высоких порядков. Они осложняют геологическое строение структур разгрузки - кальдер, мульд, грабенов с резко гетерогенной по физико-механическим и фильтрационным свойствам литологической средой и дифференцированным, мелкоблоковым строением фундамента, а так же горстов и куполов.

Месторождения, независимо от их генезиса и вида полезного ископаемого, приурочены к полям концентрации локальных относительных гравитационных минимумов вблизи поверхности, маркирующих выходы каналов массапереноса, а в их пределах, главным образом, к участкам максимально интенсивных гидротермально-метасоматических преобразований пород над периферическими частями блоков с относительно высокой плотностью, залегающих на глубине 0,5–2 км. Во впадинах оруденение локализуется, преимущественно, над поднятиями фундамента и участками его амплитудных смещений, в резко гетерогенной литологической среде, а в фундаменте поднятых блоков – в пологих и крутопадающих тектонических зонах объемной и линейной трещиноватости, брекчирования, катаклаза, бластомилонитов, а также в «трубообразных» зонах брекчий.

Отмеченные универсальные критерии и признаки являются основой глубинного прогноза рудных районов, узлов и полей со скрытыми эндогенными месторождениями.

Котельников Е.Е., Конкин В.Д., Захаров И.О., Мансуров Р.Х. (ФГУП ЦНИГРИ).
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩАХ

Современное состояние разведанных запасов и прогнозных ресурсов золота на территории Сибири и Дальнего Востока в ближайшей перспективе не сможет обеспечить потребности действующих предприятий золотодобывающей промышленности. А учитывая слабую обнаженность территории и слабо проявленные, либо вовсе не проявленные поисковые признаки (первичные и вторичные ореолы, россыпи, отражение в геофизических полях и т.д.) золоторудных объектов, при поисковых работах на рудное золото необходимо использовать

поисковые элементы-признаки прогнозно-поисковых моделей. Наиболее перспективными на выявление крупных золоторудных объектов являются разномасштабные золотоносные провинции с комплексами терригенных черносланцевых пород в пределах Енисейского, Байкало-Патомского и Верхояно-Колымского регионов. В их пределах, выделяется несколько провинций и металлогенических зон, вмещающих золоторудные месторождения различных рудноформационных типов в черносланцевых комплексах пород, сформированных в различных геотектонических обстановках. В пределах рассматриваемой территории выявлены крупные и уникальные по запасам месторождений золота в терригенных и черносланцевых комплексах пород Енисейской, Байкало-Патомской, Верхояно-Колымской провинций (Олимпиадинское, Благодатное, Сухой Лог, Наталкинское и др.), часть из которых уже отрабатывается.

К черносланцевым терригенным толщам (черносланцевой формации) относятся структурно-вещественные комплексы, сложенные в различной степени метаморфизованными углеродистыми и углеродсодержащими терригенными, мергелисто-терригенно-карбонатными, сланцево-песчаниковыми и карбонатсодержащими песчано-сланцевыми толщами флишoidного строения на различных стратиграфических уровнях. Ведущую роль имеют месторождения золото-сульфидно-кварцевой формаций с двумя геолого-промышленными типами – жильного и минерализованных зон на различных литолого-стратиграфических уровнях разреза черносланцевой формации.

Размещение месторождений и рудопроявлений золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой рудных формаций в обстановках Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций (по обрамлению Сибирской платформы) контролируются зонами складчато-разрывных дислокаций (ЗСРД), сопряженными с разнопорядковыми синклинальными и антиклинальными структурами, осложненные складками более высоких порядков с до- и синрудным тектоническим рассланцеванием на участках повышенного рассланцевания. ЗСРД сопровождаются в различной степени проявленности - метасоматическими образованиями железо-магнезиально-карбонатного состава и более поздними гидротермально-метасоматическими березитоподобными образованиями (серицит $\pm$ мусковит $\pm$ пирит $\pm$ пирротин $\pm$ доломит $\pm$ анкерит $\pm$ кварц) и жильным и жильно-прожилковым окварцеванием. В геохимическом поле они сопровождаются ареалами линейно-ориентированных вторичных ореолов рассеяния мышьяка и золота с изоконцентрациями золота от 0,003 г/т до 0,1 г/т и выше. К факторам экзогенной золотоносности относятся многочисленные шлиховые потоки и месторождения россыпного золота (в том числе с наличием золотин с признаками ближнего сноса). В геофизических полях, в частности магнитном – его структура отражает закономерно изменяющуюся ориентировку в плане *ЗСРД третьего порядка*, контролирующих зоны железо-магнезиально-карбонатного метасоматоза («бурошпатизации»), сульфидизации и жильно-прожилкового окварцевания.

В качестве примера успешного проведения вышеописанных прогнозно-поисковых исследований приведены недавние (2013–2015 гг.) результаты работ ФГУП ЦНИГРИ на золотое оруденение в терригенно-черносланцевых толщах в пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций. При поисковых работах применялась «Методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах» (Иванов, 2014), включающая в себя: проведение геологических маршрутов, щлиховое и литохимическое (по вторичным и первичным ореолам) опробование, профильную геофизическую съемку (магнитометрию, гравиметрию, электроразведку ВП-СГ) масштаба 1:25 000 и крупнее, проходку поверхностных горных выработок (расчисток, канав механизированной проходки) и бурение колонковых скважин, комплекс лабораторных и аналитических исследований, камеральную обработку результатов. Проведенные работы позволяют выделить и проследить золотоносные минерализованные зоны, определить их морфологию и параметры, характер распределения золота; оценить прогнозные ресурсы.

Котов А.А., Злобина Т.М., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН).
**СТРУКТУРА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОГАЛДЫНСКАЯ ЖИЛА
(БОДАЙБИНСКИЙ РАЙОН)**

Крупные золоторудные месторождения Сухой Лог, Вернинское-Первенец, а также средне-мелкие месторождения Южно-Бодайбинской группы находятся в однотипной геолого-тектонической позиции – размещены в покровно-складчатом чехле рифеид, сформированном над Патомско-Вилуйским палеорифтом СВ простираения. Все месторождения локализованы в терригенной песчано-сланцевой толще Бодайбинского синклинория, трассируются осевой зоной палеорифта и приурочены к крупным поперечным надвиговым зонам, осложняющим крылья крупных субширотных складок. Однако, структура наиболее крупного месторождения Южно-Бодайбинской группы – «Догалдынская жила», вызывала дискуссии. Жила и сопутствующие ей мелкие жилы залегают в северном крыле Догалдынской антиклинали, почти согласно слоистости вмещающих пород, падающих на север под углами от 30 до 52°, простираясь вдоль субширотной надвиговой структуры на протяжении 15 км. В разные периоды поисково-разведочных работ были выдвинуты две альтернативные модели структурного контроля рудных тел: 1) разрывной, 2) складчатый, нарушенный пострудным субмеридиональным смещением жилы. По второй модели в отслоениях замковых частей антиклинальных складок формировались седловидные жилы, сходные по структурно-морфологическому типу с жилами золоторудных месторождений зоны Мазер Лод (США), что вызывает сомнения. Решение вопроса о характере структурного контроля кварц-золоторудных жил принципиально важно для методики ревизионно-оценочных работ, проводимых в настоящее время СУЗРК, и подсчета запасов. В процессе специального структурного картирования нами были реконструированы по сопряженным парам рудных прожилков локальные динамические обстановки рудного периода. По результатам интерпретации тектоно-физических данных рудовмещающая структура была сформирована в сложных кинематических условиях постскладчатого чешуйчатого надвига, осложненного левым сдвигом. При первой интратрудной подвижке в северном крыле Догалдынской антиклинали деформации развивались прогрессивно изменяя план: сжатие выкручивалось до 50–60° в полосе по простираению 20°. При этом, растяжение выполаживалось к северо-западу в поясе, ориентированном под малым косым углом к плоскости падения Догалдынской жилы. В такой динамической обстановке надвиг вздергивался на взброс, переходящий в малоамплитудный левый сдвиг, при этом, динамически расслабленной была апикальная (осевая) часть Догалдынской антиклинали. Здесь образовались короткие тектонические эшелонированные сколы по плоскостям отслоения, создавая своеобразные мелкие «дуплексы». Они блокировались ранее образованными субмеридиональными нарушениями, притертыми в ранний рудный период левым сдвигом в близсубширотном направлении. В приоткрытых эшелонированных сколах (дуплексах), ориентированных под небольшим углом к сдвигу, формировались короткие кварцевые жилы небольшой мощности и протяженности, без выклинивания (из-за блокировки субмеридиональными разломами), создавая полную иллюзию пострудного смещения отрезков одной жилы. Сложное сочетание деформационных процессов чешуйчатых послонных взбросов (надвигов), взбросо-сдвига и раздвига вызвало образование трещин скола настолько различающихся ориентировок, что их достаточно сложно классифицировать в несколько систем. Эти трещины выполнены кварцевыми прожилками, максимальное количество которых размещается висячем, наиболее динамически разгруженном блоке северного крыла Догалдынской антиклинали, в наиболее хрупких песчаниках. Тонкие сульфидные прожилки развиты, преимущественно, в лежащем боку Догалдынской жилы. На западном фланге месторождения они располагаются часто в лежащем зальбанде главной жилы, но эти прожилки выполняют и субвертикальную систему трещин, ориентированную согласно субмеридиональным нарушениям. Разно ориентированные прожилки и маломощные жилки создают, преимущественно висячем боку главной жилы жильно-прожилковую штокверковую зону, почти без вкрапленных руд.

*Краснов А.Н., Агibalов О.А., Шатилова Л.В. (ФГУП ЦНИГРИ),
Коцуба Л.А. (ОАО «Читагеолгоразведка»).*
**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССЫПЕЙ ИТАКИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ
(ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)**

Итакинский рудный узел находится в Могочинском районе Забайкальского края в бассейне р. Итака являющейся правым притоком р. Черный Урюм и вмещает одноименное месторождение рудного золота, ряд россыпей и проявления коренного золота. В геологоструктурном отношении Итакинский узел представляет собой юго-западный фланг сложно построенного грабена, выполненного преимущественно терригенными отложениями верхнеюрско-нижнемелового возраста. Фундамент и обрамление структуры сложены палеозойскими гранитоидами с ксенолитами архейских метаморфитов. На площади проявился мезозойский магматизм в виде малых интрузий кислого состава.

По результатам изучения типоморфных особенностей самородного золота, полученного из аллювиальных отложений рр. Итака и Бугарикта, дренирующих Итакинскую депрессию, было установлено наличие двух морфогенетических типов золота: древнего (вероятно мезозойского), повергшегося интенсивным гипергенным изменениям (более окатанного и корродированного), и современного, сохранившего рудный облик. Для россыпного золота характерно присутствие относительно крупного золота; значительные вариации пробности; наличие в золоте примесей меди, теллура, висмута, цинка, мышьяка, олова, сурьмы, свинца, вольфрама и ртути, отчетливо фиксируется зональное строение низкопробных золотинок. Незначительная общая окатанность и слабая степень гипергенного преобразования части низкопробного золота свидетельствуют о поступлении этого золота из источников, находящихся на уровне четвертичного эрозионного среза. Наиболее высокая проба отмечается в относительно крупных золотинок, более низкая проба характерна для мелких частиц золота. Золото из нижнемеловых конгломератов и четвертичных отложений имеет однотипный химический состав со значительными вариациями пробности; с примесями меди и других элементов. При этом оно отличается от золота выделенного из руд Итакинского месторождения – более серебристого, без примесей меди и других элементов. Кроме того, для цемента конгломератов Итакинской депрессии характерно значительное количество сульфидов, позволяющих предположить о возможности их проработки постседиментационными низкотемпературными гидротермальными процессами.

Сравнение золота из руд Итакинского месторождения с золотом россыпей показывает, что руды Итакинского месторождения не являются единственным источником происхождения россыпного золота. Формирование россыпи р. Итака вероятно связано с поступлением вещества как непосредственно из источников золото-кварцевого и золото-сульфидного типов так и из нижнемеловых конгломератов являющихся промежуточным коллектором золота, позволяющим сформироваться россыпям.

Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
**РУДНО-ФОРМАЦИОННЫЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ТИПЫ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО АЛТАЯ
(АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)**

Колчеданно-полиметаллические месторождения РАП по комплексу характеристик относятся к колчеданным месторождениям в вулканогенных ассоциациях (VHMS) (Кузнецов, 2016) и ассоциируют с двумя рудоносными формациями нижней (эмс – эйфель – ранний живет) – последовательно дифференцированной и верхней (поздний живет – ранний фран) – контрастной базальт-риолитовой кремнисто-терригенной. На рудноалтайских месторождениях ярко выражена взаимозависимость состава руд с составом и петрохимическими особенностями рудовмещающих толщ. С рудоносными формациями ассоциируют соответствующие рудные субформации. Свинцово-цинковая колчедансодержащая рудная субформация

соответствует геологической последовательно дифференцированной базальтсодержащей андезит-дацит риолитовой известково-кремнисто-терригенной формации. Для месторождений характерно наличие примерно равных долей свинца и меди в рудах (при некотором преобладании свинца), также присутствие повышенного содержания цинка. Соотношение $Pb:Zn:Cu$ составляет 1-2:6-0,2:1,0. Коэффициент колчеданности ($K_{кол.}$) варьирует от 0,5 до 1,5. Медно-свинцово-цинковая колчеданная рудная субформация соответствует геологической контрастной базальт-риолитовой кремнисто-терригенной формации. Для месторождений характерна незначительная роль свинца при близких значениях цинка и меди и высокая сернистость руд. Соотношения металлов – $Pb:Zn:Cu=1-4:6-2:3$; а коэффициент колчеданности $K_{кол.} S:(Pb+Zn+Cu)$ более 1,5.

В пределах субформаций выделяются минеральные типы месторождений, состав которых определяется рудоносными фациями или ассоциациями фаций. Ряд рудоносных ассоциаций характеризуется уменьшением карбонатной составляющей, нарастанием количества вулканитов, а в их пределах – вулканитов основного состава. В зависимости от изменений фациального состава рудоносных отложений происходит соответствующее уменьшение роли свинца, бария и благородных металлов в рудах и увеличение доли и количества меди. В целом выделенные минеральные типы месторождений образуют вертикально-латеральные ряды.

Изучение соотношения состава стратиформной составляющей рудных залежей и штокверковой зоны подводящего канала (Юбилейное, Корбалихинское, Захаровское и др. месторождения) показало, что состав оруденения штокверковых зон характеризуется более высокими концентрациями меди и пирита и низкими свинца. Контроль зон осуществляется синвулканическими тектоническими структурами. Наиболее интенсивно зоны штокверков проявлены в экструзивных и экструзивно покровных фациях кислых вулканитов. Штокверковые зоны составляют единое целое с стратиформной залежью, определяя площадь месторождения. В надрудном положении постоянно встречаются горизонты рудокласт, по своей сути являющиеся прямым поисковым признаком для нижележащих стратиформных и штокверковых руд. Они отмечаются в осадочно-дигенетических брекчиях, вулканогенных, вулканогенно-осадочных и в высоко метаморфизованных породах

Золотоносность месторождений рудноалтайского типа является, в своем роде, уникальной, в частности на ряде месторождений золото и серебро составляют их основную ценность. Золото и серебро в рудах в главной своей массе связано с сульфидами и блеклыми рудами, образуя в них твердые растворы, реже они наблюдаются в самородной форме в ассоциации с самородным теллуридом и теллуридами золота и серебра. Свободные формы золота и серебра образуются в результате очищения от примесей, при контактовом метаморфизме, ранее сформированных сульфидов.

Мигачев И.Ф., Минина О.В., Волчков А.Г., Андреев А.В., Авилова О.В., Гирфанов М.М., Старостин И.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ ЮЖНОГО УРАЛА (МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ)

Медно-порфировые месторождения Урала с его развитой горнодобывающей промышленностью и инфраструктурой рассматриваются как важная составляющая сырьевой базы меди и медедобывающей промышленности. Очевидна необходимость оценки и переоценки этой территории на медно-порфировые руды с установлением и оконтуриванием разноранговых металлогенических таксонов и определения их перспектив для проведения геологоразведочных работ. С этой целью в ЦНИГРИ создана специализированная прогнозно-металлогеническая карта Южного Урала масштаба 1:500 000 на структурно-формационной основе, что подразумевает соответствие рудно-металлогенических категорий определенным тектоническим, геологическим и структурно-формационным элементам.

Впервые на основе интерпретации геологических и металлогенических данных и

структурно-формационных построений выделены две медно-порфировые провинции Южно-Урала – Тагильско-Магнитогорская (ТМП) и Восточно-Уральская (ВУП). Первая включает Ирэндыйский, Новоалексеевский, Гумбейский и Верхнеуральский базальтоидные вулканоплутонические пояса (ВПП), сформированные во временном интервале D₂-C₁ в структурах Магнитогорского и частично Тагильского синклиналиев. Восточно-Уральская провинция объединяет Алтынайский, Увельско-Еленовский, Катенинский ВПП D₃ и D₃-C₁ возраста, в определенной мере продолжающих развитие рифтогенных прогибов в пределах Восточно-Уральского поднятия.

Медно-порфировые металлогенические зоны (МЗ) отвечают ареалам распространения продуктивных вулканоплутонических ассоциаций (ВПА): базальт-андезитбазальт-габбро-диорит-плагиогранитовой (нормальной и субщелочной) в ТМП и андезит-диорит-(адамеллитовой) в ВУП. По степени перспективности среди МЗ выделяются: 1 – перспективные (Тарутинско-Новониколаевская, Увельская, Еленовско-Синешиханская в ВУП); 2 – потенциально перспективные (Северо-Ирэндыйская, Гумешевская, Домбаровско-Ащебутакская, Верхнеуральская в ТМП и Алапаевско-Теченская и Тахталымско-Крайчиковская в ВУП); 3 – с неясной перспективностью (Медногорская и Краснокаменская в ТМП).

В составе металлогенических зон выделены рудные районы как площади распространения продуктивных на медно-порфировое оруденение плутогенных формаций: габбро-диорит-плагиогранитовой (нормальной и с монзонитоидным уклоном) в ТМП и диорит-плагиогранит-(адамеллитовой) в ВУП. В структуре ВПП рудные районы эквивалентны магматогенным поднятиям длительного развития. По степени перспективности они ранжированы следующим образом: 1 – с известными медно-порфировыми месторождениями (Салаватский в ТМП, Биргильдинско-Томинский и Тарутинско-Новониколаевский в ВУП); 2 – перспективные (Вознесенский, Узункулевский, Верхнеуральский в ТМП, Зеленодольский, Кособродский, Еленовский в ВУП); 3 – с неясными перспективами (Круглогорский, Хабаровинский, Кусемский, Ансукпайский в ТМП, Тептяргинский и Тахталымский в ВУП).

Оконтурены потенциальные рудные поля и поисковые участки как рудно-магматические медно-порфировые системы или их части; определена степень их перспективности.

На прогнозно-металлогенической карте отображены проявления медно-порфирового типа, а также сопряженные с ними в пространстве и времени месторождения и проявления других типов руд – медно-магнетитовые скарновые, золоторудные, золото-серебряные, колчеданного семейства, что учитывалось при оценке перспектив МЗ и рудных районов.

Проведенное специализированное районирование на медно-порфировое оруденение в Южноуральском регионе с оценкой перспектив различных рудно-металлогенических таксонов по существу представляет собой научно-методическую основу планирования и проведения геологоразведочных работ на медно-порфировые руды.

Миляев С.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ; ОПЫТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ ОРУДЕНЕНИЯ

Повышение геологической эффективности геохимических исследований в рудных районах связано с обобщением накопленных эмпирических данных и построения моделей коренного оруденения важнейших формационных типов. Создание формализованных моделей и внедрение теоретических разработок в практику геологоразведочных работ способно увеличить надежность геохимических прогнозов. Геохимические модели служат основой интерпретации аномалий и рудопроявлений, выявляемых литохимическими съемками различных масштабов, оценки прогнозных ресурсов при геохимических поисках, прогноза оруденения на глубину и реконструкции рудных интервалов, уничтоженных эрозией.

Построение геохимических моделей проводится на основе закономерностей формирования первичных ореолов рудных тел и зональности отложения элементов при рудообразо-

вании. Геохимические модели месторождений разных формационных типов различаются между собой. Модели месторождений одного формационного типа подчиняются принципу геометрического и геохимического подобия. Месторождения одного формационного типа, отличающиеся по объемам и запасам полезного ископаемого, характеризуются близкой формой с устойчивыми отношениями между линейными размерами залежей. Этот признак проявляется лишь в известных пределах, а именно, при условии, что проводимая аналогия между месторождениями учитывает своеобразие каждого из сопоставляемых объектов. Геохимическое подобие определяется сравнительным постоянством средних содержаний основных компонентов в рудах. Отношения между двумя (или несколькими) элементами зависят от геохимической зональности объекта и закономерно изменяются по геометрии рудного тела. Вместе с тем, для геометрически одноименных точек рудных тел двух объектов различных по масштабу запасов, численные значения конкретного геохимического показателя зональности остается величиной постоянной. При этом график показателя зональности, как функция глубин, будет иметь различный угол наклона. Для объекта большей крупности характерен крутой наклон графика показателя зональности (слабоконтрастная вертикальная зональность), более мелкого – пологий (контрастная вертикальная зональность). Наиболее устойчивыми значениями показателя зональности будет характеризоваться месторождение с простым геологическим строением, представленное выдержанными по мощности и по простиранию рудными залежами. На практике, вследствие изменений геолого-структурных условий, миграционной способности элементов в различных породах и наличием многочисленных природных и технических помех, привлечение к оценке оруденения только одного показателя бывает недостаточно, для этого требуется выбор серии (8–10) монотонно изменяющихся с глубиной показателей зональности. В этом случае, величина доверительного предела позволяет по критерию Стьюдента оценивать статистическую значимость различий между оценками уровней оруденения. Резкое возрастание величины доверительного предела оценок будет свидетельствовать о генетических различиях между моделью месторождения и оцениваемым объектом. Такой же результат может быть получен при неудовлетворительном качестве и неполноте геохимического опробования или низкой точности анализа.

На основе рассмотренных зависимостей была проведена оценка 8 полиметаллических месторождений Рудного Алтая, относящихся к двум подтипам единой колчеданно-полиметаллической формации, представителями которой являются Тишинское и Зыряновское месторождения, характеризующиеся различными моделями. На тех же принципах оценены глубокие горизонты и фланги золотосеребряных и золотосульфидно-кварцевых объектов Береговского и Васильковского рудных полей. Оценка выявляемых объектов, естественно, требует совместного рассмотрения всех имеющихся геологических, геофизических и геохимических данных, при тщательном учете морфологии и условий локализации оруденения.

Минина О.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ ЮЖНОГО УРАЛА

1. В Уральском регионе большая часть рядовых золоторудных месторождений размещена в вулcano-плутонических поясах (ВПП), сформированных вслед за колчеданосными формациями на завершающих этапах нескольких последовательных ритмов палеозойского базальтоидного магматизма либо позднее, в орогенно-активизационном режиме. В качестве продуктивных на золотое оруденение выступают андезибазальт-андезит-диорит-плагит-гранитовые вулcano-плутонические ассоциации (ВПА) и формации, с которыми также связаны медно-порфировые и медно-железо-скарновые руды. Все перечисленные типы оруденения входят в группу сопряженных месторождений, нередко образующих комплексные рудные узлы с характерной вертикальной и латеральной рудно-формационной зональностью, требующей учета при прогнозных построениях и поисковых работах. Обозначены различные обстановки нахождения золоторудных месторождений в структурах ВПП.

2. В выступах фундамента ВПП в связи с плутонитами габбро-диорит-плагиогранитовой формации, продуктивной на медно-порфировое и железо-медно-скарновое оруденение, развиты золото-сульфидно-кварцевые, золото-кварцевые и золото-порфировые месторождения. Примерами служат Крылатовско-Чесноковское в Новоалексеевском ВПП, Тыелгинское, Наилинское, Красная Жила и др. в северном замыкании Ирендыкского ВПП, Сабержан, Верблюжья гора и др. в южном звене Увельско-Еленовского ВПП. На частично отработанном Николае-Святительском золото-сульфидно-кварцевом месторождении золоторудный штокверк, локализованный в верхней части штока кварцевых диоритов, на нижних уровнях интрузива сменяется медно-порфировыми рудами.

3. В относительно поднятых блоках фундамента поясов с вулканитами ВПА, продуктивных на медно-порфировое оруденение, ассоциируют золото-порфировые, вулканогенные золото-сульфидные и золото-серебряные месторождения, известные в Увельско-Еленовском (Березняковское), Валерьяновском (Варваринское), Гумбейском (Алтын, Джугофаровский прииск, Куросан и др.) и Ирендыкском (Камышканское, Большой Каран, Колющинское, Кощеевское, Васянинское) ВПП. Для некоторых из них установлена приуроченность к периферическим частям медно-порфировых рудно-магматических систем (Верхнеуральское медно-порфировое, золото-кварцево-жильное и золото-полисульфидно-кварцевое оруденение во вторичных кварцитах), для других она предполагается (Куросанская группа объектов золото-серебряной адуляр-вторичнокварцитово-формации и др. Гумбейского ВПП).

4. Промышленное стратоидное золото-сульфидное и золото-сульфидно-кварцевое оруденение распространено в вулканогенно-терригенных прогибах, синхронных вулканоплутоническим поясам и развитых на их флангах и во внутренних зонах. В Полоцко-Аркаимском прогибе на восточном фланге Центрально-Магнитогорского ВПП в породах субщелочной метабазальт-риолитовой серии со значительной долей терригенных, в том числе черносланцевых пород, синхронной по возрасту и близкой по составу магматитам железосланцевой магнитогорской серии, локализованы стратиформные золото-сульфидные месторождения и золотоносные коры выветривания Кировского рудного узла.

В Еленовско-Кумакском грабене, выполненном терригенными породами и удаленными фациями вулканитов андезитовой формации Увельско-Еленовского ВПП с телами диоритов рудоносного кумакского комплекса, золото-сульфидные руды Кумакского рудного узла размещены на двух литолого-стратиграфических уровнях: на нижнем – месторождения Васин, Цезарь, Проливное, Хищник, Октябрь, Миля, Амур, на верхнем – Кумак, Забайкальское, Байкал, Центральное, Кумак-Южное, Коммерческое, Ермак, Тамара. В северном замыкании этого грабена, а также в Полтаво-Брединском прогибе в центральной части Увельско-Еленовского ВПП на том же верхнем стратиграфическом уровне в горизонтах углисто-глинистых сланцев и песчаников вблизи экструзивно-субвулканических тел дацитов и диоритов локализованы стратоидные золото-сульфидно-кварцевые залежи Павловского, Степановского, Фаудовского, Тамбовского и штокверковые руды Синешиханского, Колчинского месторождений, а также развитые по ним золотоносные коры выветривания.

5. Для крупных месторождений золото-сульфидно-кварцевой (золото-поли-сульфидной) формации, составляющих основной фонд золотодобывающей промышленности Урала (Березовское, Кочкарское, Джетыгаринское), в качестве рудоносных выступают массивы раннекаменноугольной плагиогранит-адамеллитовой формации Восточно-Уральского гранитоидного плутонического пояса. На Южном Урале рудоносный Пластовский интрузив, вмещающий Кочкарское и Ново-Троицкое месторождения, на всем своем протяжении примыкает к западному флангу близкого по времени становления Увельско-Еленовского ВПП, отражая, вероятно, некоторую их взаимозависимость, что для оруденения медно-порфирового и золото-сульфидно-кварцевого формационных типов является закономерным.

Для золоторудных месторождений этого типа характерны следующие основные черты: тесная связь в пространстве и времени с рудоносными интрузивами адамеллит-плагиогранитовой формации, контроль рудных полей системами разноориентированных даек, завершающих становление основных интрузивных фаз; подчиненность рудоносных даек и штокверков

контракционной и другой трещиноватости в апикальных и надинтрузивных зонах массивов, сочетание жильной и штокверковой формы рудных образований. Перечисленные признаки указывают на «порфировый стиль» формирования месторождений золото-полисульфидной формации, в первую очередь наиболее крупных ее представителей.

Минькин К.М. (ФГУП ЦНИГРИ).

ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ И ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ РУД В ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННОМ КОМПЛЕКСЕ D₃-C₁ ВОЗНЕСЕНСКО-ПРИСАКМАРСКОЙ СФЗ Р. БАШКОРТОСТАН

Для обеспечения задач прогноза и поисков важных для МСБ Южного Урала месторождений золото-сульфидных и золото-сульфидно-кварцевых руд, приуроченных к вулканогенно-терригенному комплексу D₃-C₁ Вознесенско-Присакмарской СФЗ, уточнены существующие и разработаны новые критерии прогноза и поисков на основе установленных условий локализации руд месторождений Миндякского и Малокаранского рудных полей Учалинского района Р. Башкортостан. В предлагаемой ГПМ, в отличие от существующих, принятых в практике ГРП прошлых лет, учтены особенности полигенно-полихронного формирования рассматриваемых месторождений. Определяющая роль отводится факторам локализации гидротермально-осадочно-го золото-сульфидного оруденения, связанного с вулканизмом раннеорогенного рифтогенеза. Важными остаются факторы локализации золото-сульфидно-кварцевого оруденения, традиционно для Урала связанного с позднеорогенной магматической и тектонической активизацией, рассматривающегося в качестве регенерированного.

Выделены следующие основные геологические элементы ГПМ месторождений рассматриваемых типов.

Геотектонический – приуроченность месторождений к грабен-синклиналям долгоживущей зоны глубинного Главного Уральского разлома Вознесенско-Присакмарской СФЗ, выполненных комплексом вулканогенно-терригенных отложений D₃-C₁, сформированным в условиях рифтогенеза.

Формационный – рудоносно-рудовмещающие базальтоидные породы и рудовмещающие флишеидные граувакки комплекса вулканогенно-терригенных отложений D₃-C₁. Для месторождений золото-сульфидно-кварцевых руд, кроме того, рудовмещающие интрузивные породы (дайки, штоки граносиенитов, сиенито-диоритов и др.) сиенит-гранит-порфирового Балбукского комплекса C₃-P₁.

Литолого-стратиграфический – положение месторождений определяется уровнями размещения вулканогенных (лавовых, лавокластических, вулканогенно-осадочных) базальтоидных пород D₃fm? и C₁v.

Структурный – локальные палеограбены, контролирующие размещение рудоносно-рудовмещающих вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород базальтового состава, системы разломов и впадины палеовулканического рельефа, контролирующие размещение первичного золото-сульфидного оруденения; разрывные нарушения и интрузивные тела (дайки, штоки) позднепалеозойской тектонической и магматической активизации (C₃-P₁), важные для локализации регенерированных золото-сульфидно-кварцевых руд.

Метасоматический – для золото-сульфидных руд характерны оклорудные лиственизация (реже - окварцевание), серицитизация, карбонатизация, хлоритизация, сульфидизация; для золото-сульфидно-кварцевых – окварцевание, альбитизация, серицитизация, карбонатизация, хлоритизация и сульфидизация.

Структурно-морфологический – для прожилково-вкрапленных золото-сульфидных руд характерны линейно-штокверковые и линзовидно-пластовые стратиформные рудные тела и их сочетание; для жильно-прожилково-вкрапленных золото-сульфидно-кварцевых руд – линейно-штокверковые.

Минералого-геохимический – послойная вкрапленная слабозолотоносная сульфидная (пиритовая) минерализация в рудовмещающих вулканогенно-терригенных отложениях, про-

жилково-вкрапленная золото-сульфидная и жильно-прожилково-вкрапленная золото-сульфидно-кварцевая минерализация. Рудовмещающие породы, как и разнотипная золотоносная минерализация, геохимически специализированы на золото и ряд других элементов (As, Cu, Co, V, отчасти Zn, Pb, Ni, Bi, W, Mo и др.).

Мясников Ф.В. (пенсионер).

КОРЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ АЛМАЗОВ ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЧЕРНЫШЕВСКО-ЛАПЧАНСКОЙ ПЛОЩАДИ МАЛО-БОТУОБИНСКОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА

Открытию и изучению алмазности верхнепалеозойских отложений, широко распространенных на северо-западе Мало-Ботубинского алмазносного района (в дальнейшем – Чернышевско-Лапчанской площади), а также поискам коренных источников алмазов на этой площади исполнилось полвека. Несмотря на значительные материальные затраты и полувековые усилия геологоразведчиков, кимберлиты на Чернышевско-Лапчанской площади не выявлены. Основными причинами являются сложная история геологического развития территории, в частности, переотложенный характер ореолов минералов-спутников алмаза (МСА), а также то, что поисковые объекты перекрыты значительной по мощности толщей посткимберлитовых образований различного возраста и генезиса.

Вместе с этим, выполненные работы позволили получить огромный массив фактографической шлихо-минералогической информации, которая имеет при поисках кимберлитов, не будет преувеличением сказать, фундаментальное значение.

Ключ к решению проблемы Чернышевско-Лапчанской площади, а также других аналогичных поисковых площадей состоит в количественной оценке, изучении и анализе минералогической информации на основе сведений, содержащих в карточках минералогического описания МСА (пиропов, пикроильменитов и хромшпинелидов) из шлиховых проб (в основном, керновых) и структурированных в базы данных.

Результаты компьютерной обработки таких материалов, полученных Чернышевской экспедицией в период с 1980 по 1994 годы, отражают пространственно-временную изменчивость типоморфных особенностей кимберлитовых минералов на рассматриваемой поисковой площади. Изменчивость типоморфных свойств хорошо согласуется с основными эмпирическими закономерностями в изменчивости типоморфных признаков МСА с удалением от коренных источников: плотностной и гранулометрической дифференциацией пиропов и пикроильменитов, увеличением износа первичной поверхности минералов, уменьшением доли агрегатных пикроильменитов, повышением степени сортированности шлиховых ассоциаций и другими «правилами».

Пространственное распределение количественных оценок многочисленных однопризнаковых и комплексных свойств или атрибутов МСА, их векторные характеристики указывают на то, что формирование ореолов площади (Левобережный, Водораздельный, Курунг, Верхне-Сылагинский, Южно-Лапчанский, Куччугуй-Иреляхский, Приразломный) произошло за счет либо сближенного куста кимберлитовых трубок, либо за счет крупного объекта, трубки-лидера, аналога трубки Мир. Прогнозируемый объект расположен, по нашему мнению, между буровыми профилями 71–75 и магистралями 31–35 на площади в 14–18 кв. км. Вероятнее всего, в районе пикета 73/33±1 км.

Участок находится вблизи среднепалеозойских туфовых трубок Маар-Сиене, Ан-218 и открытой в 2015 году туфовой трубки с координатами 75/34,5, на юго-западном обрамлении Нижнеботубинской палеовозвышенности, в узле пересечения субширотных и субмеридиональных, северо-восточных и северо-западных тектонических нарушений и зон (Нижнеботубинский, Туфовый, Чоппо-Биетахский). Положение участка, таким образом, является весьма благоприятным для проявлений кимберлитового магматизма.

Рекомендации по проведению здесь поисковых работ переданы Ботубинской геологоразведочной экспедиции АК «АЛРОСА» в 2016 году.

*Наумов Е.А., Задорожный М.В., Калинин Ю.А. (ИГМ СО РАН),
Ананьев В.А. (DataEast LLC).*

КОНЦЕПЦИЯ ЕДИНОГО ВИРТУАЛЬНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ И САЛАИРА

Золотое оруденение на рассматриваемой территории представлено преимущественно собственно золотоносными (Au-кварцевая, Au-сульфидно-кварцевая, Au-сульфидная, Au-сурьмяно-ртутная) и золотосодержащим формациями (колчеданно-(барит)-полиметаллическая формация). В настоящее время в регионе разрабатываются только россыпи (200-250 кг в год), и добыча неуклонно снижается. Недропользователи лишь компенсируют выбывание своих запасов, принимая участие в аукционах на оставшиеся на госбалансе объекты. Однако, основные перспективы связаны с коренными месторождениями. Наиболее продуктивным геолого-промышленным типом служат золото-сульфидные в черносланцевых толщах и золото-медно-порфировые месторождения. Предпосылки выявления объектов этих типов в регионе имеются. Так, недостаточно опоискована Салаирско-Обская золото-редкометалльная минералогическая зона (Росляков и др., 2001), приуроченная к области сочленения Салаира с Колывань-Томской складчатой зоной. Важнейшая роль в построении генетических моделей месторождений принадлежит методам изотопной геохимии, комплексное сочетание которых позволяет получить наиболее полную информацию о последовательности формирования рудных парагенезисов, а на их основе разработать комплекс прогнозно-поисковых методов и обосновать поисковые критерии. На основании обзора литературы и по результатам собственных Ar-Ar исследований синрудного серицита из типовых месторождений региона выделяются два основных этапа рудообразования: *раннепермский* (Новолушниковское $299,8 \pm 2,7$ млн. л., Батуринское $279,2 \pm 3,1$ млн. л.) и *раннетриасовый* (Легостаевское, $246,8 \pm 3,1$ млн. л.). Полученные нами данные свидетельствуют о сходстве металлогении двух рассмотренных выше золоторудных районов и единонаправленности эволюции процессов магматизма и рудообразования (Naumov et al., 2011). По возрасту, магматизму и металлогении наблюдается корреляция с аналогичными структурами СЗ Китая и Средней Азии, и эти этапы активного рудообразования связывают с эпохами мощного внутриплитного магматизма, сформировавшего Таримскую (280 млн. л.) и Сибирскую (250 млн. л.) крупные магматические провинции, сформированные под влиянием Таримского и Сибирского мантийных плюмов.

Новый уровень в металлогенических исследованиях может быть достигнут благодаря использованию передовых информационных технологий и комплексу новых методик – геоинформационным системам и результатов обработки спутниковой информации в комбинации с новейшими изотопно-геохимическими и традиционными геологическими и минералогическими исследованиями. В настоящее время, в рамках изучения геологического строения и золотоносности КТСЗ и СЗ Салаира, авторами был подготовлен в единой геоинформационной среде разнородный материал:

16 геологических карт масштаба 1:200000, топографические карты разного масштаба;
Векторная карта «Схема геологического строения КТСЗ»;

База данных: россыпного золота Новосибирского сектора Колывань-Томской складчатой зоны. Номер госрегистрации 2010620651 (Бабич и др., 2010); БД россыпного золота северной части АССО и сопредельных территорий; БД россыпного и коренного золота Новосибирской и Томской областей; БД по золотым и ртутным проявлениям Новосибирской области, (по картам МПИ 1:200000).

Ведутся работы по созданию облачного сервиса, обеспечивающего сбор, хранение и обработку геологической информации, на базе многоуровневой комплексной серверной геоинформационной системы (Zadogozhnyu et al., 2016, Высоцкий и др., 2017). Взаимодействие с сервисом осуществляется через Веб портал, который обеспечивает регулируемый доступ к пространственным данным, картографическим и аналитическим сервисам, а также создает

унифицированное рабочее пространство, при работе с любого стационарного компьютера или мобильного устройства.

Выполнено в рамках госзадания (проект 0330-2016-0001), при поддержке РФФИ (грант 16-05-00353)

Никешин Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПАЛЕОВУЛКАНИЗМ И КОЛЧЕДАННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ НОВОПЕТРОВСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Изучение Новопетровской колчеданоносной площади (начиная с конца 80-х годов прошлого столетия) сопровождалось поисковыми буровыми работами и геофизическими исследованиями. Целенаправленных тематических работ по палеовулканизму и связи колчеданного оруденения с ним до настоящего времени не проводилось.

Отстроенные автором разрезы (поперечные и продольные масштаба 1:10000 – 1:5000) позволили уточнить геологическое строение Новопетровской площади до максимально изученных к настоящему времени глубин. Это стало возможным, благодаря анализу документации керн ранее пробуренных на площади скважин, глубина которых в ряде случаев превышает 1000 м. В результате выполненных работ выяснилось, что геологический разрез в пределах Новопетровской площади представлен вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями второй, третьей, четвертой и пятой толщ баймак-бурибаевской свиты. Вторая и четвертая толщи представлены вулканитами базальтового и андезибазальтового состава, а третья и пятая толщи – вулканитами среднекислого состава.

На момент образования указанных толщ баймак-бурибаевской свиты (кроме второй, в силу недостаточной информации) составлены специализированные схемы палеореконструкций с отражением морфологических особенностей рельефа их кровли и мощностей становления.

Исходя из распределения изомощностей вулканитов и преобладающих фаций в контурах максимальных значений изомощностей, в пределах Новопетровской площади на момент формирования третьей толщи выделяются две вулканокупольные структуры, сложенные лавовыми фациями вулканитов среднекислого состава и одна присклоновая депрессия, выполненная преимущественно их туфами. В пределах площади развития четвертой толщи – структура, отвечающая моногенному базальтовому палеовулканическому сооружению, пятой толщ – две вулканокупольные структуры.

В разрезе Новопетровской площади проявлены три уровня рудолокализации. Самый нижний уровень проявлен слабо – в виде зон метасоматитов серицит-хлорит-кварцевого состава с незначительной и редко встречающейся сульфидной минерализацией (на глубинах порядка 700–900 м) в разрезе третьей толщи баймак-бурибаевской свиты. Он отвечает региональному бурибаевскому уровню. В разрезе рудовмещающей пятой толщ баймак-бурибаевской свиты наиболее ярко выражен верхний уровень рудолокализации в интервале глубин 350–450 м. Нижний уровень оруденения имеет подчиненное значение, располагаясь в разрезе пятой толщ на глубинах порядка 450–600 м. В настоящее время в рамках Госзаказа проводятся работы по прослеживанию и оконтуриванию верхнего уровня рудолокализации с оценкой его промышленной значимости.

Вещественный состав медно-цинковоколчеданных и колчеданно-полиметаллических руд верхнего уровня характеризуется следующими особенностями.

Медно-цинковоколчеданные руды сложены агрегатом сульфидов, который состоит из пирита (40–50%), халькопирита (30–35%) и сфалерита (25–30%). В качестве небольшой примеси (1–2%) отмечается блеклая руда, в виде единичных зерен присутствует галенит. Соотношение сульфидов в объеме сильно варьирует. В колчеданно-полиметаллических рудах наблюдаются повышенные концентрации сфалерита, блеклых руд и галенита. По данным рентгенофазового анализа, нерудные минералы представлены преимущественно кварцем и небольшим количеством хлорита.

Николаев Ю.Н., Калько И. А., Бакшеев И.А., Кривицкая Н. Н., Прокофьев В.Ю.
(МГУ им. М.В. Ломоносова).

НОВЫЕ ТИПЫ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЗАПАДНОЙ ЧУКОТКИ

Поисковыми геолого-геохимическими работами последних лет на территории Западной Чукотки выявлены новые типы рудной минерализации, которые могут, при определенных условиях, иметь промышленные перспективы.

К ним относится золото-серебряная минерализация в карбонатно-терригенных толщах верхнего палеозоя (D_3 ?- C_1) Алярмаутского поднятия и медная минерализация в хлоритизированных песчаниках и алевролитах верхней юры в Южно-Ануйской СФЗ.

При проведении ОГХР-200 на площади листов R-58-XXVII, XXVIII были выявлены аномальные потоки рассеяния Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, As, Sb, а детализационно-заверочными работами на перспективных участках - интенсивные вторичные ореолы этих элементов. На наиболее перспективном участке Вернитакайвеем ядерные части аномалий с содержанием Ag 1–5 г/т, Au - 0,01–0,1 г/т (до 0,8 г/т) имеют протяженность 1 км, при ширине 0,2–0,5 км. Площадная продуктивность вторичных ореолов золота – 15–35 м²%, серебра – 5–10 тыс. м²%.

Золото-серебряная минерализация в карбонатно-терригенных породах относится к прожилково-вкрапленному типу. В ее составе выделены ранняя пирит-арсенопиритовая и поздняя, золото-серебро-полиметаллическая стадии. Ранняя стадия связана с кварцевыми прожилками и содержит высокопробное золото (900‰). Поздняя тяготеет к метасоматитам (джаспероидам) и включает арсенопирит-пиритовую, полиметаллическую (пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит), блекловорудную (фрайбергит, тетраэдрит, акантит, науманит, гессит, петцит, фрейеслебенит, самородные серебро и золото пробностью 794‰) и сульфоантимонидную (стибнит, джемсонит, цинкениит и др.) ассоциации. Содержания золота в рудых метасоматитах до 13,5 г/т, серебра – до 1721 г/т. Отношения Au:Ag=1:30-1:600.

Исследования флюидных включений показали, что на площади участка развита минерализация двух типов. Первый тип формировался при высоком давлении из углекислотно-водно-солевых флюидов на глубинах 3–5 км, характерных для орогенных месторождений. Второй тип – из слабоминерализованных растворов с малым количеством CO₂, соответствующих флюидам эпitherмальных месторождений. По величине флюидного давления эта минерализация сформировалась на глубине 1,0–1,5 км.

Суммарные прогнозные ресурсы золота на 3-х изученных участках с золото-серебряной минерализацией оценены в 100 т, серебра – 15000 т.

При поисковых геохимических работах на золото в Стадухинском рудно-россыпном узле (Южно-Ануйская) СФЗ на двух смежных участках были выявлены аномальные зоны меди. Суммарная протяженность аномалий в контуре содержаний Cu > 100 г/т составляет более 7 км при средней ширине 0,5 км. В составе зон выделяются ядерные части ореолов с содержанием меди 0,05–0,1% и выше. Поисковыми маршрутами в контурах вторичных ореолов, приуроченных к пачкам измененных песчаников и алевролитов гремучинской свиты и теньгельвеевской толщи выявлена рудная минерализация с содержания меди по данным штучного опробования 0,1–1,3%. По данным бороздowego опробования одной из таких пачек в плотике полигона россыпной золотодобычи, содержания меди варьирует от 0,17% до 3,8% (среднее содержание – 0,78%, видимая мощность – 10 м).

Минерализованная порода сложена зернами кварца, сцементированными хлоритом, содержит вкрапленность пирита и халькопирита, рассечена многочисленными прожилками этих минералов мощностью от нескольких мм до 2 см. Микроскопическими исследованиями установлен сфалерит-пирит-халькопиритовый состав минерализации, слагающей прожилки и просечки. В небольших количествах в составе руд присутствуют кобальтин и гудмундит. Выявленная минерализация может быть отнесена к типу медистых песчаников.

Общая протяженность меденосной зоны составляет 7 км, отдельных тел – до 1 км при средней мощности 0,3–0,5 км. Прогнозные ресурсы меди превышают 2 млн. т. Благоприят-

ное географическое расположение объекта на небольшом расстоянии от месторождения Песчанка позволяет рассматривать новый тип минерализации как перспективный.

Окулов А.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТИПА ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Формирование Топольнинского рудного поля связано с внедрением массивов гранитоидов габбро-гранодиорит-гранитной формации (D_2) в карбонатно-терригенные отложения (S_1-D_1). Вмещающие породы в области контактов с массивами в различной степени ороговены и мраморизованы, здесь же локализованы тела золотоносных скарнов, скарноидов и жильно-прожилковых зон золото-сульфидно-кварцевого состава.

В ходе проведенных автором исследований было установлено, что золотое оруденение Топольнинского рудного поля представлено двумя типами – золото-скарновым, и золото-скарновым, совмещенным с золото-сульфидно-кварцевым.

Золоторудные проявления первого типа локализованы в экзоконтактах массивов гранитоидов с терригенно-карбонатной толщей, осложненной отдельными разрывами различной ориентировки, контролирующими размещение апофиз массива и редких даек. Объекты второго типа локализованы в области экзоконтактов массивов гранитоидов с интенсивно дислоцированной терригенно-карбонатной толщей, осложненной фрагментами региональных разрывов северо-западной ориентировки, контролирующими размещение «пучков» даек пестрого состава (диоритовых порфиритов, кварцевых диоритовых порфиритов, гранодиоритов и гранит-порфиритов). Неоднократная активизация этих нарушений предопределила совмещение золото-скарнового и золото-сульфидно-кварцевого оруденения.

Проявления двух типов отличаются как по вещественному составу руд, так и по степени их золотоносности. Первый тип представлен золотоносными скарнами преимущественно гранатового, гранат-клинопироксенового состава с неравномерной сульфидной вкрапленностью халькопирита, борнита, халькозина, висмутина и теллуридов серебра, висмута, свинца, редко присутствуют шеелит и молибдошеелит. Второй тип представлен золотоносными скарноидами и скарнами аналогичного состава, совмещенными с зонами золото-сульфидно-кварцевого состава, в которых сульфиды представлены редкими зернами пирита, халькопирита, арсенопирита, минералов группы блеклых руд, галенита. В соответствии с этим в геохимических полях объекты первого типа фиксируются ореолами золота, серебра, меди, висмута, редко – вольфрама и мышьяка, объекты второго типа – ореолами золота, серебра, меди и висмута, а так же мышьяка, вольфрама, свинца.

В связи с выделением двух типов объектов различной перспективности, актуальной задачей является разработка моделей золотого оруденения для каждого типа. Для решения этой задачи были использованы результаты специализированных исследований автора, выполненные на золоторудных объектах Топольнинского рудного поля, а так же учтены данные, полученные при проведении тематических исследований и геолого-поисковых работ, в той или иной степени затрагивавшие рассматриваемую проблему. Цель настоящей публикации – охарактеризовать геолого-поисковую модель золотого оруденения наиболее перспективного типа объектов Топольнинского рудного поля, которая может быть использована при выборе объектов для постановки геолого-разведочных работ.

На основе анализа и обобщения фондовых и опубликованных материалов, а также результатов специализированных исследований автором была разработана геолого-поисковая модель наиболее перспективного типа золоторудных объектов. В качестве стержневого элемента модели золотого оруденения рассматриваемого типа выступают фрагменты региональных разрывов северо-западного простирания, которые определяют не только элементы залегания рудовмещающей толщи, ориентировку разновозрастных даек, тел скарнов и скарноидов (в том числе золотоносных), но и более поздних образований золото-сульфидно-кварцевого состава. Кроме того, неоднократная активизация этих нарушений предопредели-

ла совмещение разнотипной золото-скарновой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации, чем и объясняется перспективность рассматриваемых объектов. Разработанная модель может быть использованы при выборе перспективных площадей, а также ранжировании перспективных участков по последовательности изучения при проведении геолого-поисковых работ.

*Проскурнин В.Ф. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Курбатов И.И. (Центрсибнедра),
Романов А.П. (КНИИГиМС), Гавриш А.В., Багаева А.А., Петрушков Б.С.,
Проскурнина М.А., Шнейдер А.Г. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).*

РОЛЬ ГРАНИТОИДНЫХ СЕРИЙ ТАЙМЫРА И СЕВЕРНОЙ ЗЕМЛИ В ЗОЛОТОРУДОФОРМИРУЮЩИХ ПРОЦЕССАХ / МОДЕЛИ РУДООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ЗОЛОТА

В пределах Таймыро-Североземельской минерагенической провинции выделяются позднепалеозойско-раннемезозойские Карская редкометалльно-золотоносная и Быррангская угленосно-полиметаллическая минерагенические области. К основным геолого-промышленным типам Карской минерагенической области относятся проявления золота – кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой (собственно золоторудные) и золото-редкометалльной, золотосодержащей медно-молибден-порфировой формаций. Ведущую роль при их формировании играют рифейско-вендские субдукционно-коллизийные и позднепалеозойско-раннемезозойские повторно коллизийные (дейтерогенные) рудоформирующие системы.

Вне зависимости от возраста и особенностей формирования проявления собственно золоторудных формаций контролируются общим для них фактором – степенью метаморфизма вмещающих пород – не выше серицит-биотитовой субфации зеленосланцевой фации и относятся к группе гидротермально-метасоматических рудоформирующих систем, обусловленных щелочно-кислотной дифференциацией вещества в термоградиентном поле с рудоконцентрированием в мезозоне.

В зависимости от вмещающих образований докембрия Карская позднепалеозойско-раннемезозойская минерагеническая область подразделяется на Мининско-Большевицкую флишидно-терригенную углеродистую с проявлением зонального регионального метаморфизма андалузит-силлиманитового типа (пассивная окраина Арктиды) и Шренк – Фаддеевскую вулканогенно-карбонатно-терригенную углеродистую с офиолитами (аккреционная призма Сибири) зоны.

Для рифейско-ранневендских эндогенных проявлений выделяются следующие главные типы золоторудоформирующих систем: в пассивноокраинной Мининско-Большевицкой зоне – раннеколлизийная метаморфогенно-гидротермальная в терригенных углеродистых комплексах (Вальтеровская, Воскресенская, Литкенская рудные зоны) и позднеколлизийная плутоногенно-гидротермальная в аллохтонных гранитоидах S-типа (Мартовско-Никитинский рудный узел); в аккреционной Шренк-Фаддеевской зоне – субдукционно-коллизийная плутоногенно-метаморфогенно-гидротермальная (Жильнинская, Ленинградская рудные зоны) в карбонатно-терригенных углеродистых отложениях и тектоногенно-гидротермальная (пропилит-березитовая) в плутоногенно-вулканогенных комплексах (Малиновская, Гагаринская, Светлинская рудные зоны).

Позднепалеозойско-раннемезозойские проявления плутоногенно - гидротермальных рудоформирующих систем связаны: для золото – (сульфидно) – кварцевой формации – с формированием раннедейтерогенных гранитоидов диорит-гранодиоритовой формации (I – типа) и приуроченностью к удаленным от гранитов экзоконтактовым зонам зеленосланцевой фации (руч. Основного, Лагернинская рудные зоны); для золотосодержащей медно-молибден-порфировой формации – со становлением позднедейтерогенных субщелочных гранитов А-типа и приуроченностью к апикальным частям массивов (Оленьинский, Широкинский, Убойнинский рудные узлы).

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Урал является важной золотоносной провинцией, но в его пределах золотое оруденение распространено на Среднем и Южном Урале, в Тагило-Магнитогорской и Восточно-Уральской зонах, среди палеозойских осадочно-вулканогенных и интрузивных пород. На Полярном Урале месторождения золота Новогоднее Монто и Петропавловское размещаются в вулканогенно-осадочной толще с возрастом S_2 - D_1 . Общим для всех этих объектов является их расположение к востоку от Главного Уральского Разлома (ГУР). На Северном, Приполярном и Полярном Урале, к западу от ГУР, на площади развития рифей-вендских образований Центрально-Уральского поднятия (ЦУП), проявления коренного золота пока не многочисленны. Упомянется Верхнеиняусское (Нияусское) месторождение золото-сульфидно-кварцевой формации, в рифейско-вендских вулканогенных породах, в пределах Манитанырдской вулcano-тектонической структуры Полярного Урала. Южнее, на территории Приполярного Урала располагается Хобеизский «купол», относимый к доуралидам – древним массивам, причленившимся к Восточно-Европейскому континенту в конце докембрия в результате коллизионно-аккреционных процессов. На западной окраине «купола» выявлен новый тип фуксит-золото-палладиевого оруденения – месторождение Чудное. На восточном склоне Урала (Березовский район ХМАО-Югра), на площади Хальмерьинского рудного узла выявлено 3 месторождения с запасами золота: Сосновое – 1,4 т, Тэлаиз – 2,4 т и Воргавож – 7,7 т.

Для ЦУП установлено, что в начале коллизионного этапа было создано гетерогенно-контрастное по составу шарьяжно-складчатое сооружение, обусловившее дифференциацию физико-механических и химических свойств по разрезу вмещающей среды рудоотложения. Месторождения приурочены к протяженной северо-восточной разломно-сдвиговой зоне коллизионно-транспрессионного этапа развития, продольной к общей структуре Приполярного Урала в данном месте. Анализ структурной обстановки позволяет сделать вывод о неоднократном смене знака перемещений по составляющим тектоническим швам. В ранний, левосдвиговый этап перемещений, образованы трещины отрыва и скола, контролирующие крупные кварцевые жилы с пустотами, вмещающими кристаллы горного хрусталя, развита околожильная калишпатизация. Во второй этап правосдвиговой тектоники отлагались мелкие прожилки кварца с карбонатом и пиритом (редко гнезда халькопирита, сфалерита, галенита), пиритовые прожилки, окаймленные вкрапленностью пирита и сопровождающиеся серицитолитами. Эта сульфидная минерализация (основная золотопродуктивная) развита вдоль зон трещиноватости и жил кварца предыдущего этапа, часто наблюдается контроль меланократовой частью разреза.

На примере трех золоторудных объектов Хальмерьинской площади, относящихся к кварц-золото-сульфидной и золото-сульфидной жильно-прожилково-вкрапленной формациям и располагающихся на разных уровнях покровного сооружения, установлена вертикальная зональность строения рудных тел: внизу (Сосновое) это в основном крутопадающие, плитообразные, небольшой протяженности тела; в средней части (Тэлаиз) они представлены протяженными, наклонными, рудными столбами в узлах пересечения крутопадающих разломов с локальными надвигами; вверху (Воргавож) развиты пологие, протяженные субсланцеватые залежи в поднадвиговой позиции. В этом-же направлении увеличивается и масштабность объектов.

Таким образом, поисково-разведочные работы на Приполярном Урале подтвердили высокие перспективы на промышленное золотое оруденение докембрийских блоков ЦУП, вытягивающихся полосой в приводораздельной части Уральского складчатого пояса.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы президиума РАН № 4 «Месторождения стратегического сырья в России: инновационные подходы к их прогнозированию, оценке и добыче».

**Столяренко В.В., Звездов В.С., Коноплев А.Д. (ФГУП ЦНИГРИ).
ВЫДЕЛЕНИЕ НОВЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РУДНЫХ РАЙОНОВ,
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ, В ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ
ЗОНЕ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОЛОГО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ДАННЫХ И
РЕЗУЛЬТАТАМ ОБЪЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Исчерпание МСБ золотодобычи в Южной Якутии требует интенсификации поисков скрытых месторождений в новых районах, поскольку перспективы Центрально-Алданского рудного района (ЦАРР) одноименной металлогенической зоны, где сосредоточены практически все промышленные объекты Лебединского, Куранахского, Рябинового, Самолазовского и других рудных узлов (по большей части уже отработанные) ограничены.

Одним из перспективных потенциальных рудных районов (ПРР) в Южной Якутии является Ломамский, обладающий значительным геологическим сходством с ЦАРР (объектом-эталоном), но несопоставимо менее изученный. Рудопроявления района принадлежат золото-сульфидно-кварцевой формации. В его геологическом строении участвуют породы тех же структурно-вещественных комплексов: архей-протерозойского кристаллического фундамента Алданского щита (гнейсы, кристаллосланцы, гранитоиды); осадочных терригенно-карбонатных формаций платформенного чехла – венд-нижнекембрийской известняково-доломитовой и раннеюрской молассовой; интрузивных щелочноземельных и субщелочных формаций мезозойской магматической активизации. Геолого-структурная позиция обоих районов определяется глубинными магмавыводящими разломами, сочетанием выступов докембрийского фундамента с грабен-впадинами, выполненными терригенно-карбонатными отложениями (Верхнеякутской и Куранахской в ЦАРР, Ытымджинской в Ломамском). Многофазные интрузивные массивы Ломамского района (Билибинский, Чайдахский, Сеймджакский и др.) по петрологии близки к интрузивам ЦАРР, однако, возможная принадлежность их дифференциатов к основной продуктивной на золото монцонит-сиенитовой формации (лебединский комплекс, J₃-K₁) требует дополнительного обоснования. В Ломамском ПРР, как и в ЦАРР, развиты продукты гидротермально-метасоматических преобразований, связанных со становлением мезозойских интрузивов: магнезиальные и известковые скарны, анкеритовые метасоматиты (по карбонатным породам); березитоиды и калишпатиты, наложенные на более ранние пропилиты.

В качестве дополнительного критерия сходства Ломамского района с эталонным ЦАРР могут быть приведены результаты объемного моделирования по гравиметрическим данным с применением технологии «КОСКАД-3D». Ареал распространения золоторудных объектов в ЦАРР четко «совпадает» с проекцией на дневную поверхность обширного гравитационного минимума, фиксирующего на глубинах 60–50 км мощный магматический очаг. На срезах 30, 20 и 10 км этот минимум «распадается» на ряд мелких отрицательных аномалий, подчиненных в своей конфигурации глубинным и оперяющим их разломам, интрузивным массивам и отражающих каналы тепло- и массопереноса. Подобная же картина установлена и для гравитационного поля Ломамского района.

По установленным прогнозно-поисковым признакам Ломамский ПРР, эквивалентный (как и ЦАРР) крупной рудно-магматической системе, перспективен для поисков месторождений золото-сульфидно-кварцевой формации следующих структурно-морфологических типов: залежного, жильного и комбинированного (лебединского) в карбонатной и вышележащей терригенной толще; жильно-прожилкового и штокверкового в интрузивах повышенной щелочности («золото-порфирового» типа горы Рудной); скарнового на контактах массивов монцонит-сиенит-порфиров (самолазовского), карстовых полостей с золотоносной корой выветривания на контакте юрской терригенной и вендской карбонатной толщ (куранахского). Целесообразна постановка в пределах ПРР и, прежде всего в его северной части – Билибинской площади, прогнозно-минерагенических работ с целью локализации перспективных рудных полей для последующих поисковых работ.

Хасанов В.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПОЗИЦИЯ И ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ МАРОКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ НИЖНЕ-ЧИРИМБИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

Марокское рудное поле Нижне-Чиримбинского рудного узла входит в состав Северо-Енисейского рудного района. В геолого-структурном плане Марокское рудное поле расположено в западном крыле Ангара-Питского синклинория, которое осложнено Ишимбинским глубинным разломом. В строении крыла участвуют терригенные отложения сухопитской серии нижнего и среднего рифея (кординская, горбилокская, удерейская и др. свиты) и тунгусикской серии верхнего рифея (потоскуйская, шунтарская свиты). В зоне влияния Ишимбинского глубинного разлома размещается подавляющее большинство известных золоторудных объектов, в том числе Доброе, Советское, Пролетарское, Эльдorado золото-кварцевого мало-сульфидного типа, а также ряд многочисленных проявлений золота этого типа. Важнейшей закономерностью локализации золоторудной минерализации для данного региона является ее литолого-стратиграфический и структурно-тектонический контроль, при этом определяющее значение стратиграфического уровня подчеркивается не количеством проявлений золоторудной минерализации, а в первую очередь интенсивностью оруденения (Вызу А.И., 1983 г.). Рудовмещающими здесь являются терригенные образования низов сухопитской серии нижнего и среднего рифея, метаморфизованные в условиях фации зеленых сланцев биотит-хлоритовой субфации. Более высокие стратиграфические уровни, особенно отложения тунгусикской серии, характеризуются редкими локальными проявлениями золота с невысокими его содержаниями (Вызу А.И., 1983 г.).

Марокское рудное поле (60 км²) приурочено к сложно построенной, локальной горст-антиклинали Певунская (Усть-Певунская), в ядре которой обнажаются карбонатно-терригенные отложения рязановской (пенченгинской) свиты нижнего протерозоя, а крутопадающие дислоцированные крылья сложены терригенными отложениями кординской, горбилокской и удерейской свит нижнего и среднего рифея (низы сухопитской серии). Именно к крыльям Певунской горст-антиклинали приурочены выявленные здесь минерализованные зоны Яхотинская и Марокская. Эти зоны оконтуриваются лишь по геохимическим данным, комплексной аномалией золота во вторичных ореолах рассеяния, интенсивностью 0,01 г/т. Протяженность этих зон более 12 км, мощность до 800 м с расширением до 2 км в пределах восточного крыла Певунской горст-антиклинали (участок Марокский). В южной части минерализованные зоны замыкаются в зоне регионального глубинного разлома северо-западного простирания, выделенного по геолого-геофизическим данным.

Промышленное золотое оруденение Марокского рудного поля связано с жильно-прожилковыми системами золото-кварцевого и золото-сульфидно-кварцевого составов северо-восточного и северо-западного простираний и в незначительной степени с рассеянной сульфидной минерализацией (пирит, арсенопирит). При этом промышленные концентрации золота формируются в тектонически ослабленных зонах субмеридионального простирания, выраженные зонами трещиноватости, рассланцевания и будинажа (Москалев, 2015).

Выявленные рудные зоны и тела маломощные при крайне неравномерных содержаниях золота (средние содержания в рудных интервалах не более 2 г/т, в отдельных пробах до 280 г/т). Золото свободное, нередко в сростании с кварцем, арсенопиритом, реже со слюдой, пиритом, гранатом и рутилом. Основная часть свободного золота представлена размерностью 0,1–0,5 мм и составляет более 70 % от общего количества.

Хомичев В.Л. (АО «СНИИГГиМС»).

РУДНО-МАГМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Сокращающийся резерв легкооткрываемых месторождений стимулирует исследования по прогнозу и поискам скрытого оруденения. Эта проблема родилась давно, но из-за ее сложности оптимальной методики пока нет. Хотя уже ясно, что решать ее нужно на генети-

ческой основе, на основе генетических моделей рудных формаций. Для медно-молибденовых месторождений генетическая связь с гранитоидами очевидна, но характер связи не совсем ясен. Источник оруденения находится внутри плутона, но где именно и как с ним связана зона рудоотложения – вопрос. Причины тому рассмотрены в монографии «Петрологическая основа гранитоидных рудно-магматических систем». Главные из них:

- несостоятельность гипотезы палингенного автономного корового гранитообразования;

- мы не знаем внутреннего строения плутонов и геофизических способов его познания.

Благодаря разработанной в СНИИГГиМСе программы GEOLAB (О.Г. Садур), достигнуты определенные успехи по моделированию внутреннего строения плутонов и гранитоидных рудно-магматических систем.

1. Гранитоидные плутоны представляют межформационные горизонтально расслоенные лополиты, верхняя часть которых (до 5 км) сложена гранитоидами, а большая нижняя (>10 км) – габброидами. Но это генетически единые габбро-гранитные тела;

2. Первичной автономной гранитной магмы корового палингенного происхождения, как принято считать, нет. Есть только одна первичная базальтовая магма и один уровень магнообразования – пластичная мантия. Граниты, как и риодациты, являются внутрикамерными дифференциатами базитовой магмы. Массовое ошибочное комплексотворчество на гранитной почве нанесло огромный вред геологической науке;

3. Конечный пункт дифференциации – это крупные очаги котектических лейкогранитов, в которых сконцентрирована большая часть летучих и рудных компонентов исходной базитовой магмы, изначально специализированной на многие элементы;

4. Остаточная природа лейкогранитов – это объективный фактор превращения их очагов в источник рудно-магматической системы: источник и металлов, и флюидов, и энергии рудообразования. Никаких других источников (из боковых пород) не требуется.

5. Выходящие из остаточного лейкогранитового очага штоко-гребневидные апофизы высоко-флюидизированного расплава формируют на фронте зону рудоотложения интрузивно-адаптивного типа;

6. Моделирование глубинного строения габбро-гранитных плутонов по гравимагнитным данным позволяет оконтурить остаточные очаги, выявить выходящие из них апофизы и наметить локальные перспективные на скрытое оруденение площади под детальные геофизические работы;

7. Детальные геофизические работы на таких участках позволяют конкретизировать, локализовать поисковые объекты для заверочного и поискового бурения;

8. Петрологическая основа гранитоидных рудно-магматических систем реализована на медно-молибденовых месторождениях, но приложима к широкому кругу (Fe, Au, Ag, W, Sn, Pb, Zn и др.) оруденения, связанного с гранитами.

Положительные результаты работ иллюстрируются на примере ряда месторождений (Коунрад, Песчанка, Сора, Джетка, Агаскыр, Кызык-Чадр, Усинское).

Вывод. Глубинное геолого-геофизическое моделирование представляет новое актуальное направление прогноза гранитоидных рудно-магматических систем на скрытое оруденение. Его необходимо совершенствовать и широко использовать в отрасли, в первую очередь, при ГДП-200. Ближайшая задача – заверить результаты моделирования бурением.

**Шаповалов В.С., Конкина О.М., Тучина М.В., Ермакова Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ МЕДИ РОССИИ ПО
ОСНОВНЫМ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫМ ТИПАМ**

Современная структура прогнозных ресурсов (ПР) меди насчитывает более 8 геолого-промышленных типов (ГПТ), среди которых главными по сумме ресурсов всех категорий (Р₃-Р₁) являются: медно-порфировый (38% от суммы ПР по РФ), медно-цинково-колчеданный (30%), медистых песчаников и сланцев (12%), сульфидный медно-никелевый (10%) и

колчеданно-полиметаллический (9%); другие ГПТ в сумме – около 1%.

Сравнение структуры распределения ПР меди по геолого-промышленным типам 1988-1993 гг. с современной показывает, что в последние годы наметились некоторые новые тенденции по изменению количественной роли основных ГПТ в ресурсной базе меди.

Если в середине прошлого века в структуре ПР меди страны доминировал как по сумме ресурсов, так и по количеству объектов медно-цинковый колчеданный ГПТ, связанный, в основном, с многочисленными месторождениями Урала, то уже в конце века в ресурсной базе меди РФ заметно возросла роль других (вышеперечисленных) типов. Так конце 80-х – начале 90-х годов основное количество (83%) ПР меди всех категорий было представлено тремя типами в относительно равных количествах: медно-порфировый – 19000 тыс. т, 27% от РФ, медно-никелевый – 18750 тыс. т, 26,6% и медно-колчеданный – 20600 тыс. т, 29%. После потери значительных ресурсов молибден-медно-порфирового ГПТ, находящихся в Узбекистане и Казахстане, усилились поисково-оценочные работы в РФ, тем более, что резервы таковых по результатам ГРП советского периода имелись на Урале, в Забайкалье, на Чукотке и др. регионах, но недостаточно вовлекались в разведку в основном по экономическим причинам. Усиленное повсеместное изучение медного оруденения этого типа привело к переоценке и выявлению ряда новых перспективных объектов и районов. После 1993 года были полностью сняты ПР медно-порфировых руд в Тыве и медно-никелевых в Бурятии. Были выявлены и следом разведаны месторождения: на Урале – Михеевское и Томинское, в Сибири (Забайкалье) – Быстринское и др. На Чукотке сегодня переразведывается Баимский узел (Песчанка и Находкинское рудное поле), пополняются ресурсы в Танюерском и Ольховско-Кавральянском рудных районах, на Камчатке – в Хим-Кирганикском рудном районе и Крутогорско-Андриановском рудном узле. Сохраняют ресурсный потенциал этого ГПТ и другие регионы Дальневосточного ФО, но изученность объектов этого типа остаётся здесь пока весьма слабой и односторонней (преимущественно на золото). Интересно «продвижение» ресурсов меди ГПТ в песчаннико-сланцевых толщах. После «ухода» в запасы Удокана в других районах Сибири с некоторым временным разрывом в ресурсной базе данного ГПТ появляются новые объекты (Ологашский узел в Красноярском крае и Южно-Чиканский район в Иркутской области). Это можно считать в целом хорошим признаком поддержания стабильного уровня геолого-металлогенической изученности и восполняемости ресурсов меди. Относительное снижение роли медно-никелевого типа в ресурсной базе меди вполне компенсируется его приоритетом в запасах, за счёт прежнего геологоразведочного задела, связанного с необходимостью пополнения сырьевой базы никеля и платиноидов.

Сравнительно малочисленными и малозначимыми остаются ресурсы скарнов и развитых по ним глинистых кор (Гумешевский тип), а также новые объекты, близкие к железованадий-медному (Волковскому) типу, расположенные в Ямало-Ненецком АО и относящиеся пока к некондиционным из-за недостаточной изученности.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ ГРП ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МСБ РОССИИ

***Александров В.В., Зубков А.И., Кривко Т.Н. (ОАО «УГСЭ»), Кокорин Н.П. (Уралнедра).
О ПЕРСПЕКТИВАХ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВОГО И ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНИЙ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МУРЗИНСКОГО И ВЕРХИСЕТСКОГО ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ***

Геологическое изучение района имеет длительную историю и ведет свое начало от академика Палласа, посетившего район в 1773 г. До 60-х годов XX века в районе велись поиски золото-кварцевого типа. Как показала практика геологоразведочных работ последних десятилетий даже в сравнительно хорошо изученных «старых» горнорудных районах Урала оказалось возможным выявление новых золоторудных объектов золото-сульфидно-кварцевого и золото-сульфидного типов в виде минерализованных зон (месторождения Воронцовское, Светлинское и др.).

Одним из перспективных районов на выявление новых золоторудных объектов можно назвать восточную часть Невьянско-Непряхинской металлогенической зоны, включающей в себя глубинные разломы – Мурзинский и Верхисетский. В зоне сопряжения этих разломов известно несколько объектов золото-сульфидно-кварцевого и золото-сульфидного типов.

В ходе поисковых работ в южной части зоны Мурзинского разлома в корях выветривания была выявлена значительная по размерам и интенсивности геохимическая аномалия (Александров, 2014 ф). Буровые работы установили значительные по мощности (до 100 м) коры выветривания остаточного и перемещенного типа в зоне карста над известняками. В менее выветрелых породах было установлено широкое развитие пирит-арсенопиритовой вкрапленной минерализации, а также метасоматических изменений кварц-серицит-хлоритовой и аргиллизитовой формаций.

Таким образом, в зоне Мурзинского разлома установлено развитие потенциально золотоносной пирит-арсенопиритовой минерализации.

Верхисетский разлом является рудогенерирующим. В южной и северной его частях известны золоторудные месторождения и проявления золото-сульфидно-кварцевого и золото-сульфидного типов (Пышминско-Ключевское, Аятское, Верхотурское, Слудское, Башкарское и др.).

Общие перспективы Пышминско-Ключевского и Аятского месторождений являются достаточно ясными, а их промышленное значение установленным. Потенциально перспективными являются пять потенциально рудоносных зон: три в западной части на северном продолжении Коневского жильного поля: Тенегинская, Саповская и Западно-Саповская, перспективные на оруденение золото-сульфидного и золото-сульфидно-кварцевого типов (объект-аналог – Воронцовское месторождение) и две – в восточной части: Пашковская, перспективная на золото-сульфидное оруденение (объект-аналог – Воронцовское месторождение) и Старопаньшинская, перспективная на оруденение золото-сульфидно-кварцевого типа (объект-аналог – Березововское месторождение). В пределах всех зон ожидаются также золотоносные коры выветривания, мощность которых достигает 50 м, доходя в линейных зонах до 100 м.

Следует отметить, что имеющиеся архивные данные о содержаниях золота в метасоматически измененных породах площади весьма разрозненны, ввиду не системного их опробования в рамках предшествующих работ. Несмотря на это, они свидетельствуют о перспективах площади на обнаружение промышленно значимых объектов типа «минерализованных зон».

Ананьев Ю.С., Ворошилов В.Г. (Томский политехнический университет).
КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ЦЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОИСКОВ
ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Актуальной задачей в области рационального природопользования в современных сложных экономических условиях является расширение минерально-сырьевой базы стратегически важных металлов. Решение этой задачи возможно, прежде всего, за счет выявления новых рудоносных площадей, но эффективность существующих поисковых методов в сложных ландшафтных условиях, преобладающих в потенциально золотоносных районах, была и остается весьма низкой. Решению проблемы в существенной степени способствовало бы создание новой экспрессной технологии поисков рудных месторождений, в том числе, не выходящих на дневную поверхность.

Авторами разработаны подходы картирования минерально-геохимических полей в сложных ландшафтно-геологических условиях на основе комплексирования материалов обработки современных спектрозональных космических снимков и результатов наземных геолого-геохимических работ. Научной основой создаваемой технологии является разрабатываемая авторами концепция формирования геохимических полей гидротермальных месторождений, согласно которой, рудогенные минерально-геохимические поля имеют вихревую структуру, дешифрируемую при обработке космических снимков, что позволяет локализовать металлогенические таксоны различных рангов.

Разрабатываемая технология позволяет с минимальными временными и финансовыми затратами выделить перспективные площади и опосредованно их традиционными наземными геолого-геохимическими методами. Другим преимуществом разрабатываемой методики поисков, наряду с экспрессностью и высокой ресурсоэффективностью, является принципиальная возможность ее применения в любых ландшафтных условиях.

В основе технологии выделения перспективных площадей лежит комплексное многоуровневое дешифрирование современных спектрозональных космических снимков, которое позволяет по структурно-вещественным признакам выделять перспективные площади различных металлогенических таксонов – рудные районы, узлы, поля, зоны и месторождения. При этом используются данные Landsat, Aster, детальные космические снимки компании DigitalGlobe (Ikonos, WorldView-1, WorldView-2, WorldView-3, QuickBird и др.) и цифровые модели рельефа SRTM и AsterGDEM.

Прогнозирование рудных районов и узлов проводится по дешифрируемым структурным критериям. Выделение рудных полей осуществляется на основе выявляемых структурно-вещественных признаков, а фиксация потенциально продуктивных зон и месторождений – на основе картирования метасоматитов по данным космических съемок.

Заверка выделенных перспективных площадей проводится наземными площадными геолого-геохимическими съемками с подтверждением формационных типов рудоносных метасоматитов и выявлением разноранговой геохимической зональности.

В докладе приводятся данные, полученные авторами, по золоторудным объектам различных формационных типов.

Бардухинова А.В. Ковальчук О.Е. (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО).
ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД
КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ

Ранее при находке алмазоносных кимберлитовых тел использовался опыт поисков алмазов по индикаторным минералам, являющимся мантийными спутниками алмаза (МСА). Однако, шлиховой способ поиска алмазов по «пироповым дорожкам» на современной площади теряет свою актуальность, т.к. поиск направлен на обнаружение более глубоких кимберлитовых тел. Возможно предположить, что у кимберлитовых тел могли сохраниться краевые части с комплексом вулканогенно-осадочных и осадочно-вулканогенных образова-

ний, значительно затрудняющих поиски трубок. На кимберлитах и кратерных осадках могли проявиться процессы древнего корообразования, кардинально изменившего облик как кимберлитов, так и осадочно-вулканогенного и вулканогенно-осадочного комплексов пород кратерных фаций. В связи с этим возникла необходимость не только развития традиционных геолого-геофизических, но развитие геохимических поисковых методов прогнозирования скрытых алмазоносных объектов. На базе Научно-исследовательского геологоразведочного предприятия (НИГП) АК «АЛРОСА» разработана методика локального прогнозирования кимберлитовых тел на основе комплексного исследования вторичной постмагматической минерализации кимберлитов и вмещающих пород, а также продуктов разрушения кимберлитов, по средствам газового хроматографа GC-2010 plus, Shimadzu (Япония).

В основе исследований лежит гипотеза о том, что каждое месторождение алмазов сопровождает ореол древних газов, образующихся при извержении древнего вулкана – кимберлитовой трубки. При прорыве сквозь земную кору, под высоким давлением, магматические растворы и газы выносили алмазы с глубин более 120 км. Предполагается, что часть газов проникает во вмещающие породы, тем самым увеличивая поисковую зону объекта.

Работы по газогеохимическому анализу проводились на объектах «Россыпной-Б» и «Сюльдюкарский». Кимберлитовые ореолы характеризуются повышенными концентрациями и специфическими чертами спектра адсорбированных углеводородных газов (от C_1H_4 до C_5H_{12}) и CO_2 . Аномальные газогеохимические показатели для объектов устанавливаются прежде всего для CO_2 . На ряду с углекислым газом, в аномальных пробах, фиксируется повышение содержания углеводородов.

Россыпь ближнего сноса «Нюрбинская» (об. Россыпной-Б) представлена пелитоморфными, тонкозернистыми, мелкозернистыми, выветрелыми известняками. По данному объекту, выделяющийся локальный участок, по значению окклюдированного углекислого газа в породах пространственно совпадает с зоной эруптивных брекчий базитов, выделенной П.А. Игнатовым в Ботуобинском разломе и сопровождающих их флюодизитов.

Исходя из полученных результатов, установлено, что концентрации импрегнированного CO_2 во вмещающих осадочных породах россыпи Нюрбинская связаны с проявлениями трапового и кимберлитового магматизма, что соответствует высказанным теоретическим представлениям об образовании газовых ореолов.

Показатели газохроматографического анализа уч. «Сюльдюкарский» по компоненту CO_2 ниже, на фоне уч. «Россыпной-Б». Следует заметить, что минимально-аномальный ореол по содержанию углекислого газа, характерен для образцов из разрезов, находящихся в экзоконтакте с кимберлитом. Образцы представлены в основном брекчией карбонатных пород с прожилками кальцита, измененными мергелями, инъекциями кимберлита. Зона с большим показателем CO_2 отражает импрегнированность слабо изменённых глинистых известняков, более удаленных скважин от рудного тела.

Таким образом, газохроматографические исследования вмещающих пород позволили зафиксировать минимально и максимально-аномальные зоны содержания импрегнированных газов в околотрубочном пространстве. Подтверждается целесообразность дальнейшего изучения газового пространства кимберлитовых тел с целью отработки поисковой методики новых месторождений, не выраженных в магнитном поле.

Богославец Н.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).

СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ КОЛЧЕДАНО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ШАХТАМИНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Шахтаминской рудный район относится к Приаргунской минерагенической зоне.

В пределах Шахтаминского рудного района была изучена Александрово-Заводская и клинская вулканотектонические депрессии. В строении рудного района принимают участие вулканогенные и терригенные отложения нижней субформации средне-позднеюрской го-

модромной последовательно дифференцированной вулканогенно-кремнисто-терригенной формации с достаточно резкой фациальной изменчивостью. Разрез субформации имеет двухчленное строение – верхняя пачка вулканогенная и нижняя терригенная. Вулканогенная пачка сложена породами прижерловой и промежуточной фаций вулканизма. Терригенная пачка включает в себя породы удаленной фации. Разрез субформации прорван субвулканическими и экструзивными телами габбро-долеритов, долеритов, базальтов и андезибазальтов жерловой фации. Прижерловые отложения характеризуются наличием лавобрекчий, кластолав, туфов от основного до кислого состава. Промежуточные фации вулканизма – лавы от базальтового до дацитового состава, и их туфы. Среди вулканитов основного состава в равном количестве наблюдаются породы нормального и субщелочного ряда. Вулканогенные породы среднего и кислого состава, относятся к нормальному ряду калиевой серии с повышенным содержанием кремнекислоты и глинозёма. Вулканогенно-осадочные отложения удаленных фаций вулканизма представлены кремнисто-глинисто-терригенными и карбонатно-терригенными отложениями, в некоторых случаях с примесью органического углерода. Околорудные изменения представлены метасоматитами кварц-серицит-карбонатного состава сформированными в процессе березитизации. Общие структуры рудного района – вулканотектонические депрессии с пологими, участками субгоризонтальными складками волочения, осложненными флексурообразными и изоклинальными складками более высоких порядков и разбитые сериями тектонических нарушений двух основных направлений – субсогласными и секущими. Предположительно формирование складчатости происходило в три этапа деформации в результате которых были образованы соответственно куполовидные, ассиметричные и симметричные флексурообразные пологие формы. Все перечисленные выше геологические и геохимические особенности рудного района в большой мере соответствуют эталонной Нойон-Тологойской вулканотектонической депрессии с находящимися в её пределах месторождениями Нойон-Тологой и Талман, что позволило выделить в пределах Александрово-Заводской вулканотектонической депрессии два перспективных рудных поля – александрово-заводское и маньковское. В пределах александрово-заводского рудного поля были проведены поисковые работы и выявлено рудопроявление Кодак, где ООО «Железный кряж» были оценены, а ФГУП ЦНИГРИ апробированы прогнозные ресурсы категорий P1+P2. Зоны рудной минерализации приурочены к областям межслоевых и внутрислоевых срывов нижней пачки вулканогенной части или приконтактной части горизонта градационно слоистых гравелито-песчанников и тяготеют к ядерной части складки волочения. Выделяются два типа минерализации: прожилково-вкрапленная марказитового и марказит-пиритового состава; гнездово-прожилковая галенит-сфалерит-пирит-марказитового с халькопиритом и галенит-сфалерит-марказит-арсенопиритового состава. Вмещающие породы и руды претерпели контактовый метаморфизм мусковит-роговиковой фации выразившийся в широком распространении зон ороговирования. Проведенные опережающие работы в маньковском рудном поле показали, что данная структура является юго-западным замыканием вулканотектонической депрессии, имеет аналогичный александрово-заводскому рудному полю разрез, разновидности пород, литохимические особенности. Также здесь были выявлены характерные геохимические аномалии, а штучное опробование показало высокие содержания полезных компонентов. На основе изучения полученных данных. можно рекомендовать постановку данного участка под поисковые работы.

Васюков В.Е., Шумилин Д.А., Артемова О.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

СВЕТЛОВСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ БОДАЙБИНСКОГО РАЙОНА – ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ

Бодайбинский рудный район входит в состав Байкало-Патомской металлогенической провинции и известен своей богатой золотоносностью с XIX века. За 170 лет здесь добыто более 1,5 тыс. т россыпного золота, открыто 16 месторождений коренного золота. В структурном отношении район расположен в пределах сложнодислоцированного Мамско-Бодай-

бинского мегасинклиория первого порядка. Пликативные структуры представлены преимущественно сжатыми опрокинутыми складками. По ним интенсивно проявлен кливаж, а также многочисленные разрывные нарушения. Разрез представлен метаморфизованными углеродистыми терригенными и карбонатсодержащими отложениями флишеидного строения рифей-вендского возраста. Золотое оруденение в промышленных концентрациях установлено на различных литолого-стратиграфических уровнях и контролируется протяженными зонами складчато-разрывных деформаций.

ФГУП ЦНИГРИ в 2013-2015 гг. проводил поисковые работы в пределах Маракано-Тунгусского рудного узла, включающего такие месторождения золота как Сухой Лог, Вернинское, Невское, Ыканское, Ожерелье, а также ряд рудопроявлений. Одним из основных объектов поисковых работ явились зоны золоторудной минерализации Светловского рудного поля (рудопроявления Зона Северная, Дорожное, Верхне-Тунгусское и Дальнее). Проведены аэрогеофизические исследования, по системе опорных профилей выполнены наземные геофизические, маршрутные и горно-буровые работы. На рудопроявлении Зона Северная, расположенном в пределах Сухоложской зоны складчато-разрывных деформаций, оконтурена минерализованная зона и получены рудные пересечения с промышленными параметрами. Апробированные прогнозные ресурсы золота составили: категории P_1 – 46 т, категории P_2 – 84 т; при среднем содержании металла 1,92 г/т.

Минерализованные зоны Светловского рудного поля приурочены к углеродистым терригенным толщам хомолхинской и аунакитской свит и характеризуются проявлением процессов гидротермально-метасоматических изменений (образования серицит-мусковит-пирит-пирротин-(арсенопирит)-Fe-доломит-(сидерит)-кварцевого состава). Минерализованные зоны сопровождается повышенными содержаниями золота (более 0,01 г/т) и мышьяка (более 250 г/т). Рудные зоны рудопроявления Зона Северная также характеризуется узким интервалом значений изотопного состава серы в сульфидах (4,7-8,7‰). Отмеченные особенности сближают Светловское рудное поле с рудным полем месторождения Сухой Лог и обеспечивают инструменты для поиска новых и наращивания известных ресурсов коренного золота на данной площади.

Голубев Ю.К., Прусакова Н.А., Голубева Ю.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ).

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА АЛМАЗОВ РОССИИ:

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

В настоящее время РФ занимает 1-ое место в Мире по запасам алмазов, по их добыче в каратах (порядка 30% мировой добычи), объемам их продаж (около 26%). Государственным балансом запасы алмазов на территории Российской Федерации учтены по 79 месторождениям, в том числе по 25 коренным (23 кимберлитовых и два импактных) и 54 россыпным; в четырех из них (двух кимберлитовых и двух россыпных) подсчитаны только забалансовые запасы. Общие запасы алмазов составляют чуть меньше 1200 млн. карат.

В распределенном фонде недр находится 51 объект (19 кимберлитовых и 32 россыпных), в том числе все значимые месторождения алмазов России. Практически все они принадлежат монополисту отечественной алмазодобывающей промышленности, компании ПАО АК «АЛРОСА». 95% балансовых запасов сосредоточено в 53 объектах. (Республике Саха (Якутия) около 80% и в Архангельской области около 20%). Практически все запасы находятся в распределенном фонде недропользования. Основное количество балансовых запасов категорий $A+B+C_1$ (95,05%) заключено в коренных месторождениях, и 4,95% – в россыпных. За период 2005–2014 гг. наблюдается отчетливая тенденция общего снижения запасов алмазов в коренных месторождениях, в меньшей степени – категорий $A+B+C_1$ в связи с постоянно выполняемой доразведкой глубоких горизонтов действующих месторождений. Разведанные (рентабельные) запасы алмазов коренных месторождений категорий ABC_1 могут быть полностью отработаны за немногим более 20 лет, что соответствует общемировой ситуации. Ситуация усугубляется тем, что за последние 20 лет в РФ, да и во всем Мире не

было открыто ни одного крупного месторождения алмазов, несмотря на значительные средства, вкладываемые в геологоразведку.

Потенциал алмазоносности России весьма высок. Прогнозные ресурсы категории P_3 сопоставимы с таковыми для всего остального мира. Ресурсы категорий P_1 и P_2 сконцентрированы в основном в регионах с уже известными месторождениями, а ресурсы категории P_3 выявлены и на ряде новых территорий. Ресурсы категорий P_1 и P_2 составляют всего 16% суммарных; они выявлены в основном в Якутии и Архангельской области. Особую озабоченность вызывает дефицит прогнозных ресурсов категории P_2 , т.к. с ними связан потенциал разведки новых месторождений. В тоже время отсутствует дефицит ресурсов категории P_3 . Подобное положение показывает тот факт, что средства, выделяемые на поиски месторождений алмазов, расходуются либо не там, где могут быть обнаружены новые месторождения, либо неэффективно.

Повышение эффективности ГРП, как правило, рассматривается с точки зрения разработки и применения каких-либо новых аппаратных методик. Данный подход вкупе с увеличением физических объемов выполняемых работ за последние годы не дал положительных результатов что, в определенной степени, связано с тем, что поиски алмазных месторождений ведутся в местах, где имеются алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов в рыхлых отложениях при этом слабо учитывается, либо совсем не учитывается специфика формирования россыпей алмазов и ореолов рассеяния минералов-индикаторов. Данный подход к проведению поисковых работ на алмазы можно рассматривать как экстенсивный. К настоящему времени этот подход становится уже трудно осуществимым за счет истощения площадей под постановку поисков. С точки зрения авторов, для решения проблем воспроизводства МСБ алмазов следует применить интенсивный метод, заключающийся в концентрации ГРП в пределах площадей (участков), которые должны быть выделены как перспективные на основе опережающих работ: Прогнозно-минерагенические, ГМК-500, ГМК-200.

Гусейнов А.И., Мамедова А.Г., Шамиев Р.А. (Бакинский государственный университет).
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД ДАГКЕСАМАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)

Дагкесаманское золото-полиметаллическое месторождения расположено в северо-западной части Малого Кавказа. В геологическом строении Дагкесаманского месторождения развиты верхнемеловые вулканогенные образования, представленные андезитовыми и диабазовыми порфиритами и их пирокластолитами. В северо-западной части месторождения обнажается крупное субвулканическое тело позднеантонских риодацитов. Месторождение с востока и запада ограничено клинообразно расположенными разломами. Проходят они вдоль контакта антон-кампанских вулканитов с позднеантонскими риодацитами.

Дагкесаманское месторождения характеризуется большим различием минералогического состава, структурами и текстурами руд, сочетанием и средними значениями главных и редких элементов и их примесей. Вещественный состав руд был сформирован в результате комбинации рудных парагенезисов, возникших при последовательном наложении друг на друга нескольких рудообразующих процессов: раннего пиритового и наложения гидротермально-метасоматического золото-полиметаллического оруденения, связанного с более поздней магматической деятельностью или процессами активизации. Состав руд обоих типов весьма прост. Рудоносные образования Дагкесаманского месторождения характеризуются сравнительно несложным набором минеральных ассоциаций – спутников золота: пирита (15–20%), сфалерита, халькопирита, галенита. Основная масса рудных зон представлена кварцем, карбонатом. Золото установлено в основном самородное. Высокая концентрация этого металла в рудах зоны окисления (глубина 20–25 м, иногда до 30–40 м) связано с вторичными гипергенными процессами. Второстепенные минералы – марказит, мельниковит, гематит, самородные золото и серебро; редкие – кобальтин, клейофан, кобальтсодержащий пирит,

молибденит, гринокит, пирротин, тетраэдрит, магнетит, виттихенит, самородная медь, ковеллин, аргентит, полибазит, штрουμεйерит, ялпаит, алтаит, гессит; из жильных – кварц, карбонаты, барит, хлорит, серицит и мусковит.

Состав руд весьма прост. Главным минералом является пирит, с которым ассоциируются в незначительном количестве мельниковит, халькопирит, сфалерит и пирротин. Руды золото-полиметаллического состава объединяют три ассоциации, 1) кварц I + пирит II + халькопирит II + сфалерит II + галенит I + золото I + серебро + тетраэдрит; 2) галенит II + халькопирит III + золото II + гриконит + виттихенит + гессит + алтаит; 3) кварц II + карбонаты. Пирит I, встречается в виде вкрапленников, гнезд и тонких и коротких прожилок. Агрегаты пирита характеризуются двумя разновидностями. Пирит I среднезернистого сложения состоит из бесформенных и кубических кристаллов размером от 0,02–0,05 до 2 мм. На фоне зон хлоритизации он формирует от тонкорассеянных, вплоть до массивных скоплений различных масштабов. Агрегаты часто образуют бухтообразные, почковидные обособления с коломорфной структурой.

Вторая разновидность пирита II кубической и пентогондодекаэдрической формы с аллотриоморфно-зернистой структурой на фоне тонкозернистого пирита формируют относительно крупные агрегаты размерами до 5–6 мм. Для обеих разновидностей пирита характерно неравномерное распределение, корродирование, брекчирование и пересечение поздними сульфидами. С пиритом первой генерации ассоциируются халькопирит I и сфалерит I. Пирит II генерации составляет основу брекчиевидных и пятнистых текстурных типов. Агрегаты различных размеров (до 5 мм), представленные кристаллами кубического и пентагон додекаэдрического габитусов в ассоциации с халькопиритом II, сфалеритом II и галенитом I брекчируют и замещают пирит первой генерации.

Халькопирит I встречается в виде небольших пятнистых скоплений размерами от 0,02–0,03 до 0,2–1 мм. Агрегаты сложены в интерстициях пирита I. Отмечается замещение коломорфных выделений пирита I халькопиритом I. В наиболее крупных агрегатах халькопирита I отмечаются микровключения сфалерита I (распада твердого раствора), свидетельствующие о высокотемпературном режиме их формирования. С халькопиритом I часто ассоциируется кобальтин. *Халькопирит II* в ассоциации с пиритом II, сфалеритом II и галенитом I образует пятнистые и гнездовые скопления. Агрегаты близизометричной, неправильной формы размером от 0,5–0,1 до 0,2–1 мм с сфалеритом II и галенитом I образуют структуры взаимосрастания без следов замещений.

Сфалерит I отмечается в виде мелких выделений размером до 0,04–0,08 мм. Нередко агрегаты сфалерита I формируют почковидные обособления. Сфалерит I с халькопиритом I образует структуры срастания. Имеют плавные контакты без следов замещений. Сфалерит I отмечается в ассоциации с халькопиритом I, заполняет межзерновые пустоты пирита I замещающая, корродирует его агрегаты. *Сфалерит II* отличается крупными (I–8 мм) размерами агрегатов. В ассоциации с галенитом I образует вкрапленно, пятнистые и гнездовые скопления массивного сложения. Сфалерит II с пиритом II образуют аллотриоморфнозернистые структуры.

Галенит I встречается в виде мелких пластинчатых выделений в ассоциации халькопирита. Агрегаты неправильной формы развиты крайне неравномерно. Сфалеритом II и халькопиритом II образуются структуры взаимосрастания. *Галенит II* с халькопиритом III образует тонкие прожилки, крупные агрегаты пластинчатого сложения размером 0,1–0,2 мм, с халькопиритом III образует тесное срастание без следов замещений.

Тетраэдрит встречается очень редко. Агрегаты неправильной формы размером 0,03–0,05 мм ассоциируются с халькопиритом II, сфалеритом II и кварцем I. В срастании с халькопиритом II тетраэдрит образует структуры взаимосрастания. Состав руд второй ассоциации весьма прост. Главные минералы ассоциации представлены галенитом II, халькопиритом III и золотом II. Из редких встречаются пирит III, сфалерит III, кобальтсодержащий пирит, виттихенит, гриконит.

Молибденит встречается очень редко. Удлиненно-пластинчатые индивиды размером

0,001–0,002, 0,005–0,01 мм ассоциируются с поздним кварцем.

Таким образом, наиболее распространенными рудообразующими минералами Дагкесаманского месторождения являются: пирит (15–20%), сфалерит, халькопирит, галенит. Из вторичных минералов присутствуют ковеллин, аргентит, полибазит и др. Золото установлено в основном самородное, редко наблюдаются также самородное серебро и самородная медь.

Звездов В.С., Васюков В.Е., Котельников Е.Е., Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ОБОСНОВЫВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ
ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ
РАБОТ ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МСБ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Актуальность проведения прогнозно-минерагенических работ (ПМР) определяется дефицитом поисковых площадей, который негативно отражается в динамике изменения прогнозных ресурсов и развитии МСБ ТПИ страны в целом.

Главные задачи ПМР: изучение рудных районов (узлов); выделение в их пределах потенциальных рудных полей (ПРП); оценка прогнозных ресурсов районов и полей по категориям P_3 и P_2 ; ранжирование ПРП по перспективности, определение среди них первоочередных для постановки поисковых работ; подготовка рекомендаций к их проведению.

Для выбора площадей, на которых было бы целесообразно поставить ПМР, собраны и проанализированы геолого-съемочные, геофизические, геохимические, поисковые и иные материалы по стратегическим и высоколиквидным полезным ископаемым трех крупных регионов: Западного Сихотэ-Алиня (Cu, Au, Mo), центральной части Колымского орогенного пояса (Au), Алтае-Саянской складчатой области (Pb, Zn, Cu, Au, Ag). Основные информационные источники: государственные геологические карты и карты ПИ масштабов 1:1 000 000, 1:200 000 и крупнее, объяснительные записки к ним, картограммы изученности; фондовые отчеты, монографии, статьи; банки данных ВСЕГЕИ, Росгеолфонда, ЦНИГРИ, ВНИИгеосистем (интернет-ресурсы); кадастры по прогнозным ресурсам и балансы по запасам ТПИ.

В итоге выполненного анализа в каждом из названных регионов с учетом установленных прогнозных критериев и признаков выделено несколько перспективных площадей (сотни – первые тыс. км²) в ранге рудного района (РР) – рудного узла (РУ) для проведения ПМР. К семи первоочередным отнесены: в Нижнеамурской металлогенической зоне (МЗ) Западно-Сихотэ-Алиньской провинции – Центрально-Анаджаканская и Пони-Мулинская (на золото-молибден-меднопорфировый ГПТ); в Аян-Юряхской МЗ Яно-Колымской провинции – Олботско-Имегинская, Крестовско-Тырсеяхская и Северо-Декдеканская (на золото-кварцевый и золото-сульфидно-кварцевый в черносланцевых толщах); в Рудно-Алтайской МЗ (российской ЮЗ части) Алтае-Саянской провинции – Золотушинская и Рубцовская (на колчеданно-полиметаллический в вулканогенных породах).

Подготовлены описания металлогенических зон и выделенных в их пределах перспективных площадей, характеризующие: физико-географические условия и экономику регионов; геологическую, геофизическую, геохимическую, поисковую и тематическую изученность работами масштаба 1:1 000 000, 1:200 000 и крупнее; геологическое строение и металлогению; запасы и прогнозные ресурсы основных геолого-промышленных типов ТПИ; ожидаемые ГПТ месторождений и их прогнозно-поисковые модели. Оценена степень изученности МЗ и площадей ПМР с построением картограмм ранее выполненных ГРР; проведено сравнение выделенных площадей с объектами-эталоны (РР и РУ с известными месторождениями), что позволило определить поисковые критерии и признаки искомого оруденения и создать предварительные прогнозно-поисковые модели потенциальных рудных районов (узлов); составлены макеты прогнозно-минерагенических карт масштаба 1:1 000 000 для МЗ и масштаба 1:200 000 – 1:50 000 для площадей ПМР; определены последовательность и методика проведения рекомендуемых работ с указанием необходимых видов и объемов (с проектами ТГЗ, календарного плана, УСФР), а также ожидаемые значения прогнозных ре-

сурсов, составившие в сумме (по 7 площадям) по категории Р₃: золота – 570 т, серебра – 5600 т, меди – 6300 тыс. т, свинца – 2000 тыс. т, цинка – 4700 тыс. т, по категории Р₂: золота – 145 т, серебра – 2000 т, меди – 2650 тыс. т, свинца – 1000 тыс. т, цинка – 2600 тыс. т.

Проведение ПМР на выбранных площадях позволит нарастить поисковый задел участков недр нераспределенного фонда, необходимый для воспроизводства МСБ благородных и цветных металлов названных регионов и Российской Федерации в целом.

Иванов А.И., Вартанян С.С., Черных А.И. (ФГУП ЦНИГРИ).
СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЗОЛОТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Россия на протяжении многих лет является одной из ведущих стран Мира по запасам и добыче золота. Однако в последние годы наблюдается ряд проблем, связанных с истощением минерально-сырьевой базы (МСБ) в старых горнорудных регионах и необходимостью пополнения ресурсной базы за счет технологичных востребованных промышленностью месторождений, способных обеспечить длительную стабильную добычу. Кроме того, большинство новых месторождений и перспективных рудопроявлений расположены преимущественно в труднодоступных районах с неразвитой инфраструктурой. Наблюдается постепенное снижение качества руд эксплуатируемых и вводимых в строй месторождений и усложнение горно-технических условий их отработки.

Анализ изменения суммарных запасов коренных, комплексных и россыпных месторождений золота РФ за период 2005–2015 гг. показал, что за последние годы рост запасов золота происходит только за счет категории С₂, в то время как запасы высоких категорий А+В+С₁, начиная с 2011 года постепенно снижаются – погашение запасов золота высоких категорий не компенсируется их приростом. Балансовые запасы собственно золоторудных месторождений категорий А+В+С₁ могут быть полностью отработаны в ближайшие 25 лет.

По добыче и запасам россыпного золота Россия занимает первое место в Мирове. Уровень добычи из россыпных месторождений в общероссийской структуре около 24%. МСБ россыпей золота в результате многолетней интенсивной эксплуатации истощена, несмотря на значительную долю запасов нераспределенного фонда. Наиболее рентабельная часть сырьевой базы россыпного золота практически полностью вовлечена в освоение и будет отработана при текущем уровне добычи за 6–8 лет.

Запасы золота комплексных объектов сосредоточены преимущественно в месторождениях серебра, урана, никеля, меди, свинца и цинка. Наибольшими запасами категории А+В+С₁+С₂ обладают Сибирский, Приволжский и Дальневосточный федеральные округа. Здесь большая часть запасов сосредоточена в медно-никелевых, медно-колчеданных и медно-порфировых месторождениях.

Ситуация с прогнозными ресурсами золота также не благополучная. Не смотря на большое общее количество ресурсов (около 43 тысяч тонн), более 60 % из них составляют ресурсы категории Р₃, характеризующиеся недостаточной достоверностью. Основную долю занимают прогнозные ресурсы золота в собственно золоторудных месторождениях. С каждым годом увеличивается дефицит участков с прогнозными ресурсами категории Р₁ и Р₂.

Наибольшими перспективами выявления собственно золоторудных месторождений обладают регионы развития терригенных и карбонатно-терригенных углеродистых флишеидных отложений, сформированных в окраинно-континентальных условиях («черносланцевая формация»). В мировом балансе золота подобные месторождения принадлежат категории крупнообъемных и занимают одно из ведущих положений. Наиболее широко они распространены в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах – это, прежде всего, Верхояно-Колымская, Байкало-Патомская, Енисейская и Чукотская золотоносные провинции. Достаточно высокими перспективами выявления новых золоторудных месторождений обладают и ряд других регионов – Южная Якутия, Забайкалье, Амурская область, Алтае-Саянский регион.

Комплексные золотосодержащие месторождения имеют весьма значительный резерв увеличения сырьевой базы золота. Это, прежде всего, золото-медно-порфировые и золотосодержащие колчеданно-полиметаллические месторождения, высокие перспективы выявления которых имеются в Хабаровском и Забайкальском крае, Енисейском крае, Салаире, Алтае, Урале. Кроме того, на Дальнем Востоке возможно выявление новых золото-серебряных месторождений. Положительные результаты поисковых работ на золото 2013–2015 гг. в пределах Гитче-Тырныаузского вольфрам-молибденового рудного поля (Кабардино-Балкарская Республика) позволяют ожидать здесь дальнейшего прироста ресурсов и запасов золота.

В последние годы ФГУП ЦНИГРИ значительные усилия сосредоточило на совершенствовании методики поисков алмазов, золота и цветных металлов в сложных ландшафтных и геологических обстановках. В результате обоснованы и апробированы новые методы прогноза и поисков, что привело к открытию новых перспективных площадей и рудопроявлений.

При поисковых работах на золото апробирована и усовершенствована «Методика поисков в сложных ландшафтных условиях» (Иванов, 2004, 2014), успешно примененная в Енисейской, Байкало-Патомской, Верхояно-Колымской и Алданской провинциях. В результате выявлены новые рудопроявления и локализованы перспективные участки для продолжения геологоразведочных работ на «закрытых» территориях, где ранее традиционными методами золотое оруденение не было выявлено.

Таким образом, для золота доказана низкая эффективность традиционных методов поисков в сложных ландшафтных условиях, характерных для значительной части территории Российской Федерации, особенно в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Это свидетельствует о недостаточной реальной поисковой изученности на золото в целом в России и в конкретных регионах и, соответственно, о перспективах выявления месторождений на уровне денудационного среза при условии применения новых эффективных технологий прогноза и поисков.

Кривко Т.Н., Зубков А.И. (ОАО «УГСЭ»), Кокорин Н.П. (Уралнедра).

ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВОГО И ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЙ В УВЕЛЬСКОЙ ЗОНЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В Увельской зоне, расположенной к востоку от Пластовского гранитного массива, известно большое число рудопроявлений прожилково-вкрапленных медных руд, местами с молибденом и золотом (группа Кособродских и Поляновских, Никольское, Медиацкое, Константиновское, Портнягинское, Каменская группа, Санаторское и др.).

До последнего времени эти объекты в должной мере не вовлекались в поисково-разведочные работы в виду неравномерного характера оруденения, малых запасов руд со сравнительно невысоким содержанием меди (более 0,7%) в зонах вторичного обогащения и низких содержаний в первичных рудах. С 60-х гг. здесь эпизодически проводились поисковые и разведочные работы на золото и медь. Были изучены Константиновское и группа Поляновский рудопроявлений (Мецнер, 1961ф; 1964 ф). По результатам съемочных работ были выявлены рудопроявления меди и перспективные участки для поисков колчеданных руд в пределах Кособродской площади (Левит, Кузнецов, 1971ф).

К настоящему времени на территории Увельской зоны известны не только колчеданные и медно-порфировые, но рудопроявления неясного генезиса и слабо изученные.

В результате литогеохимических поисков в середине 80-х гг. установлено, что Увельская меднорудная зона, характеризующаяся сложным геологическим строением, наличием проявлений оруденения различных формационных типов: молибденово-медного прожилково-вкрапленного, молибденового, колчеданно-полиметаллического, золото-сульфидного, золото-кварцевого.

Существенно молибденовое оруденение приурочено к периферии интрузивных массивов диоритового состава, пронизанных сетью дайковых тел кислого и основного состава

(Молибденовый участок и Северо-Кособродский), молибденово-медное (Южно-Кособродский), золото-полиметаллическое (Западно-Кособродский и Восточно-Кособродский). Поляновская группа рудопоявлений, отнесенная ранее к медно-порфировому типу, оценивается как полиметаллический (Левит, 1977ф). Перспективы Восточно-Кособродского участка, расположенного в зоне Портнягинского разлома, оцениваются как высокие на выявление промышленного золотого оруденения.

В гранитоидных массивах известны ранее эксплуатировавшиеся Портнягинское и Охотничье проявления, представленные кварцевыми жилами, прожилками и штокверками прожилков, пронизывающих трещиноватые и серицитизированные плагиограниты.

Золотое оруденение на этих проявлениях приурочено к сближенным кварцевым жилам мощностью от 0,3–0,7 до 1,5–10,0 м протяженностью до 200 м.

Кварцевые жилы размещаются среди расщепленных пород, основного и среднего состава, в тектонических зонах СЗ направлений. Содержание золота в них часто высокое – 8–30 г/т.

Особенно интересным является Никольское рудопоявление, приуроченное к мощной зоне расщепления, где наряду с кварцевыми прожилками содержится вкрапленность золотосодержащих сульфидов и Восточно-Кособродское проявление.

Кособродская площадь представлена широко телами плагиогранит-порфиров, субвулканических порфиров, с подчиненным количеством тел кварцевых диоритов, содержащих прожилковую и вкрапленную сульфидную минерализацию. На отдельных участках в аншлахах установлены пирит, халькопирит, сфалерит и золото.

Лисковая Л.В., Игнатов П.А., Ковальчук О.Е. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)).
АПРОБАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО И
ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ
МАГМАТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА ОБЪЕКТЕ СЮЛЬДЮКАРСКИЙ
(ЗАПАДНАЯ ЯКУТИЯ)

В настоящее время в геологоразведочном комплексе АК «АЛРОСА» осуществляются инновационные проекты по усовершенствованию методов поиска алмазных месторождений. Одним из них является методика по локализации участков с вероятными кимберлитовыми телами на основе комплексного изучения вмещающих карбонатных пород и минералов околотрубного пространства. В комплекс входят газово-геохимические исследования, являющиеся основными, далее следует изучение фотолюминесценции вторичных кальцитов, изотопии углерода и серы, а также анализ проявлений вторичной минерализации, обусловленной магматическим влиянием на околотрубное пространство.

Определенный набор характеристик вторичной минерализации, может быть получен с помощью рентгенографического и термографического методов, используемых как дополнительные. Рассматриваются следующие характеристики: 1. величина удельной теплоемкости карбонатов – Q дж/гр, 2. степень кальцитизации и доломитизации, 3. окварцевание, 4. хлоритизация участков, 5. наличие смектитов, как возможных продуктов разрушения кимберлитов. Указанный набор характеристик получен для эталонного объекта Россыпной-Б, представляющего собой околотрубное пространство трубки Нюрбинская и Ботубинская Накынского кимберлитового поля.

Выполнено сравнение признаков магматического влияния эталонного объекта Россыпной-Б и нового объекта Сюльдюкарский, открытого в 2015 году в западной Якутии (Ыгыатинский алмазоносный район Вилюйско-Мархинской минерагенической зоны). Выявлено их сходство по характеру вторичной минерализации.

Для наиболее значимой характеристики карбонатов – величины Q дж/гр на участке Сюльдюкарский выявлена зональность в ее распределении (рис.). Карбонаты с наименьшими его величинами встречаются в скважинах, вскрывающих кимберлиты – 16/24 и 16/26. На контакте кимберлитов и во вмещающих породах карбонаты характеризуются большими ве-

личинами Qдж/гр.

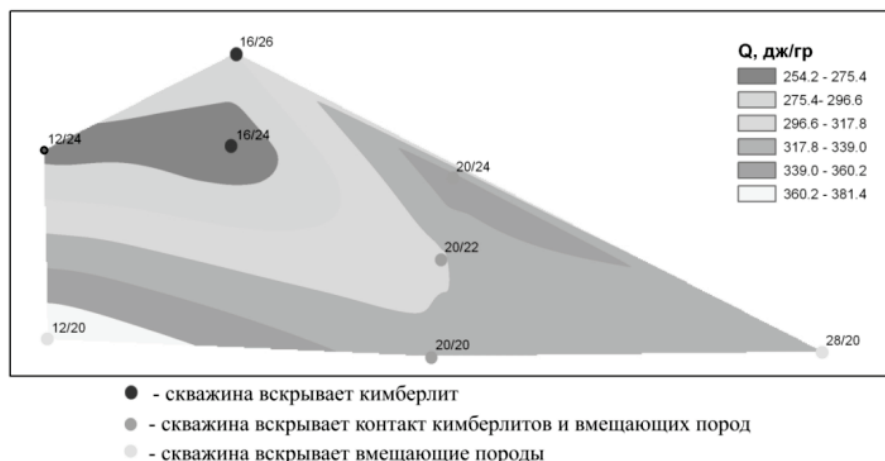


Рис. Распределение карбонатов по величине удельной теплоты диссоциации на участке поисковом объекте Сюльдюкарский

Таким образом, в результате сравнения характера вторичной минерализации эталонного для околотрубочного пространства объекта Россыпной-Б и нового объекта Сюльдюкарский выявлено их сходство по распределению величины удельной теплоемкости карбонатов, степени кальцитизации и доломитизации, окварцевания, хлоритизации и распределению смектитов. Полученные с помощью рентгенографического и термографического анализа данные могут быть использованы в качестве дополнительных признаков при выявлении признаков магматического воздействия на вмещающие породы. Однако, по этим признакам на настоящий момент не представляется возможным отличить воздействие траппов и кимберлитов.

**Мансуров М.И. (Бакинский государственный университет).
ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ ОРУДЕНЕНИЯ В МУРОВДАГСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ
(МАЛЫЙ КAVKAZ, АЗЕРБАЙДЖАН)**

Муровдагский рудный район, являясь составной частью Лок-Гарабахской палеоостровной дуги, занимает СЗ приподнятую часть Муровдагского антиклинория, асимметричного строения, сложенного породами нижнебайосской вулканогенной толщи в ядре и верхнебайосской и батской толщами базальт-андезит-риолитовой последовательно дифференцированной формации на крыльях. Гранитоидные интрузивные комплексы с медно-порфировым оруденением по геолого-петрологическим особенностям принадлежат к габбро-диорит-гранодиоритовой формации позднеюрско-раннемелового возраста.

Структура рудного района сформировалась в результате последовательной смены нескольких этапов деформаций, сопровождающихся образованием трещиноватости в интрузивном массиве, внедрением даек, перемещением блоков по тектоническим разрывным нарушениям, и выполнением трещин различными минеральными ассоциациями. Непосредственно рудоподводящими являются субширотная или общекавказская ориентировка нарушений, а разрывы СВ-го простирания, оперяющие Гошгарчайский разлом со стороны его висячего бока, являются рудолокализирующими структурами, что объясняется: 1) расположением рудных зон в лежащем боку разлома; 2) одинаковым направлением падения рудных зон и разломов при более крутых углах последних; 3) локализацией рудных зон преимущественно в мелких системах трещин и нарушениях локального значения; 4) приуроченностью к главным разломам субвулканических тел и даек, зон интенсивных гидротермальных изменений пород и вкрапленной сульфидной минерализации.

Муровдагский рудный район характеризуется наличием ряда месторождений и рудопроявлений, перспективных на медь, молибден, свинец, цинк и другие полезные ископаемые. В его пределах к настоящему времени установлены Гошгарчайская, Гошгардагская, Эльбекдашская, Джамиллинская и другие группы месторождений медно-порфировых и медно-полиметаллических руд. Среди отмеченных рудных объектов Гошгарчайская месторождения является наиболее перспективным, поэтому на примере этого месторождения рассмотрим геолого-структурную позицию и условия формирования медно-порфировых месторождений рудного района.

Гошгарчайское месторождения расположено у слияния рр. Беюк-Гошгарчай и Баладжа Гошгарчай в 10–12 км к юго-западу от сел. Хошбулаг. Сложено оно в основном байосскими вулканогенными образованиями, прорванными гранитоидами Гошгарчайского массива. Интрузивные породы широко развиты и представлены габбро, габбро-диоритами, диоритами, кварцевыми диоритами и порфировидными гранодиоритами. Участок месторождения разбит системой трещин северо-западного, близмеридионального, северо-восточного и субширотного направлений. Многие из них, представляя собой оперение главного рудоконтролирующего разлома, сопровождаются полосой гидротермально переработанных окварцованных, серицитизированных, хлоритизированных, эпидотизированных метасоматитов, представляющих собой рудовмещающую среду для медно-порфировой и медно-полиметаллической минерализации.

Мощность зон метасоматически измененных пород составляет от нескольких до десятков, а иногда даже сотен метров (в узлах пересечения разно-ориентированных разрывов). Протяженность их измеряется от 500–1000 до 2000–3000 м. Вокруг рудогенерирующих интрузивов выделяются три постепенно сменяющие друг друга в пространстве метасоматические зоны в виде эллипса, окаймляющие интрузивный массив порфирового сложения.

Медно-порфировое оруденение в пределах Муровдагского поднятия сопровождается первичными и вторичными геохимическими ореолами элементов – Cu, Mo, Pb, Zn, Ag и Au, превосходящими площадь рудного тела на порядок. Внутренняя часть ореола характеризуется контрастными аномалиями Cu, Mo, Ag и Au, превышающими размеры рудного штокверка в 2–2,5 раза. По периферии шириной до 1,5–2,0 км располагаются аномалии Pb, Zn.

На основании петрохимических данных исследованы и сопоставлены вторичные изменения вмещающих пород в зонах различных типов метасоматитов, образованных в процессе формирования медно-порфировых месторождений. Установлено, что медно-порфировое оруденение сопряжено с широким ореолом гидротермально-измененных пород, часто с достаточно четкой рудно-метасоматической зональностью. Обобщенная колонка метасоматической зональности в масштабах рудного района и месторождений выражена в последовательной смене следующих метасоматических зон: кварцевая → калишпатовая → кварц-серицитовая → аргиллизитовая → пропилитовая. Промышленные руды связаны с кварц-хлорит-серицитовой фацией вторичных кварцитов.

Медно-порфировые месторождения рудного района пространственно сопряжены с промышленной минерализацией других генетических типов, особенно колчеданной, золоторудной, медно-полиметаллической и кварц-сульфидной. На медно-порфировые руды нередко накладывается более поздняя убого-сульфидная минерализация. Последняя, концентрируясь на некотором удалении, образует собственное месторождение жильного типа. Относительно условия формирования Гошгарчайского месторождения существуют различные представления. Считается, что процесс формирования Гошгарчайского месторождения протекал в два этапа: в первом отлагались гидротермально-метасоматические руды собственно медно-порфирового типа, а во втором – полиметаллические. Эти два типа сводятся в единый промышленно-генетический тип и тесно увязываются в пространстве и во времени с колчеданной формацией.

Образование большей части промышленного медно-порфирового оруденения произошло вслед за внедрением порфиров ранней генерации. С поздней фазой порфиров связано переотложение ранее образовавшихся руд и формирование богатых скоплений в виде прожилково-вкрапленные штокверковые руды, ориентированной в широтном направлении в

трещинной зоне Гошгарчайского разлома. Поздняя фаза порфиров была рудоносной в гораздо меньшей степени, чем первая. Она сопровождалась интенсивным окварцеванием, что и привело к образованию в центральной части месторождения «кварцевого ядра». К северу от него развита кварц-серицитовая зона с богатыми медно-молибден-порфировыми рудами, затем следует пропилитовая с преимущественно прожилковой пиритовой минерализацией.

Главными составляющими моделями являются вмещающая рама (фанеритовые интрузивы), малые порфировые тела типа штоков и даек, (локализуемые, как правило, в зонах развития рудоконтролирующих структур и пространственно тесно увязывающиеся с оруденением), брекчиевые тела, рудные тела, рудно-метасоматическая зональность. Модель учитывает известные представления о характере зависимости между оруденением, малыми порфировыми интрузиями и локально распространенными рудоносными гидротермалитами.

Комплексность объектов свидетельствует о высокой перспективности медно-порфировых площадей и выделенных на них участков в ранге потенциальных рудных полей.

Мансуров М.И., Каландаров Б.Г., Тахмазова Т.Г., Мамедова А.Г.

(Бакинский государственный университет).

СТРОЕНИЕ РУДНЫХ ТЕЛ, МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ И ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОВ РУД ГОШИНСКОГО ЗОЛОТО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ЧАСТЬ МАЛОГО КАВКАЗА)

Гошинское золото-колчеданное месторождение расположено в крайне северо-западной части Шамкирского поднятия и является типичным представителем вулканогенных месторождений с прогрессивным рудообразованием и связано с непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой формацией, локализуясь в сводовой части субвулканической постройки.

Месторождение вскрыто пятью горизонтами выработок. Оно образовано системой кварц-сульфидных жил и прожилков небольшой протяженности (кварц-сульфидный морфологический тип), серией сближенных крутопадающих минерализованных и жильных зон (морфологический тип минерализованных и жильных зон) и штокверковыми зонами (морфологический тип – зоны штокверковых жил). Рудные тела жильного типа локализируются в центральной части месторождения. Падение их крутое, почти вертикальное. Они имеют достаточно четкие геологические границы и незначительное околорудное изменение вмещающих пород, указывающих на преобладание процесса заполнения при рудоотложении. Характерная особенность минерализованных и жильных зон состоит в крайне неравномерном распределении золота и наличии отчетливо выраженных рудных столбов. В составе жильного выполнения господствует кварц, часто с адуляром, реже карбонаты. Остальные минералы, в том числе рудные, количество видов которых достигает 30, являются примесями. Жильные кварцевые зоны обычно состоят из одной или более жил и сопоставимыми с ними по мощности ареалами прожилково-вкрапленной минерализации. Жилы характеризуются крутым падением (60–90°) и наличием многочисленных апофизов. Мощность жил варьирует от 0,2–0,3 до 1–2,5 м, протяженность от 20–30 до 300–400 м. Минерализованные зоны и рудные тела характеризуются весьма значительными протяженностями – 700–800 м и более, при мощности от нескольких метров до 15–20 м, достигая в отдельных зонах 30–50 м и более.

Выделяются предрудный и рудный этапы. Предрудный этап включает весь комплекс метасоматических изменений вмещающих пород, как площадные пропилитовые изменения, окварцевание, серицитизация, каолинизация и пиритизация трещиноватых и дробленных риолитовых дацитов. По текстурным взаимоотношениям минеральных агрегатов, указывающих на проявления тектонических подвижек в процессе оруденения, о чем явно свидетельствуют наличие брекчиевидных текстур и текстур внутрирудного пересечения, рудный этап подразделяется на пять последовательно сформировавшихся стадии минералообразования. Каждая из этих стадий приурочена к определенным этапам деформаций в пределах единого цикла рудного этапа: кварц-пиритовая (серноколчеданная) раннерудная, кварц-арсе-нопирит-полиметаллическая с «невидимым» тонкодисперсным золотом, кварц-золото-теллу-ридная

(продуктивная), кварц-золото-гетит-гидрогетитовая (продуктивная) и завершающая, пострудная, кварц-карбонатная (послепродуктивная). Как видно, три из этих стадий являются золотоносными: первая, кварц-пиритовая стадия, включающая минералы метасоматитов и пирит, началась с формирования кварца, основного компонента руд. Во второй, кварц-арсенопирит-полиметаллической стадии происходит переотложение и перекристаллизация. Минералы этой стадии выполняют приоткрывшиеся трещины и цементируют брекчированные метасоматиты с вкрапленным серноколчеданным оруденением. Эта стадия представлена кварц-арсенопирит-пирит-халькопирит, кварц-пирит-халькопирит, кварц-сфалерит-галенитовыми ассоциациями; в ассоциациях кроме упомянутых минералов в незначительных и изменчивых количествах присутствуют борнит, киноварь и примесь «невидимого» тонкодисперсного золота, являющаяся важной формой его концентрирования в Гошинском месторождении. Невидимое золото связано с халькопиритом и пиритом, а серебро – с блеклыми рудами, сфалеритом и халькопиритом, иногда – с борнитом. Одна из важных минеральных форм присутствия золота в рудах – это соединения теллура, среди которых, как правило, доминируют гессит и петцит, а в ряде случаев минералы систем Au-Ag-Te, Bi-Te-S, представленные теллуrowисмутитом, алтаитом, тетрадимитом, которые оптически диагностированы и рентгенографически подтверждены. Они характеризуют, третью, продуктивную кварц-золото-теллуридную стадию с парагенетической ассоциацией минералов кварц-золото-молибденит, кварц-блеклая руда-золото, кварц-тетрадимит-теллуrowисмутит-петцит-гессит-самородное золото. Теллуриды приурочены к тем участкам рудных тел (данные опробования), где отмечаются повышенные содержания золота и серебра и развиваются совместно с халькопиритом, сфалеритом, галенитом и теннантитом.

Ассоциация минералов этой стадии пространственно совмещена с кварц-арсенопирит-полиметаллической стадией, в жилах которой развиваются прожилковидные кварцевые выделения с вкрапленностью молибденита, тетрадимита, гессита, иногда – петцита. Самородное золото тесно ассоциирует с гесситом и наблюдается в нем в виде мелких прожилковидных образований или серии сближенных мелких (0,025–0,065 мм), почти изометричных включений. В целом для данной продуктивной стадии можно заключить, что: 1) основная часть самородного золота тесно связана с теллуридами висмута, серебра и золота; 2) гессит Ag_2Te является, по-видимому, минералом-концентратом золота и серебра, что определяет его особую роль в рудообразовании; 3) выделения золота, тесно связанные с теллуридами, имеют размеры 0,002–0,02 мм, что указывает на дисперсную форму нахождения его в рудной массе.

Таким образом, при формировании кварц-золото-теллуридной стадии в гидротермальных растворах присутствовали такие рудогенные элементы как золото, серебро, молибден, теллур, висмут. Следующая по времени образования – кварц-золото-гетит-гидрогетитовая стадия является второй по масштабу и продуктивности (ассоциация кварц-гетит-гидрогетит-самородное золото с примесями пирита). Основным минералом стадии является гетит, составляющий 80–90% объема рудных минералов. Отмечается в сплошных гетит-гидрогетитовых агрегатах размером от 1–3 до 2–5 мм с пустотами выщелачивания. Судя по реликтам, а также псевдоморфозам гетита, последний замещает и развивается по пириту. При этом золото отмечается в тех аншлифах, где количество замещенного пирита составляет 60–80% от первоначального. Самородное золото в гетите образует тонкие включения – от $0,005 \times 0,003$ до $0,1 \times 0,06$ мм и более.

Сравнение самородного золота двух генераций, связанных с третьей и четвертой стадиями гидротермального процесса, позволяет сделать следующие выводы: 1) золото-I – низкопробное, приурочено к массивному пириту; и 2) золото-II – более крупное и высокопробное (по причине переотложения), приурочено к сплошным гетит-гидрогетитовым агрегатам (при окислении первичной руды золото не мигрировало, а отлагалось на месте).

Таким образом, исходя из соотношений минералов рудных тел друг с другом, закономерной эволюции состава различных генераций, в том числе и самородного золота, можно говорить о последовательной смене во времени кварц-арсенопирит-полиметаллического кварц-

золото-теллуридным, а затем золото-гетит-гидрогетитовым оруденением, подтверждением чему является пространственная разобщенность минеральных ассоциаций в рудных телах.

Махоткин И.Л. (ФГБУ «ВИМС»).

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ РАБОТ НА КОРЕННЫЕ АЛМАЗЫ НА ОСНОВЕ КРАТОННОЙ ПЛЮМ-ПЛЕЙТЕКТОНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ РАЙОНОВ И ПРОВИНЦИЙ

Наиболее проверенной и надежной методологической основой для постановки прогнозно-минерагенических работ на коренные алмазы является «кратонная» модель формирования алмазоносного кимберлитового и лампроитового магматизма. Практическое применение этой модели на примере Сибирской и Восточно-Европейской платформ позволяет пересмотреть распределение уже апробированных и учтенных в Росгеолфонде прогнозных ресурсов алмазов, а также наметить новые потенциальные регионы алмазоносного магматизма в пределах этих территорий.

Практическое применение «кратонной» модели сталкивается с рядом существенных ограничений. В своем первоначальном виде эта модель не позволяет локализовать потенциальные районы и тем более поля алмазоносного магматизма, а в ряде случаев она не может объяснить отсутствие алмазоносного магматизма в пределах типичных архейских террейнов в составе кристаллического фундамента докембрийских платформ.

В связи с этим автором была разработана новая комплексная модель становления алмазоносного эруптивного магматизма. Эта модель учитывает основных типы геодинамических режимов внутриплитного магматизма (плюмы, рифтогенез, синсидовые-надсубдукционные), палеокинематику движения литосферных плит и правило «Клиффорда». Суть этой модели заключается в последовательном выделении: (1) кратонов – участков «холодной» литосферы с существенным преобладанием земной коры архейского возраста; (2) областей плюм-литосферного взаимодействия с учетом масштаба мантийных плюмов; (3) выявление алмазоносных минерагенических зон, которые по мнению автора трассируют в течение относительно короткого этапа внутриплитного магматизма (50 млн. лет) суммарное направление перемещения литосферных плит от мест первоначального положения точки удара мантийного плюма. Суперпозиция таких участков и зон позволяет наметить наиболее перспективные районы потенциально алмазоносного магматизма. Данную модель формирования алмазоносных районов и провинций можно кратко определить как кратонную плюм-плейтектоническую и она может служить научной основой для прогноза и поисков коренных месторождений алмазов, в том числе в наиболее сложных для поисков областях «закрытых территорий».

Прогнозирование потенциально алмазоносных площадей и их приоритезация по перспективности на основе выработанных критериев нашей модели позволяет по новому оценить уже сложившиеся поисково-прогнозные концепции и локализовать площади для постановки прогнозно-минерагенических работ. В результате использования данного подхода и коротких полевых ревизионных работ в восточной части Байкало-Патомского региона на Олекминской площади впервые были установлен новый район девонского лейцит-лампроитового и карбонатитового эруптивного магматизма, а в восточной части Кольского полуострова на Пулонгской площади выявлены прямые признаки проявления девонского флогопит-мелилититового и кимберлитоподобного магматизма, имеющего значительное сходство с кимберлитами и кимберлитоподобными породами Поморского алмазоносного района Архангельской области. Выявленные находки позволяют надежно прогнозировать в обоих районах две новые района алмазоносного магматизма.

Пирназаров М.М., Мовланов Ж.Ж., Абдуллаев Л.А., Амиров Э.М.
(ГП «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов»).
ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ПЕРЕКРЫТОГО ЗОЛОТО-РЕДКОМЕТАЛЬНОГО
ОРУДЕНЕНИЯ ВОСТОЧНО-БУКАНТАУСКИХ ГОР (ЗАПАДНЫЙ УЗБЕКИСТАН)
С УЧЕТОМ ЛИТОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ ДАННЫХ

Как известно, закрытые площади характеризуются острым недостатком информации о большинстве прямых и косвенных рудоконтролирующих признаках. Как показывает опыт поисков, в этих условиях успех во многом зависит от знания характерных («типовых») литолого-структурных условий локализации и сопутствующих геохимических ореолов искомого типа оруденения. Исследование этих признаков в эталонных рудных месторождениях (Саутбай, Турбай, Кокпатас и др.) и ряде перспективных рудопроявлениях гор Букантау позволило охарактеризовать наиболее часто прослеживаемые и продуктивные варианты благоприятного совмещения в едином пространстве специфичных особенностей литолого-структурного строения и вещественного разнообразия оруденения:

1. Крыло антиклинальной складки осложненное крутопадающими рудоподводящими и (часто) одновременно рудолокализирующими тектоническими структурами, как правило, со стержневой кварцевой жилой или дайковым пучком. Рудовмещающей средой являются метавулканогенно-терригенные отложения чолчаратауской свиты или терригенные прослои в кремнисто-карбонатно-кварцитовых образованиях кокпатасской свиты (локализация крутопадающих убогосульфидных золото-кварцевых тел, проявлений серебра и меди).

2. Пологие тектонические структуры, осложняющие крыло складки, приводя в соприкосновение рудовмещающие метавулканогенно-терригенные отложения чолчаратаусской свиты с кремнисто-карбонатно-кварцитовыми образованиями (экран) кокпатасской свиты (локализация пологопадающих малосульфидных золото-сульфидно-кварцевых и умеренно-сульфидных золотосодержащих серебряных и медных тел).

3. Интрузивные контакты штокообразных гранитоидных пород с карбонатсодержащими прослоями в толще кокпатасской и (редко) метавулканогенно-терригенными отложениями чолчаратауской свит (локализация в эндо-, экзоконтактных зонах интрузии золотосодержащих скарново-скарноидных вольфрамовых и существенно-сульфидных штокверковых медно-молибденовых тел).

Примечательно, что прогнозирование перечисленных типовых позиций возможно еще в процессе камеральной обработки полевых поисковых материалов, а также предварительной интерпретации результатов геохимического опробования. Впечатляющие результаты в последнем случае достигаются при оконтуривании аномальных полей элементов в строгом соответствии со структурно-тектонической обстановкой. Применением этого подхода была проведена интерпретация материалов детальной литохимической съемки по вторичным литохимическим ореолам перспективных участков Западно-Саутбайской площади.

Геохимические построения подтвердили подчиненность морфологии вторичных ореолов особенностям геологического строения палеозойского фундамента, выражающейся смене их контрастности над литологическими разновидностями пород, зонами их гидротермально-метаморфогенных изменений и, в основном, «расползании» вторичных ореолов по разломам, со смещением эпицентров максимальных концентраций отдельных металлов (золото, медь, вольфрам и др.) относительно лежащего и висячего боков последних. При этом на участках прослежена преимущественное субширотное простирание ореолов золота (0,01–0,05 г/т), местами характеризующихся эпицентрами с содержанием золота более 0,1 г/т. По профилям, пройденным в крест эпицентров последних, были отстроены графики геохимического поведения элементов-спутников золотого оруденения. Они, с учетом геологической обстановки рассматривались в качестве индикаторов выделенных выше типовых литолого-структурных позиций, что позволило предположить пространственное положение залегающих под чехлом четвертичных отложений благоприятных позиций, оценить в их пределах прогнозные ресурсы золота, иногда серебра и меди, по категории Р₂.

Посухова Т.В. (МГУ имени М.В. Ломоносова),

Гаранин В.К. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана).

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АЛМАЗОНОСНОСТИ ПОИСКОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ

Изучение минералов-спутников алмаза в разновозрастных вторичных ореолах, сопровождающих кимберлиты Архангельской провинции (Щербакова, 2005), выявило поисковые особенности данной территории: низкие содержания индикаторных минералов кимберлитов (ИМК); хорошая сохранность кратерных фаций и незначительный эрозионный срез; значительная мощность перекрывающих отложений; слабая динамическая активность современных водотоков. Отмеченные факторы усложняют проведение систематических шлихо-минералогических исследований на территории Восточного Беломорья и требуют совершенствования применяемых методик.

Нами проводилось изучение ИМК на нескольких поисковых участках, охватывающих площади развития вторичных ореолов вблизи месторождения им. Ломоносова (Золотицкий и Пионерский участки), трубки им. В. Гриба и трубок Верхотинской группы (Белореченский участок), в пределах Кепинского поля (Пинежская, Долматовская и Емецкая площади). Для восстановления истории миграции ИМК был проведен количественный морфогенетический анализ, включая покристальное морфологическое описание зерен по оригинальным схемам (Посухова, 2008) с последующими исследованиями в РЭМ. Были изучены сотни проб из перекрывающих кимберлиты палеозойских отложений, а также из разновозрастных и разнофациальных четвертичных отложений и выявлено присутствие зерен ИМК трех основных морфогенетических типов: 1 – зерна, сохранившие первичный магматогенный или гидротермально-коррозионный рельеф; 2 – зерна из кор выветривания с признаками гипергенной коррозии; 3 – зерна с сильным механическим износом. Неравномерное их распределение в изученных отложениях позволило выделить на данной территории несколько типов вторичных промежуточных коллекторов (Посухова и др., 2008).

Ореолы ближнего сноса установлены в базальных горизонтах аллювиальных и дельтовых фаций урзугской свиты в районе Золотицкого поля. *Ореолы дальнего сноса*, в которых ИМК прошли прибрежно-морскую проработку, обнаружены на Емецкой, Пинежской и Долматовской площадях. *Ореолы смешанного типа*, формирование которых происходило в нижнем и среднем карбоне в разных палеогеографических обстановках: в *условиях континентального сноса* – для Золотицкого и Пионерского участков; в *бассейновой (дельтовой и морского мелководья) обстановки осадконакопления* – в отложениях урзугской свиты на Белореченском, Пионерском и Шочинском участках; в *условиях зрелых кор выветривания в отложениях поздневизейского возраста на Падунской площади*.

Изучение химического состава зерен позволило типизировать источники сноса для изученных коллекторов. В коллекторах *Золотицкой и Пионерской площади* установлены ИМК, характерные для объектов *Кепинского поля*. В коллекторах *Долматовской и Емецкой площадей* преобладают ИМК, характерные для неалмазоносных кимберлитов и некимберлитовых первоисточников. В ореоле *Пинежской площади*, в ореолах смешанного типа и в отложениях визейского возраста установлены зерна, не имеющие аналогов по своему химическому составу среди коренных первоисточников. На *Пинежской площади* – это низкохромистые гранаты из магнезиально-железистых *эклогитов*, включая глубинный парагенезис гранатов из включений в алмазе. На *Золотицкой и Белореченской площадях* – это низкохромистые гранаты и ильмениты из пироксенитов и эклогитоподобных пород. Обнаружение гранатов и ильменитов таких составов свидетельствует о наличии *неизвестного коренного источника сноса этих минералов, что необходимо учитывать при проведении поисковых работ на алмазы в Зимнебережном районе Архангельской провинции*.

Радько В.А. (ООО «Норильскгеология»).
**ЛОКАЛЬНЫЙ И РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ СУЛЬФИДНЫХ CU-NI РУД
НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАППОВОГО МАГМАТИЗМА
НОРИЛЬСКОГО РАЙОНА**

На основе новой генетической и физико – математической модели траппового магматизма северо-запада Сибирской платформы созданы и успешно апробированы геолого – поисковые модели для прогноза сульфидных Cu-Ni руд в Норильском районе (Радько, 1991, 2016). Для прогноза сульфидных медно-никелевых руд впервые выделены фации интрузивного и эффузивного магматизма Норильского района. На фациальной основе созданы принципиально новые методики локального и регионального прогноза медно-никелевых с платиноидами руд, результаты расчетов по которым дали в последние годы положительные поисковые результаты на территории Талнахского, Норильского и Вологодчанского рудных узлов.

Согласно модели динамической дифференциации и кристаллизации (МДДК) главные особенности Cu-Ni рудно-магматической системы норильского типа следующие:

- дифференциация объясняется тем, что скорость движения магмы в камере падает на 5–6 порядков и становится сопоставимой со скоростью осаждения капель ликвированных сульфидов и более тяжелой силикатной жидкости, автолитов и ксенолитов, сростков и кристаллов оливина и пр. Гравитационная дифференциация происходит в динамичной среде осевой зоны канала, по которому проходит большое количество базальтовой магмы;

- над элементарной площадкой осаждения в динамичных условиях происходит накоплению кумулатов в количестве, многократно превышающем их образование из фактического вертикального разреза магматического тела; Так по данным 719 скважин, вскрывших орудование с содержанием более 0,1% Cu или Ni, средняя мощность рудной зоны Хараелахского интрузива (60% запасов Норильского района) составляет 56,85 м. При этом средневзвешенные содержания: Cu – 1,4%, Ni – 0,69%, суммы МПГ 5,21 г/т, а средняя мощность осевой зоны Хараелахского интрузива в целом составила всего 86,59 м;

- контаминация базальтовой магмы серой происходит из эвапоритов и сульфидсодержащих вмещающих пород и является необходимым условием сульфидной ликвации. Далее изначально стерильный пирротиновый расплав экстрагирует из силикатного расплава Ni, Cu, МПГ, которые поступают в него путем диффузии, в количестве, зависящем от времени его контакта с магмой, что приводит к образованию зональности в рудных телах в тыловой, центральной, фронтальной и фланговых частях;

- богатые и высокоценные медистые сульфидные руды локализуют более 50% запасов металлов, образуются из большого количества сульфидной жидкости, которая накапливается в осевой зоне субгоризонтального эрозионного канала, по которому проходит максимальное количество магмы. Массивные руды имеют латеральную зональность: в тыловой части представлены пирротиновыми разновидностями с преобладанием Ni (5%) над Cu (2,3%) и увеличением в 10–20 раз содержаний Rh, Ru, Os, Ir. Во фронтальной части руды пентландит-халькопиритовые (с талнахитом, моихукитом, кубанитом и борнитом) с преобладанием Cu (25%) над Ni (5%) и увеличением содержаний халькофильных благородных металлов Pt, Pd, Au, Ag до десятков и сотен г/т;

- метаморфизм экзоконтактов выражен в образовании мощных (10–45 м) роговиков, характерных для тыловой, центральной и половины фронтальной фаций и мощных (15–100 м) магнезиальных и известковых скарнов и метасоматитов во фронтальной части рудоносных интрузий. Причем экзоконтактовый метаморфизм безрудных недифференцированных базитовых интрузий обычно не превышает 1–5 м.

Эти особенности хорошо согласуются с главными положениями МДДК (Радько, 1991, 2016) и аналогичных гипотез (Naldrett, Fedorenko 1995, 1996, Налдретт, 2003, Chusi Li, Edward M. Ripley., 2009). Согласно этой теории в туфолаковой толще существуют базальты, не проходившие через субвулканическую камеру, образованные не контаминированной, первичной магмой и базальты, проходившие через камеру, образованные контаминированной

магмой, частично лишенной при масштабной ликвации полезных компонентов. Последняя особенность используется для регионального прогноза.

**Турапов М.К., Жанибеков Б.О., Уматов Н.Ф. (ГП «ИМР»), Тойиров М.Э. (ТГТУ).
СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ БУКАНТАУ**

Все проявления золота по генетическому типу разделяются на два класса: 1) гидротермально-метасоматический и 2) пневматолито-гидротермальный (скарновый). Наибольшее распространение получил первый тип оруденения. Второй тип связан с зонами скарнирования и линейно-штокверкового окварцевания с шеелитом, молибденитом, с редким самородным золотом.

Среди рудных формаций выделяется золото-кварцевая, которая распространена как в Северном, так и в Центральном Букантау, но не имеет промышленного месторождения. Кроме этой рудной формации, в Букантау встречаются углеродисто-золото-сульфидная (Кокпатас); золото-редкометалльно-кварцевая (Алтынтау); золото-сульфидно-кварцевая (Ай-тым); золото-скарновая с наложенным оруденением (Булуткан); золото-серебряная (Саутбай, Сарытау); золото-серебро-кварцевая (Окжетпес); золото-сульфидная (Огузтау); золото-полиметаллическая (Турбай) формации. Кроме того в систематике показан минеральный тип оруденения с выделением основных и второстепенных элементов.

Особое место в систематике занимают рудоконтролирующие факторы: литологический, структурный и магматический.

Среди геолого-промышленных типов месторождений выделено: золото-сульфидное (Кокпатас); золото-кварцевое (Алтынтау); золото-серебряное (Окжетпес); золото-сульфидно-кварцевое (Булуткан, Барханное); вольфрамовый скарново-скарноидный с наложенным золотом (Саутбай).

Выявляется тенденция: в Северном Букантау все площади проявления золота имеют положительные аномалии силы тяжести; в Восточном Букантау – большинство объектов имеет отрицательную аномалию. Исключением является месторождение Огузтау; в Центральном Букантау – площади проявления золота имеет положительную аномалию силы тяжести. Исключением является месторождение Айтым.

Характер развития и величины магнитных аномалий в Букантау, по сравнению с аномалиями силы тяжести, имеет обратную картину. Так, например, площади проявления золота в Центральном Букантау характеризуются магнитной аномалией с отрицательной величиной. Для проявлений Восточного Букантау характерны положительные аномалии магнитных полей.

Взаимосвязь золоторудного процесса с тектонофизической обстановкой участков проявления золота обусловлена в первую очередь разрывными структурами и геодинамической обстановкой. Последняя имеет немаловажное значение. Впервые для золоторудных месторождений Букантау были определены в локальном масштабе геодинамические условия, при которых протекали процессы их формирования.

Основой для геодинамических построений явились данные структурно-тектонических особенностей и результаты экспериментальных работ по моделированию тектонических напряжений в структурах Букантау.

Для объектов Северного Букантау характерно формирование месторождений в условиях регионально-тектонического сжатия. Под воздействием этих тектонических усилий вдоль субширотных, широтных разломов возникли локальные зоны сжатия.

Для объектов Восточного Букантау геодинамическая обстановка имеет широкий спектр изменчивости. Но главным и общим для всех площадей проявления золота является то, что геодинамику определяют разломы, в особенности: одиночные разломы северо-западного простирания, участки их сопряжения с субширотным разломом, зона между субпараллельными северо-западными разломами. Тектоническая активность (сбросо-сдвиг) этих разломов - это главная особенность геодинамической обстановки, способствовавшая формированию в около

разломном пространстве зон смятый, дроблений, расланцевания вмещающих пород. Эти физические состояния пород увеличивают проницаемость площади, что является благоприятной обстановкой для проникновения из глубины недр гидротермических растворов.

Не менее важное значение имеет и другая особенность геодинамики площадей проявления золоторудной минерализации. Это формирование вдоль рудоконтролирующих разломов нейтральных зон, где воздействие тектонических усилий сжатия доведено до нуля. В Центральном Букантау геодинамика выразилась через три физические формы движения: тектоническая активность северо-восточных и северо-западных разломов; тектоническая активность приконтактных разломов (контактная зона интрузивов с вмещающими породами) и перемещение тектонических блоков. В основе всех трех форм проявления геодинамики лежит – горизонтальное тектоническое смещение, которое в комплексе с морфологией разломов, контактов интрузивов, с литологией способствовало формированию месторождений золота непосредственно в самой зоне разрыва или в околоразломном пространстве.

Хамроев Ж.З., Захидов А.Р., Каримов Ш.Ш. (ГП «ИМР»).

ЗОЛОТО-РЕДКОМЕТАЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В МАРГАНЦЕВЫХ РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАХТАКАРАЧА (ЮЖНЫЙ УЗБЕКИСТАН)

Марганец – один из важнейших элементов черной металлургии. Руды марганца используются при переработке передельного чугуна на сталь, в качестве легирующей примеси в металлургии химической, электротехнической, керамической промышленности и в других отраслях народного хозяйства. В связи с резким расширением производства чугуна и стали потребность в марганце из года в год увеличивается. Исследования рудопроявлений марганца в Узбекистане проводились попутно с другими работами (Ф.И.Вольфсон, В.С.Чекунов, С.Д.Макарова, И.Д.Капустянский, С.Т.Жонкобилов и др.)

Марганцевое оруденение Южного Узбекистана, имеющее эксгальационно-осадочное происхождение, приурочено к силицитовой вулканогенно-осадочной формации ордовика, нижнего силура и нижнесреднего девона. С отложениями этой формации, протягивающимися с запада на восток почти на 300 км, по данным В.С. Чекунова и др. связаны следующие месторождения и рудопроявления: Зиаэтинское, Дауташское, Кызылбайракское, Тахтакарачинское, Терсаксайское, Чапанатинское. В пределах месторождения Дауташ на протяжении 8 км насчитывается десять рудных участков. Наиболее крупные из них и детально исследованные – Коксайское, Сарыкамышское и Лолабулакское. На Коксайском участке рудные тела приурочены к горизонту песчанистых известняков и представлены тремя прерывистыми по простиранию пластообразными залежами. Содержание марганца от 8–12% до 22–28%.

Изучение вещественного состава марганцевых руд месторождения производилось на образцах и изготовленных из них полированных и прозрачных шлифах, мономинеральных фракциях с привлечением спектрального (методом просыпки), химического, электронно-микронного и рентгенофазового анализов. Электронно-микронный анализ проводился на приборе «JEOL» в ИГ и Г Госкомгеологии Республики Узбекистан.

Вмещающие породы представлены кварц-карбонат-хлорит-серицитовыми расланцованными породами. Марганцевая руда располагается в них в виде линз, чередующихся прослоев, прожилков и гнезд. Главными рудными минералами являются марганцевые (пиролюзит, псиломелан, вернадит, манганит) и железистые рудные минералы (гетит, гидрогетит, гематит). Остальные сложные оксидные и гидрооксидные, промежуточные формы соединений марганца и железа менее распространены. Они находятся в виде сростков и сложных смесей с вышеуказанными главными минералами.

В изученных рудах содержание оксида марганца в среднем составляет 17,5%. Попутными ценными компонентами руды являются благородные металлы – золото и серебро, в отдельных пробах достигающих близпромышленных содержаний. В рудах также отмечены минералы из группы бисмутантала – танталит, тапиолит, тантал, с концентрациями оксидов тантала (16,4–63,47%), ниобия (2,38–6,31%) и висмута (16,41–25,53%). В протоколках сумма

редкоземельных металлов, включая иттрий, достигает до 369,42г/т. Это не удивительно, если учесть, что марганцевых рудах повсеместно отмечается наличие минералов-носителей редкоземельного оруденения – апатита и монацита. В первом минерале отмечается Y_2O_3 (до 1,91%) и Yb_2O_3 (0,70–0,73%), второй богат La_2O_3 (6,24–10,60%), Ce_2O_3 (34,14–46,36%) и Nd_2O_3 (2,69–5,32%). Редкие земли также содержатся в кальците (Yb_2O_3 – 0,63–1,01%), барите (Nd_2O_3 – до 3,17% и Eu_2O_2 – до 2,43%) и родохрозите (Pm_2O_3 – до 1,59%). Эти попутные потенциально полезные компоненты обуславливают необходимость переориентации приоритетов дальнейших геологоразведочных работ в горах Чакылкалян, с довольно бедного марганцевого оруденения, на поиски комплексного благо-роднометалльно-редкометалльно-редкоземельного марганцевого оруденения, с соответствующим методико-аналитическим обеспечением.

Питулько В.М. (НИЦ экологической безопасности РАН)

Мкртычян А.К., Юркевич Л.Г., Корневская Т.Н. (АО «СибирскоеПГО»).

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ МНОГОУРОВНЕВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ И ОЦЕНКЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ РУДОПРОДУКТИВНЫХ СИСТЕМ

Геохимические работы (ГХР) в прогнозно-поисковом и геологосъемочном комплексе, обеспечивающем сегодня развитие минерально-сырьевой базы, занимают одно из ведущих мест.

Традиционные поиски выделяют множество аномалий, требующих для каждой из них дополнительного изучения, а интенсивный подход состоит в быстрой локализации перспективного участка, обладающего признаками объекта заданного ранга. При этом достигается принципиальное ускорение и удешевление оценок перспективности и ресурсов всех прогнозируемых объектов на площади съемок с выделением *не просто участков*, локализованных под дальнейшие работы в пределах 10–20% исходной территории, а определенных рудогенных структур в ранге РУ, РП или потенциального месторождения.

Базовой концептуальной моделью рудогенеза в интенсивной технологии принимается многоуровневый конвективный тепломассоперенос, порождающий структурно-вещественную сложность геолого-геохимического пространства, в котором отражается последовательное концентрирование и локализация рудного материала: не может быть аномалий в ранге ореолов рудного тела вне ореола месторождения, который, в свою очередь, не может появиться вне ореола рудного поля, соответственно, далее, – вне ореола рудного узла и вне рудного района.

Рассмотрение геохимического поля как интегрального показателя комплекса взаимосвязанных и взаимообусловленных геологических процессов (в том числе и рудного) позволяет вести на единой основе выделение последовательностей металлогенических процессов и геохимических подразделений в пространстве и во времени. Эти представления требуют иного подхода к изучению геохимического поля, отказа от стереотипных положений, согласно которым информативна лишь аномальная часть поля содержаний комплекса рудных элементов. Необходимо изучение всей совокупности полей содержаний петрогенных и рудогенных элементов.

Картографирование геохимических полей должно преследовать главную цель – раскрытие их структуры, под которой понимается соотношение областей выноса и привноса (в моноэлементных отображениях) и распределение ассоциаций элементов (на полиэлементных картах). В такой полной структуре геохимического поля отражаются все ступени (уровни) концентрирования.

Вероятность выявления участков проявленности энергетических процессов увеличивается при комплексировании методов изучения свойств вещества.

Применительно к проблеме месторождений рудоконцентрирующими структурами являются очагово-импульсные системы, в которых физические поля, минералого-геохимиче-

ские особенности, распределение разрывной тектоники и зональных морфоструктурных отображений (включая ландшафты) подчиняются правилу периодичности, в том числе – четности, т.е. чередования участков пониженных и повышенных значений параметров.

Реализацию принципа последовательной локализации перспективных площадей на основе выделения аномальных геохимических полей (АГХП) ранга рудного узла (РУ), рудного поля (РП), рудного месторождения (РМ) на базе многоуровневой конвективной модели рудогенеза с использованием геофизических и морфоструктурных методов предлагается рассмотреть на примере золоторудных объектов Енисейского кряжа и Кузнецкого Алатау.

Представлены комплексные геолого-поисковые модели золоторудных узлов – Верхне-Енашиминского, Советского, Коммунарковского и других.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГРР

*Бовкун А.В., Полтавская С.В. (МГУ им. М.В. Ломоносова),
Третьяченко В.В. (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО).*

ОКСИДНЫЕ МИНЕРАЛЫ СВЯЗУЮЩЕЙ МАССЫ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОРОД ТРУБКИ ИМ. В. ГРИБА

Алмазоносная трубка имени В. Гриба – одно из двух известных к настоящему времени месторождений алмаза на территории Архангельской алмазоносной провинции.

Изучены оксидные минералы собственно кимберлитового генезиса из кимберлитовых пород жерловой фации трубки: автолитовых кимберлитовых брекчий (АКБ) с глубин 236, 408, 804, 865, 916 м и порфиrowого кимберлита (ПК) с глубины 982 м.

Оксидные минералы в связующей массе изученных пород представлены мелкими (10–30 мкм) зернами хромистого пикроильменита (14,3–19,6 мас.% MgO; 4–6,7 мас.% Cr₂O₃) и Ti-содержащего магнезихромита (17,3–56 мас.% Cr₂O₃; 3,2–13,4 TiO₂), реже – рутила, титанита, перовскита, высокотитанистых шпинелидов и Mn-ильменита. В пределах автолитовых образований безъядерного, ядерного и пленочного типов выделения оксидных минералов особенно многочисленны. Одной из особенностей кимберлитов всех изученных образцов является многочисленность включений пикроильменита и рутила в псевдоморфозах по фенокристаллам оливина.

В зернах рутила, образующих включения в фенокристаллах оливина, выявлены высокие содержания хрома (до 5,7 мас.% Cr₂O₃; до 2 мас.% Nb₂O₅), что в совокупности с особенностями состава шпинелидов и пикроильменита из связующей массы пород свидетельствует об обогащенности кимберлитовых расплавов хромом и магнием и высокой степени их ультраосновности. Более поздний рутил, развивающийся по пикроильмениту, содержит 0–1,4 мас.% Cr₂O₃, до 1 мас.% Nb₂O₅, часто обогащен железом (около 1,2 мас.% FeO).

Выявлены отличия в количественном соотношении и составе оксидных минералов кимберлитовых пород верхних и нижних горизонтов трубки. В связующей массе АКБ с глубины 236–408 м наиболее распространенными оксидными минералами являются хромшпинелиды, среди которых преобладают высокохромистые магнезихромиты (43–57 мас.% Cr₂O₃; 3,2–7 мас.% TiO₂). В породах глубоких горизонтов (804–982 м) количество хромшпинелидов в целом снижается, ведущим минералом становится пикроильменит. При этом в АКБ с глубоких горизонтов повышается доля магнезихромитов с более низким содержанием хрома (17,3–44,5 мас.% Cr₂O₃; 8–13,4 мас.% TiO₂).

В порфиrowом кимберлите с глубины 982 м в отличие от АКБ широко распространены зерна высокотитанистых шпинелидов (16,5–21,8 мас.% TiO₂; 0,9–10,4 мас.% Cr₂O₃; 15,9–18 мас.% MgO), перовскита и магнетита. Распространенность последнего обуславливает повышенное значение магнитной восприимчивости (1025–1900 × 10⁻⁵ ед. СИ) порфиrowых кимберлитов в интервале глубин 980–988 м (Бурмистров и др., 2005).

Схожая вертикальная неоднородность оксидной минерализации связующей массы кимберлитовых пород ранее была установлена для трубки Пионерская (месторождение им. М.В. Ломоносова, Золотицкое поле), в которой порфиrowые кимберлиты глубоких горизонтов (980 м) отличаются от АКБ повышенным количеством перовскита и титаномagnetита (Архангельская алмазоносная провинция, 1999).

Указанные особенности оксидной минерализации порфиrowых кимберлитов глубоких горизонтов трубок им. В. Гриба и Пионерская, предположительно, могут свидетельствовать о возможном снижении содержаний алмаза в данном типе пород.

Иванов П.В., Тарасов А.В. (ООО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»).
ФОТОГРАММЕТРИЯ - НОВАЯ ЖИЗНЬ СТАРОЙ ТЕХНОЛОГИИ
(ПРИНЦИПЫ И ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОИСКОВ МПИ)

Фотограмметрия – научно-техническая дисциплина, занимающаяся определением характеристик объектов, таких как форма, размеры, положение в пространстве и т. д. по их изображениям. В течение 20-го века фотометоды прочно вошли в практику картографов, подчас, как основной способ получения топографических данных. Сегодня объёмные модели рельефа можно строить по цифровым снимкам программными способами и интегрировать их в ГИС системы.

Носителем фотоаппаратуры могут быть различные летательные аппараты, и у каждого из них свои недостатки и свои преимущества:

Спутниковые снимки на данный момент являются наименее детальными. В настоящее время самое лучшее пространственное разрешение – 0,3 м. (WorldView-3, панхроматический сенсор). Разрешение базового покрытия LandSat – 15 м.

Съёмка с самолёта или вертолёта может иметь пространственное разрешение до нескольких сантиметров на пиксель, но она не рентабельна для небольших площадей. Оперативность получения результатов зависит от лётной погоды и доступности лётной техники.

Малые беспилотные летательные аппараты (БПЛА со взлётной массой до 30 кг). Среди достоинств высокая скорость получения результатов, высокое пространственное разрешение фотоматериалов, доступность как экономическая, так и техническая. Недостатки таких носителей тоже следуют из их размеров: малые полезные нагрузки, рентабельность снижается при росте площади съёмки.

Последние несколько лет направление БПЛА бурно развивается. Появились серийные потребительские продукты, оснащённые цифровыми фотокамерами высокого разрешения. Параллельно развивается и программное обеспечение, позволяющее на основе серии фотоснимков создавать высокоточные трёхмерные модели снимаемых объектов.

Сегодня фотограмметрия уже нашла применение в планировании городской застройки, дорог, коммуникаций, при добыче открытым способом для проектирования карьеров и контроля объёмов добычи, в экологическом мониторинге (развитии эрозионных процессов и т. п.).

При проведении полевых работ на участке, не имеющем актуальной крупномасштабной цифровой модели рельефа, такую модель можно построить при помощи БПЛА с цифровой фотокамерой. Можно получить детальность модели, которая будет соответствовать масштабам вплоть до 1:500, 1:1000, что позволит производить структурное дешифрирование весьма подробно. Помимо объёмной модели интерес может представлять её текстурное наполнение, особенно на участках с хорошей обнажённостью.

Для беспилотного аппарата в специализированном программном обеспечении планируется маршрут (полётное задание), по которому будет производиться фотосъёмка. Съёмка должна производиться с перекрытием снимков, для дальнейшего нахождения программным способом общих точек на снимках. Для повышения точности привязки модели, на площади съёмки можно разместить наземные маркеры (опознаки), с известными координатами.

Объективной трудностью при получении истинного рельефа при фотограмметрической съёмке является плотная залесённость - густой лесной покров, через который не просматривается земная поверхность. Для решения этой проблемы приходится использовать постобработку, а в крайних случаях и наземную съёмку.

Существенное снижение трудозатрат при получении трёхмерной модели рельефа, а также недоступная ранее детальность открывают новые возможности при проведении поисковых работ. При этом фотограмметрия позволяет решать самый широкий круг задач, от геологического картирования, до контроля выполненных объёмов горных работ и детальной фотодокументами горных выработок.

Лоренц Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ).
**ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД ЗОЛОТЫХ И СЕРЕБРЯНЫХ
ПРОЯВЛЕНИЙ РЕГИОНА ЧУКОТКИ; ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ
КРИТЕРИЕВ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО
ОРУДЕНЕНИЯ (ЧУКОТСКИЙ АО)**

В пределах Чукотского АО установлены месторождения и проявления четырёх золото-рудных формаций со своими минеральными типами:

1. Золото-кварцевой арсенопирит-пиритового (Каральвеем, Кекура) и сульфоантимонитового (Совиное, Секущий, Каатырское) минеральных типов;
2. Золото-сульфидно-кварцевой золото-(теллуридно)-висмутового (Лосиха, Палянгай, Каменный Пик) и галенит-пиритового (Смешливое) минеральных типов;
3. Золото-сульфидной арсенопиритового минерального типа (Майское);
4. Золото-серебряной золото-сульфосольного (Купол, Морошка, Сопка Рудная), золото-акантитового (Арыкэваам, Левый Кайэнмываам, Кварцевый, Тэлэвеем) и золото-галенит-сфалеритового (Двойное, Весеннее, Горностаево) минеральных типов.

Главными особенностями золото-кварцевых объектов пирит-арсенопиритового минерального типа является широкое развитие крупного свободного самородного золота в сростании с арсенопиритом II-й генерации (главный продуктивный комплекс), в то время как в жильно-прожилковых зонах объектов сульфоантимонитового минерального типа характерно широкое развитие самородного золота тонких и мелких фракций, отвечающего золото-галенит-халькопирит-тетраэдритовой ассоциации главного продуктивного комплекса. При этом для объектов сульфоантимонитового типа характерны высокие (десятые доли % - первые %) содержания мышьяка и свинца при повышенных (десятки и сотни г/т) содержаниях сурьмы и висмута.

Для золото-сульфидно-кварцевых объектов золото-(теллуридно)-висмутового типа характерно тонкодисперсное, тонкое и мелкое самородное золото I в сростках с висмутином, самородным висмутом и теллуrowисмутитом в арсенопирите II-й генерации (золото-висмут-висмутин-арсенопирит-кварцевый комплекс, главный продуктивный) при подчинённой роли тонкого самородного золота II, отвечающего золото-тетраэдрит-галенит-пирит-кварцевому комплексу. Кроме того, важными поисковыми критериями являются высокие содержания висмута (десятки и сотни г/т), а также свинца и меди (десятые доли %), в то время как золотых руд объектов галенит-пиритового типа, сложенных минералами золото-тетраэдрит-галенит-пирит-кварцевого комплекса, повышенные содержания висмута нехарактерны.

Для золото-серебряных жил объектов золото-сульфосольного и золото-акантитового минеральных типов характерно широкое развитие фестончато-полосчатых адуляр-кварцевых агрегатов с вкрапленностью низкопробного самородного золота тонких и мелких фракций в сростании с пираргиритом, полибазитом и акантитом (золото-пираргирит-адуляр-кварцевый комплекс). Для объектов золото-галенит-сфалеритового типа характерны сростания электрума с галенитом, сфалеритом, теннантитом и акантитом при отсутствии сульфосолей серебра, что отличает их от серебро-полиметаллических проявлений (Олептытын), для которых теннантит и самородное золото нехарактерны.

Таким образом, при поисках объектов золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой рудных формаций надо обращать внимание на наличие весовых шлиховых ореолов мелкого и крупного высокопробного золота в водотоках, дренирующих жильно-прожилковые зоны, сложенные серым и желтовато-белым кварцем с вкрапленностью арсенопирита II, галенита, сфалерита, тетраэдрита и бурнонита.

Для золото-серебряных объектов золото-сульфосольного и золото-акантитового типов главными критериями поисков являются линейные тела вторичных кварцитов, вмещающих фестончато-полосчатые кварцевые жилы с вкрапленностью электрума, акантита и сульфосолей серебра, тогда как для золото-галенит-сфалеритовых объектов характерны неясно полосчатые кварцевые жилы с вкрапленностью галенита и сфалерита.

*Петрушков Б.С., Шнейдер Г.В., Лазарев Ф.Д., Салтанов В.А.,
Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»),
Курбатов И.И. (Центрсибнедра), Черепанов А.В. (АО «Полиметалл»).*
**ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ГОЛЫШЕВСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ
ПЛОЩАДИ МИОГЕОКЛИНАЛЬНОЙ ЗОНЫ ДОКЕМБРИЯ КАРСКОГО
МИКРОКОНТИНЕНТА (О. БОЛЬШЕВИК АРХ. СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ)**

Голышевская площадь, перспективная на выявление крупнообъемного месторождения золото-сульфидной черносланцевой формации, расположена на юге о. Большевик архипелага Северная Земля в пределах Лагерно-Голышевского рудно-россыпного узла, выделенного в конце 80-х начале 90-х годов XX века работами ЦАГРЭ (г. Норильск) и ВНИИОкеангеология (г. Санкт-Петербург). В связи с задачами по укреплению национальной безопасности в интересах развития приполярных территорий Сибири и задачами наращивания присутствия Российской Федерации в Арктике актуальность изучения островов Северной Земли на рудное золото не вызывает сомнения.

По состоянию на 01.01.2010 г. ЦНИГРИ для юго-востока о. Большевик прогнозные ресурсы рудного золота (золото-кварцевая формация) апробированы по категории P_2 в количестве 30 т. В процессе подготовки ГК-1000/3 по листам Т-45-48 в 2014 г. во ФГУП «ВСЕГЕИ» и Центрсибнедра утверждены прогнозные ресурсы золота Голышевского рудно-россыпного узла в количестве 104 т.

В целом геолого-структурная и металлогеническая позиция Голышевской площади типична для золоторудных районов с крупными месторождениями золотосульфидно-кварцевого и золото-сульфидного геолого-промышленных типов в углеродсодержащих терригенных комплексах складчатых областей позднего докембрия (типа Витимо-Патомского нагорья). Комплекс отложений представлен интенсивно смятыми дистальными флишоидными отложениями голышевской и красноречнинской толщ, сформированных в миогеклиналной зоне - пассивной окраине Карского континента в рифейско-вендское время. Коллизийные процессы, сопровождающиеся зональным метаморфизмом силлиманит-андалузитового типа, связываются с байкальским циклом тектогенеза с последующей активизацией в герцинский этап (внедрение гранодиорит-гранитовых интрузий). Флишоидные образования Голышевской площади испытали метаморфизм начальных ступеней зеленосланцевой фации. В поле развития углеродистых отложений голышевской толщи обнаружены стратиформные проявления «базовой» золото-черносланцевой формации, а в ее пределах установлено единственное известное на острове Голышевское рудопроявление золото-сульфидной формации. В пределах перспективной площади развиты также метаморфогенно-гидротермальные объекты золото-кварцевой формации с видимым золотом и его «ураганскими» содержаниями до 1–1,2 кг/т.

В среднем течении р. Голышева, рекой пересекается зона сульфидизации, прослеженная на север на 3,2 км скважинами ударно-канатного бурения и по элювиально-делювиальным развалом более чем на 25 км. В ее пределах насчитывается около 10 интенсивно пиритизированных прослоев с зонками тонкого кварцевого прожилкования. Концентрации золота в породах связаны с сульфидами. Минераграфические исследования показали, что основным рудным минералом являются пирит и его тонкокристаллическая разновидность – мельниковит-пирит. Значительно реже по сланцеватости развивается пирротин. В пирите в виде микровключений присутствуют халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит и золото. В послойных образованиях густовкрапленного пирита (50–80%) мощностью 2–5 см и протяженностью 1–10 м содержания золота достигает 30 г/т, в окружающих породах его содержания не превышают 1–5 г/т. На рудопроявлении Голышева пройдены 3 разведочные канавы и 7 скважин колонкового бурения с глубинами бурения до 150 м. Не смотря на ограниченный объем проанализированных проб, ресурсы золота категории P_2 составили 7,1 т (Щепотьев и др., 2001). Комплекс поисково-оценочных критериев позволяет ожидать крупнообъемных месторождений с совмещенным оруденением золото-сульфидной и золотосульфидно-кварцевой формаций.

Романчук А.И. (ФГУП ЦНИГРИ).

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ОБОГАТИМОСТИ РУД ПРИ ПОИСКАХ И ОЦЕНКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При поисках и оценке месторождений неизбежно возникает необходимость определения качества минерального сырья. С этой целью проводятся технологические исследования, главная задача которых – разработка эффективной технологии извлечения из руд с полезных компонентов и определение её основных технологических параметров и показателей. Исследования выполняются на представительных технологических пробах руд каждого природного типа массой не менее 100 кг. Допускается составлять пробы из дроблёного материала крупностью $-2 +0$ мм, но и в этом случае для определения некоторых физико-механических свойств, возможности предварительного крупнокускового обогащения и кучного выщелачивания благородных металлов требуется материал крупностью не менее 50 мм.

Особенностью исследований на ранних стадиях геологического изучения месторождений, как правило, является необходимость выполнения работ в короткие сроки при ограниченной массе проб. При выполнении исследований руд золота в ЦНИГРИ применяется методика, позволяющая оперативно выполнять комплекс работ по изучению химического и минерального состава руд; фазового состава благородных и цветных металлов; гранулометрии и морфологических особенностей золота, определяющих его поведение в процессах обогащения; присутствие вредных примесей, осложняющих обогащение и металлургическую переработку руд. Для увеличения достоверности определения содержания золота в геологических и технологических пробах с крупным золотом применяется разработанная в институте методика предварительного гравитационного концентрирования «свободного» золота, хорошо себя зарекомендовавшая при разведке и эксплуатации многих объектов недропользования. Результаты изучения вещественного состава позволяют с высокой степенью надёжности определить наиболее перспективные методы извлечения полезных компонентов из руд и направление дальнейших исследований.

В процессе технологических исследований: экспериментально проверяется эффективность извлечения благородных металлов различными методами механического обогащения и гидрометаллургии, в том числе по комбинированным технологическим схемам, определяются основные технологические параметры и показатели переработки руд, выделяются их технологические типы или сорта.

Сравнительный анализ полученных данных позволяет обосновать рекомендуемую технологию или наиболее эффективные варианты технологических схем для последующей геолого-экономической оценки.

Туровский Д.С., Лоренц Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ВЕРХНЕСВЕТЛИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, П-ОВ ТАЙМЫР) И ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ ЖИЛЬНО-ПРОЖИЛКОВЫХ ЗОН РУДНОГО ПОЛЯ

Верхнесветлинское золоторудное проявление приурочено к тектонической зоне интенсивных дислокаций, расположенной на контакте с интрузивными телами габбро-монцитов ясенского ранне-среднерифейского комплекса. К гидротермально-метасоматическим изменениям вмещающих пород относится окварцевание, отвечающее пирит-кварцевой стадии, а также серицитизация и пиритизация (группа березитоподобных изменений), отвечающие более поздней халькопирит-пирротин-пирит-мусковит-кварцевой стадии (допродуктивной). При этом по составу вмещающих пород может быть выделено три типа жильно-прожилковых зон:

1. Жильно-прожилковые зоны, залегающие в габбро-долеритах и габбро-монцонитах ясенского интрузивного комплекса (участок Дачный);
2. Жильно-прожилковые зоны, приуроченные к мраморизованным известнякам воль-

нинской толщи (участок Междуречный);

3. Жильно-прожилковые зоны, локализованные в углеродистых серицитовых сланцах вольнинской толщи и прорывающих их габбро-долеритах и габбро-монцонитах (частично превращенных в цоизит-хлорит-актинолитовые сланцы), в значительной мере березитизированных (участок Ясный).

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 участка Дачный сложены, в основном, минералами халькопирит-пирротин-пирит-кварцевого комплекса при слабом развитии минералов продуктивного комплекса. При этом в составе последнего резко преобладают минералы арсенопирит-пирит-кварцевой ассоциации при слабом развитии минералов халькопирит-сфалерит-галенитовой и золото-тетраэдрит-халькопиритовой ассоциаций.

В жильно-прожилковых зонах участка Междуречный резко преобладают минералы золото-тетраэдрит-галенит-пирит-кварцевого комплекса, при этом в составе его золото-тетраэдрит-халькопиритовой ассоциации наблюдается преобладание тетраэдрита и халькопирита III над тонкодисперсным (0,002–0,005 мм) самородным золотом.

Жильно-прожилковые зоны участка Ясный сложены минералами халькопирит-пирротин-пирит-кварцевого (допродуктивного) и золото-тетраэдрит-галенит-пирит-кварцевого комплексов, при этом наблюдается резкое преобладание тонкодисперсного (0,002–0,006 мм) и тонкого (0,01–0,025 мм) самородного золота над другими минералами золото-тетраэдрит-халькопиритовой ассоциации продуктивного комплекса.

Таким образом, в пределах Верхнесветлинского золоторудного проявления наиболее перспективными жильно-прожилковыми зонами являются жильно-прожилковые зоны участка Ясный в березитах по серицитовым сланцам и габброидам, а менее перспективными – жильно-прожилковые зоны участка Междуречный. Полученные данные позволили рекомендовать выполнение основного объема горных и буровых работ 2017 в пределах участка Ясный, характеризующегося широким развитием самородного золота, а также проведение небольшого объема горных работ на участке Междуречном.

Черняев Е.В. (ООО Геологоразведочная компания «Геосфера»). **НЕЗАМЕЧЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ПОИСКОВОЙ ГЕОХИМИИ**

При геохимических поисках метод ИСП-АЭС, как и ранее его предшественник – количественный спектральный анализ, может применяться для определения большинства элементов, но не приемлем для определения золота и ряда его важных спутников. В настоящее время только метод масс-спектрометрии в индуктивно связанной плазме (ИСП-МС) может обеспечить низкие пределы обнаружения и высокую производительность элементного анализа. Это позволяет использовать метод ИСП-МС при проведении геохимических поисков месторождений золота, платины, ряда редких и рассеянных элементов, других рудных и нерудных полезных ископаемых. Диапазон одновременно определяемых элементов составляет около 80, пределы обнаружения (без концентрирования) до 10^{-8} % в твердом веществе и до 10^{-10} % в водах, то есть ниже кларков. Одновременный динамический диапазон для определяемых концентраций составляет более девяти порядков, то есть хорошо определяются как кларковые, так и рудные концентрации даже с ураганным содержанием металлов.

Однако при проведении геохимических поисков недостаточно определить только с

методом химического анализа проб. Качество анализа определяется не только методом или даже аппаратурой, на которой производится исследование проб. Важным является выбор оптимальной массы анализируемой химической навески. Неравномерное распределение золота в рудах и геохимических ореолах не позволяет ограничиваться микронавесками, как это практикует большинство химических лабораторий, а требует применения представительной аналитической навески. Оптимальной при литохимических поисках является навеска 10г, что было обосновано еще при выполнении химико-спектрального определения золота. Нахождение золота в горных породах и рудах в различных формах кроме того определяет необходимость при химической подготовке проб к анализу применения комплексного мультикислотного выщелачивания элементов.

Исходя из, достаточно строгих геологических требований к химическим анализам в Химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск) в 2007 г. была разработана методика ФР.1.31.2007.04107, в соответствии с которой навеска массой 10 граммов подвергается озонированию, разлагается в 50 см³ смеси фтористоводородной, соляной и азотной кислот и затем анализируется на масс-спектрометре на 30 элементов, в том числе на золото и элементы группы платины (www.plasma-tomsk.ru). В результате анализа литохимических проб по этой методике удастся выявлять не только механические, но и сорбционно-солевые ореолы в районах, закрытым чехлом рыхлых отложений мощностью в несколько десятков метров.

Другие методики масс-спектрального анализа почв, горных пород, растительности и воды также показали свою эффективность при проведении гидро-, био- и литохимических поисков в различных геолого-ландшафтных условиях на десятках исследуемых объектов.

При проведении поисковых работ наиболее удачным оказалось комплексирование гидро- и литохимических методов. При этом удастся в июле-августе выполнить гидрогеохимические поиски (с шагом по водотокам 200–500 м), выявить геохимическую структуру площади и получить принципиальное заключение о перспективах золотоносности лицензионной площади, локализовать наиболее перспективный участок площадью в первые кв.км. Во второй половине этого же полевого сезона на выделенном перспективном участке проводятся литохимические или биогеохимические поиски с определением в пробах золота и 20–30 элементов-спутников. Эти работы позволяют дать ответ о масштабах и структурно-морфологических типах оруденения на участке и целесообразности дальнейшего проведения работ. В последующие годы в пределах выявленных аномалий в благоприятных геологических структурах проводятся горно-буровые работы с оценкой ресурсов, а затем и подсчетом запасов.

Юзбашова У.А. (Бакинский государственный университет).

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КВАРЦА С ПЛАГИОКЛАЗОМ И ОРТОКЛАЗОМ В ИНТРУЗИВНОМ ПОРОДЕ ДАШКЕСАНСКОМ РАЙОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА

Нерудные минералы в Дашкесанском района связаны основным с контакто-метасоматическими и гидротермальными образованиями эндо- и экзоконтакте интрузивных массивов а также зонах развития метаморфических пород. Не рудные минералы большое влияния оказывает не только характер рудной массы, а также по минералогической составу и структурно-текстурным особенностями но и общий характер пород. Кварц широко развитые минерал в Дашкесанском районе она имеет большое распространение и встречается во всех минералообразующих процессах контактово-метасоматических и гидротермальных образованиями по всей стадии интрузивных деятельностью а также зонах окисления месторождений района. Довольно большое разнообразие физико-химических условий и их нестабильностью в различных участках зоны окисления обуславливается большое разнообразие в структурно-текстурных особенностях пород группа кремнезема, который преобладают пористые, друзовые, рыхлые, землистые, порошковатые, колломорфные, корковые, полосчатые и брекчиевидные текстура кварца, светло-серый иногда в виде тонкий и равной оторочки окаймляет обломки пород и нацело заполняет тонкие трещинки. Брекчиевидная гипергенный кварц встречается среды бурных железняков в гранат-магнетитовых скарнах или же образуются в

прожилках и пустотах. Он обычно бесцветный, прозрачный, молочно-белый, иногда желтоватый и даже буроватый от примесей бурого железняка. Кварц на месторождения часто встречается в виде халцедона бурой окраски по краевым рудной жильной массе. Раздувы трещин выполняются относительно более поздним агрегатом с бурной окраской халцедона реже кварц-карбонатных веществ. Характерно, что обломки породы, хотя и отделены друг от друга, но находится в той же ориентировке, что и вмещающая порода в отличие от типичной брекчии. Изучение возрастной последовательности отложения минеральных агрегатов показывает, что первым из гидротермальных растворов выделился кварц в виде тонкой равной по мощности оторочки, обволакивающей не только стенки кварцевых жилы, но и буквально все обломки вмещающих пород со всех сторон. Наряду с таким закономерными сращениями наблюдается беспорядочные сростки или обволакивание кристалликов кварца с ортоклазом и плагиоклазом. Ортоклаз нередко часто пелитизирован, подобное измененные мелкие включения можно видеть и среди кварцевых зерен. В ортоклазе не редко выключения апатита, местами идиоморфные кристаллики кварца разорбированы или по периферии гранилированы, вокруг изометрических зерен или скелетных форм кварца наблюдается также венчики из плагиоклаза и пироксена. В минералогическом составе монцонитов (на участках Гендере, Галачи и Гонах-Гермез), принимают участия плагиоклаз, ортоклаз, кварц, амфибол и проксен. Плагиоклазы составляют почти половину породы, они образуют идиоморфные индивиды различной формы и величины. Сиенит-диорит являются как бы переходным от монцонитов к гранитоидам, он содержит еще больше плагиоклаза при соответственном уменьшении ортоклаза и кварца. Кварцевые диориты на участка Гендере, диориты и диорит-порфиры на участка Галача также содержит много плагиоклаза, в этих породах количество ортоклаза значительно уменьшается до 2,3%, а кварц первой породе до 13%, на втором тоже уменьшается до 2,3%. В составе этих породах принимают большое участие пироксены до 10%. Различные количественные соотношения этих минералов Дашкесана наблюдается зональность с последовательностью плагиоклаз-кварц-ортоклаз, то есть идиоморфизм кварца по отношению ортоклаза а также других темноцветных нерудных минералов и их компонентов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	4
<i>Аббасов Н.А.</i> (Бакинский государственный университет). МЕДНО-ПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ФОРМИРОВАНИЕМ ОКРАИННО-КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ МИСХАНА-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЫ	4
<i>Аббасов Н.А.</i> (Бакинский государственный университет). ВЗАИМООТНОШЕНИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РУДНЫХ ЖИЛ, ШТОКВЕРКОВ И ДАЕК ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД КИСЛОГО И СРЕДНЕГО СОСТАВА В МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЫ МАЛОГО КAVКАЗА.	5
<i>Алексеев А.С.</i> (МГУ им. М.В. Ломоносова), <i>Кирмасов А.Б.</i> (ТОО «Казцинк»), <i>Конюхов А.А.</i> , <i>Рудаков С.И.</i> , <i>Чеботарёва В.Н.</i> , <i>Юткин А.В.</i> (ООО «Управление горными проектами»). РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА ПЕРСПЕКТИВНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЯХ МОЛИБДЕН-ПОРФИРОВОГО ТИПА (СИХОТЭ-АЛИНЬ)	6
<i>Андреев А.В.</i> , <i>Гирфанов М.М.</i> , <i>Авилова О.В.</i> , <i>Старостин И.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). РУДНЫЕ РАЙОНЫ С МЕДНО-ПОРФИРОВЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ ТАГИЛЬСКО-МАГНИТОГОРСКОЙ И ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ ЮЖНОГО УРАЛА (ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ГРР).....	8
<i>Антипов В.С.</i> , <i>Журавлев Е.А.</i> (НИИКАМ – филиал ФГУП ЦНИИмаш), <i>Волин К.А.</i> (СПбГУ ИНЗ). НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА РУДОПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И УЧАСТКОВ	9
<i>Ахманов Г.Г.</i> , <i>Егорова И.П.</i> , <i>Булаткина Т.А.</i> (ФГУП «ЦНИИГЕОЛНЕРУД»). ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО БАРИТА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН.....	10
<i>Барышев А.Н.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ ИСТОЧНИКА ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, ГЕОДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ СТРУКТУР И ОЦЕНКЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБЛАСТЕЙ	11
<i>Волков А.В.</i> , <i>Прокофьев В.Ю.</i> , <i>Сидоров А.А.</i> , <i>Мурашов К.Ю.</i> (ИГЕМ РАН), <i>Савва Н.Е.</i> , <i>Колова Е.Е.</i> (СВКНИИ ДВО РАН). ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ	12
<i>Волчков А.Г.</i> , <i>Вартанян С.С.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ОПТИМАЛЬНЫЕ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ГОСЗАКАЗА (ПО МАТЕРИАЛАМ РАБОТ ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ)	13
<i>Гирфанов М.М.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ПОЗИЦИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РУДНЫХ УЗЛОВ С МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕГИОНАЛЬНОМ АНОМАЛЬНОМ ГЕОХИМИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ	14
<i>Горских П.П.</i> , <i>Ромашко В.В.</i> , <i>Мельников Ю.О.</i> (ООО «Норильскгеология»). ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА НАЗЕМНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОГАТЫХ И ВКРАПЛЕННЫХ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД В НОРИЛЬСКОМ РАЙОНЕ	15
<i>Григорьев С.А.</i> (ИМГРЭ). О СТРУКТУРЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ РУДНОЕ ТЕЛО – РУДНАЯ ЗОНА.	16
<i>Зинчук Н.Н.</i> (Западно-Якутский научный центр АН РС(Я). ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫВЕТРИВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД.....	17
<i>Зинчук Н.Н.</i> (Западно-Якутский научный центр АН РС(Я). НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ	18
<i>Зубова Т.П.</i> , <i>Шатилова Л.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИПОМОРФНЫХ И ТИПОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗОЛОТА И МИНЕРАЛОВ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗОЛОТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ.....	19
<i>Иванов А.И.</i> , <i>Конкин В.Д.</i> , <i>Ручкин Г.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). СТРАТОУРОВНИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ЕНИСЕЙСКОЙ И ЛЕНСКОЙ ПРОВИНЦИЙ И ИХ РОЛЬ ПРИ ПРОГНОЗНЫХ ПОСТРОЕНИЯХ	20
<i>Кедрова Т.В.</i> , <i>Богущ И.Н.</i> (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО), <i>Килижеков О.К.</i> , <i>Степанов Е.А.</i> (БГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО). ТИПОМОРФНЫЕ СВОЙСТВА АЛМАЗОВ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ.....	21

<i>Кирплюк П.В.</i> (Норильский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ»). РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ.....	22
<i>Кирсанов А.А., Липияйнен К.Л., Павлова В.О., Кирсанов Г.А., Смирнов М.Ю.</i> (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). ВЫЯВЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА ПОИСКИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ПО ДАННЫМ ОБРАБОТКИ АЭРО -КОСМИЧЕСКИХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ.....	23
<i>Коваленкер В.А., Абрамова В.Д., Плотинская О.Ю., Языкова Ю.И., Борисовский С.Е., Трубкин Н.В.</i> (ФГБУ «ИГЕМ РАН»). РЕНИЙ И ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ МОЛИБДЕНИТА БЫСТРИНСКОГО Cu-Au-Fe СКАРНОВО-ПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ – ПЕРВЫЕ LA-ICP- MS АНАЛИЗА	24
<i>Ковалив Я.О., Мамедов В.И., Макарова М.А.</i> (МГУ им. М.В. Ломоносова), <i>Мелькин А.А., Пекарский В.М., Пашиков В.С.</i> (Geoprospects ltd). ЭВОЛЮЦИЯ БОКСИТОНОСНЫХ ЛАТЕРИТНЫХ ПОКРОВОВ И КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОВИНЦИИ ФУТА ДЖАЛОН-МАНДИНГО (ЗАПАДНАЯ АФРИКА).....	25
<i>Конкин В.Д., Иванов А.И., Ручкин Г.В.</i> (ЦНИГРИ Роснедра МПР), <i>Агеев Ю.Л., Молочного В.Г.</i> (ООО «СИБГК»). ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОГО И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ ОЛОКИТО-СЮЛЬБАНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ.....	26
<i>Коньшев В.О.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ПРОГНОЗ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОД ТЕХНОГЕННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ КРУПНОЙ РОССЫПИ РЕКИ МАГЫЗЫ	27
<i>Кориневский В.Г., Кориневский Е.В.</i> (Институт минералогии УрО РАН). СКАПОЛИТОВЫЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ – ВОЗМОЖНЫЙ НОВЫЙ ИСТОЧНИК РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ	29
<i>Корчагина Д.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). НЕКОТОРЫЕ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ВОСТОЧНО-ЗАБАЙКАЛЬСКОГО МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО ЦЕНТРА.....	30
<i>Кринов Д.И., Кольцов В.Ю., Кузнецов И.В., Хорозова О.Д.</i> (АО «ВНИИХТ»), <i>Салтыков А.С., Бехтина И.Н.</i> (ФГУП «ВИМС»), <i>Гонгальский Б.И.</i> (ИГЕМ РАН). О НОВОМ ТИПЕ РАДИОАКТИВНЫХ РУД В ЗОНАХ СОВРЕМЕННЫХ ГИДРОТЕРМ. ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДКИ И ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ	31
<i>Кудрявцева Н.Г.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ РУДНОГО АЛТАЯ И САЛАИРА.....	32
<i>Кузнецов В.В., Кузнецова Т.П., Серавина Т.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛАТАЕ-САЯНСКОЙ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ	34
<i>Кухмазов И.С., Кузнецов В.В., Кузнецова Т.П., Кудрявцева Н.Г.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЕНД-КЕМБРИЙСКИХ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.	35
<i>Лаломов А.В., Селиванов П.В.</i> (ФГБУН ИГЕМ РАН). НОВЫЙ ТИП КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗОЛОТА ВАГРАНСКОГО РОССЫПНОГО УЗЛА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)	36
<i>Мальковец В.Г.</i> (Институт геологии и минералогии СО РАН). КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ И ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОИСКОВ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ В ПРЕДЕЛАХ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ И ИХ АКТИВИЗИРОВАННЫХ ОКРАИН	37
<i>Мансуров Р.Х.</i> (ФГУП ЦНИГРИ), <i>Тарасов А.В.</i> (ООО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»). ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ ПРОГНОЗА КРУПНООБЪЕМНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА	38
<i>Минин В.А., Толстов А.В.</i> (ИГМ СО РАН), <i>Епифанов В.А., Лоскутов Ю.И.</i> (АО «Росгеология» АО «СНИИГГиМС»). ЛАНДШАФТНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ КОМПЛЕКСИРОВАНИИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ КОРЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ И НЕОБХОДИМОСТЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ИЗУЧЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.....	39
<i>Молотков А.Е., Олейников О.Б.</i> (ФГБУН ИГАБМ СО РАН). ИК СПЕКТРОСКОПИЯ ПЕРВЫХ НАХОДОК АЛМАЗА, ОБНАРУЖЕННЫХ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ КЕМБЕРЛИТА ИЗ КЕРНОВ ХОМПУ-МАЙСКОГО ПОЛЯ	40
<i>Монхоров Р.В., Бардухинов Л.Д.</i> (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)). МОРФОЛОГИЯ, ВНУТРЕННЕ СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ТРУБКИ «БОТУОБИНСКАЯ»	41
<i>Пирназаров М.М.</i> (ГП «НИИМР»), <i>Пирназаров Маъмур</i> (Пробирная палата), <i>Мирзахужаев Т.Р., Умаралиев А.</i> (ТашГТУ). ОСНОВНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОГО	

ОРУДЕНЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ	42
<i>Плотинская О.Ю., Абрамова В.Д.</i> (ИГЕМ РАН). ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В ПИРИТЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ЗОНАЛЬНОСТИ ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗНЯКОВСКОГО ЭПИТЕРМАЛЬНОГО AU-AG МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ); ПО ДАННЫМ РСМА И LA-ICP-MS. 43	
<i>Полтавская С.В.</i> (МГУ им. М.В. Ломоносова). МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОКСИДЫ ИЗ СВЯЗУЮЩЕЙ МАССЫ КИМБЕРЛИТОВ КАК КОСВЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ АЛМАЗОНОСНОСТИ ПОРОД. ТРУБКА ИМ. ГРИБА, АРХАНГЕЛЬСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ	44
<i>Прусакова Н.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ПРИНЦИПЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ АЛМАЗОПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПОД ПОСТАНОВКУ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК	45
<i>Прусакова Н.А., Лаптев М.М., Громцев К.В., Иванова Е.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ Роснедра Минприроды России). ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ НА ЮГЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК	46
<i>Раков Л.Т., Прокофьев В.Ю., Коваленкер В.А.</i> (ИГЕМ РАН). ГЕНЕТИЧЕСКОЕ И ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В КВАРЦЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА	47
<i>Сафонов Ю.Г.</i> (ИГЕМ РАН). СОСТОЯНИЕ НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СРЕДНЕ-КРУПНОМАСШТАБНОГО МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ	48
<i>Сафонов Ю.Г.</i> (ИГЕМ РАН), <i>Вихтер Б.Я.</i> (ЦНИГРИ МПР). СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА ТАЙМЫРО-СЕВЕРОЗЕМЕЛЬСКОЙ И БАЙКАЛО-ПАТОМСКОЙ ПРОВИНЦИИ.	49
<i>Третьяченко В.В.</i> (АК «АЛРОСА»), <i>Ракитин И.Ю.</i> (ЗАО «ОНЕГАЗОЛОТО»). ЗОЛОТО-ПЛАТИНОВЫЕ ПАЛЕОРОССЫПИ КОЖОЗЁРСКО-НИМЕНЬГСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО РАЙОНА КРЯЖА ВЕТРЕННЫЙ ПОЯС: ИСТОЧНИКИ МЕТАЛЛОВ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗ	50
<i>Третьяченко В.В.</i> (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО), <i>Бовкун А.В.</i> (Московский государственный университет). НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТИПОМОРФИЗМУ ОРЕОЛОВ ИНДИКАТОРНЫХ МИНЕРАЛОВ КИМБЕРЛИТОВ В НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ АЛМАЗОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ (С-З АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ).....	51
<i>Третьяченко В.В.</i> (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО). НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ФОРМИРОВАНИЯ НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ АЛМАЗОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ (С-З АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ).....	52
<i>Хачатрян Г.К.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ТИПИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗА ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ АЗОТА В КРИСТАЛЛАХ И ЕЁ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ	53
<i>Черных А.И., Арсентьева И.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТЫВЫ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ РАБОТ	54
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ	55
<i>Авилова О.В., Гирфанов М.М., Андреев А.В., Старостин И.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ЗЕЛЕНДОЛЬСКОЕ МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЕ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБЪЕКТ ЮЖНОГО УРАЛА.....	55
<i>Авилова О.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ТАНЮРЕРСКОГО И ОЛЬХОВСКОГО РУДНЫХ РАЙОНОВ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧУКОТКА).....	56
<i>Антонов Ю.А.</i> (ТОО «Аркленд Минералз»). НОВЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫЕ МОДЕЛИ УЧАСТКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАКЫРЧИК (ЗАПАДНАЯ КАЛБА)	57
<i>Аристов В.В.</i> (ИГЕМ РАН). ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД ЗОЛОТО-КВАРЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)	58
<i>Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б.</i> (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТО-УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ КУОЛАЯРВИНСКОГО ПРОГИБА (КАРЕЛИЯ) ...	60
<i>Выдрич Д.Е., Сучков А.В.</i> (ФГБУ «ВИМС»). ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ МЕДНО-МОЛИБДЕН-ПОРФИРОВОЙ ФОРМАЦИИ С ЗОЛОТОМ В ПРЕДЕЛАХ ДЖЕТСКОГО РУДНОГО УЗЛА.....	61

<i>Гладков А.С., Потехина И.А., Серебряков Е.В., Перевозников Д.Д., Афонькин А.М. (ИЗК СО РАН). СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ</i>	62
<i>Голубев С.Ю., Голубева Ю.Ю., Колесникова Т.И. (ФГУП ЦНИГРИ). ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ СНОСА МИНЕРАЛОВ-ИНДИКАТОРОВ КИМБЕРЛИТОВ (МИК) В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА</i>	63
<i>Голубева Ю.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ), Каргин А.В. (ИГЕМ РАН). ПРЕДПОСЫЛКИ ВЫЯВЛЕНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ АНАБАРСКОГО РАЙОНА ЯКУТИИ</i>	64
<i>Гонгальский Б.И., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН), Кривошукская Н.А. (ГЕОХИ РАН), Павлович Г.Д., Петров А.В. (МГРИ-РГГРУ), Кринов Д.И. (АО ВНИИХТ), Тимашков А.Н. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ ОТКРЫТИЙ В УДОКАН-ЧИНЕЙСКОГО РУДНОМ РАЙОНЕ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)....</i>	65
<i>Горев Н.И., Проценко Е.В. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ (НА ПРИМЕРЕ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ).</i>	66
<i>Долгушин С.С. (АО СНИИГГиМС), Черкасов Г.Н. (АО СНИИГГиМС), Долгушин А.П. (СФ Березовгеология ФГУП «Урангео»). ЭНДОГЕННАЯ МОДЕЛЬ УРАН-ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВИТВАТЕРСРАНДА (ЮАР).</i>	67
<i>Захаров И.О., Котельников Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ). СТРОЕНИЕ УСПЕНСКО-ЧАНЧИКОВСКОЙ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ЗОНЫ СКЛАДЧАТО-РАЗРЫВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ШИЛКИНСКОГО УЧАСТКА (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ, БОДАЙБИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)</i>	67
<i>Иванов Н.М., Агibalов О.А., Филиппов В.П. (ФГУП ЦНИГРИ) Кацуба Л.А. (ОАО «Читагеологоразведка»). ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ЖИРЕКЕНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ – ТИПИЧНАЯ ЗОЛОТОРОССЫПНАЯ ОБСТАНОВКА ПРИШИЛКИНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ</i>	69
<i>Иващенко В.И., Ручьев А.М. (ФГБУН ИГ КарНЦ РАН). Cu-Ni-БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ КААЛАМСКОГО МАГМАТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (КАРЕЛИЯ): ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ПОИСКОВЫЕ АСПЕКТЫ</i>	69
<i>Инякин А.В., Зяятдинов М.Р., Серавина Т.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САЛАЙРСКОГО КРЯЖА</i>	70
<i>Киселева Р.А., Быдтаева Н.Г. (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд») РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ ПАТОМСКОГО КВАРЦЕНОСНОГО РАЙОНА</i>	71
<i>Коковкин А.А. (ИТиГ ДВО РАН). ЭВОЛЮЦИОННЫЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД – ОСНОВА МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА</i>	72
<i>Коноплев А.Д. (ФГУП ЦНИГРИ), Петров А.В., Павлович Г.Д. (МГРИ – РГГРУ), Коноплев В.А. (ФГБУ «ВИМС»). БЕЗАНАЛОГОВАЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РУДНЫХ РАЙОНОВ, УЗЛОВ И ПОЛЕЙ СО СКРЫТЫМИ ЭНДОГЕННЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ</i>	73
<i>Котельников Е.Е., Конкин В.Д., Захаров И.О., Мансуров Р.Х. (ФГУП ЦНИГРИ). ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩАХ</i>	74
<i>Котов А.А., Злобина Т.М., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН). СТРУКТУРА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОГАЛДЫНСКАЯ ЖИЛА (БОДАЙБИНСКИЙ РАЙОН)</i>	76
<i>Краснов А.Н., Агibalов О.А., Шатилова Л.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Коцуба Л.А. (ОАО «Читагеолгоразведка»). ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССЫПЕЙ ИТАКИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)</i>	77
<i>Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ). РУДНО-ФОРМАЦИОННЫЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ТИПЫ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО АЛТАЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)</i>	77
<i>Мигачев И.Ф., Минина О.В., Волчков А.Г., Андреев А.В., Авилова О.В., Гирфанов М.М., Старостин И.А. (ФГУП ЦНИГРИ). ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ ЮЖНОГО УРАЛА (МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ)</i>	78
<i>Миляев С.А. (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ; ОПЫТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ ОРУДЕНЕНИЯ</i>	79
<i>Минина О.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ ЮЖНОГО УРАЛА</i>	80

<i>Минькин К.М.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ И ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ РУД В ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННОМ КОМПЛЕКСЕ D ₃ -C ₁ ВОЗНЕСЕНСКО-ПРИСАКМАРСКОЙ СФЗ Р. БАШКОРТОСТАН	82
<i>Мясников Ф.В.</i> (пенсионер). КОРЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ АЛМАЗОВ ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЧЕРНЫШЕВСКО-ЛАПЧАНСКОЙ ПЛОЩАДИ МАЛО-БОТУОБИНСКОГО АЛМАЗОНОСНОГО РАЙОНА	83
<i>Наумов Е.А., Задорожный М.В., Калинин Ю.А.</i> (ИГМ СО РАН), <i>Ананьев В.А.</i> (DataEast LLC). КОНЦЕПЦИЯ ЕДИНОГО ВИРТУАЛЬНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ И САЛАИРА	84
<i>Никешин Ю.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ПАЛЕОВУЛКАНИЗМ И КОЛЧЕДАННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ НОВОПЕТРОВСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)	85
<i>Николаев Ю.Н., Калько И. А., Бакшеев И.А., Кривицкая Н. Н., Прокофьев В.Ю.</i> (МГУ им. М.В. Ломоносова). НОВЫЕ ТИПЫ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЗАПАДНОЙ ЧУКОТКИ	86
<i>Окулов А.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТИПА ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	87
<i>Проскурнин В.Ф.</i> (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), <i>Курбатов И.И.</i> (Центрсибнедра), <i>Романов А.П.</i> (КНИИГиМС), <i>Гавриш А.В., Багаева А.А., Петрушков Б.С., Проскурнина М.А., Шнейдер А.Г.</i> (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). РОЛЬ ГРАНИТОИДНЫХ СЕРИЙ ТАЙМЫРА И СЕВЕРНОЙ ЗЕМЛИ В ЗОЛОТОРУДОФОРМИРУЮЩИХ ПРОЦЕССАХ / МОДЕЛИ РУДООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ЗОЛОТА	88
<i>Савчук Ю.С., Волков А.В., Аристов В.В.</i> (ИГЕМ РАН). ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА	89
<i>Столяренко В.В., Звездов В.С., Коноплев А.Д.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ВЫДЕЛЕНИЕ НОВЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РУДНЫХ РАЙОНОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, В ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОЛОГО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ДАННЫХ И РЕЗУЛЬТАТАМ ОБЪЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	90
<i>Хасанов В.Н.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ПОЗИЦИЯ И ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ МАРОКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ НИЖНЕ-ЧИРИМБИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)	91
<i>Хомичев В.Л.</i> (АО «СНИИГиМС»). РУДНО-МАГМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	91
<i>Шаповалов В.С., Конкина О.М., Тучина М.В., Ермакова Ю.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ МЕДИ РОССИИ ПО ОСНОВНЫМ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫМ ТИПАМ	92
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ ГРП ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МСБ РОССИИ	94
<i>Александров В.В., Зубков А.И., Кривко Т.Н.</i> (ОАО «УГСЭ»), <i>Кокорин Н.П.</i> (Уралнедра). О ПЕРСПЕКТИВАХ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВОГО И ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЙ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МУРЗИНСКОГО И ВЕРХИСЕТСКОГО ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ	94
<i>Ананьев Ю.С., Ворошилов В.Г.</i> (Томский политехнический университет). КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЦЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ	95
<i>Бардухинова А.В. Ковальчук О.Е.</i> (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО). ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ	95
<i>Богославец Н.Н.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ КОЛЧЕДАНО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ШАХТАМИНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	96
<i>Васюков В.Е., Шумилин Д.А., Артемова О.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). СВЕТЛОВСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ БОДАЙБИНСКОГО РАЙОНА – ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ	97
<i>Голубев Ю.К., Прусакова Н.А., Голубева Ю.Ю.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА АЛМАЗОВ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ	98
<i>Гусейнов А.И., Мамедова А.Г., Шамиев Р.А.</i> (Бакинский государственный университет). ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД ДАГКЕСАМАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)	99

<i>Звездов В.С., Васюков В.Е., Котельников Е.Е., Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ОБОСНОВЫВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МСБ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</i>	101
<i>Иванов А.И., Вартанян С.С., Черных А.И. (ФГУП ЦНИГРИ). СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЗОЛОТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</i>	102
<i>Кривко Т.Н., Зубков А.И. (ОАО «УГСЭ»), Кокорин Н.П. (Уралнедра). ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВОГО И ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЙ В УВЕЛЬСКОЙ ЗОНЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ</i>	103
<i>Лисковая Л.В., Игнатов П.А., Ковальчук О.Е. (НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО)). АПРОБАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО И ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ МАГМАТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА ОБЪЕКТЕ СЮЛЬДЮКАРСКИЙ (ЗАПАДНАЯ ЯКУТИЯ)</i>	104
<i>Мансуров М.И. (Бакинский государственный университет). ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ ОРУДЕНЕНИЯ В МУРОВДАГСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (МАЛЫЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)</i>	105
<i>Мансуров М.И., Каландаров Б.Г, Тахмазова Т.Г., Мамедова А.Г. (Бакинский государственный университет). СТРОЕНИЕ РУДНЫХ ТЕЛ, МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ И ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОВ РУД ГОШИНСКОГО ЗОЛОТО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ЧАСТЬ МАЛОГО КАВКАЗА)</i>	107
<i>Махоткин И.Л. (ФГБУ «ВИМС»). ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ РАБОТ НА КОРЕННЫЕ АЛМАЗЫ НА ОСНОВЕ КРАТОННОЙ ПЛЮМ-ПЛЕЙТЕКТОНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ РАЙОНОВ И ПРОВИНЦИЙ</i>	109
<i>Пирназаров М.М., Мовланов Ж.Ж., Абдуллаев Л.А., Амиров Э.М. (ГП «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов»). ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ПЕРЕКРЫТОГО ЗОЛОТО-РЕДКОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВОСТОЧНО-БУКАНТАУСКИХ ГОР (ЗАПАДНЫЙ УЗБЕКИСТАН) С УЧЕТОМ ЛИТОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ ДАННЫХ</i>	110
<i>Посухова Т.В. (МГУ имени М.В. Ломоносова), Гаранин В.К. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана). КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АЛМАЗОНОСНОСТИ ПОИСКОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ ВОСТОЧНОГО БЕЛОМОРЬЯ</i>	111
<i>Радько В.А. (ООО «Норильскгеология»). ЛОКАЛЬНЫЙ И РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ СУЛЬФИДНЫХ СУ-НИ РУД НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАППОВОГО МАГМАТИЗМА НОРИЛЬСКОГО РАЙОНА</i>	112
<i>Турапов М.К., Жанибеков Б.О., Умматов Н.Ф. (ГП «ИМР»), Тойиров М.Э. (ТГТУ). СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ БУКАНТАУ</i>	113
<i>Хамроев Ж.З., Захидов А.Р., Каримов Ш.Ш. (ГП «ИМР»). ЗОЛОТО-РЕДКОМЕТАЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В МАРГАНЦЕВЫХ РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАХТАКАРАЧА (ЮЖНЫЙ УЗБЕКИСТАН)</i>	114
<i>Питулько В.М. (НИЦ экологической безопасности РАН) Мкртычян А.К., Юркевич Л.Г., Кореневская Т.Н. (АО «СибирскоеПГО»). ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ МНОГОУРОВНЕВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ И ОЦЕНКЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ РУДОПРОДУКТИВНЫХ СИСТЕМ</i>	115
РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГРР	117
<i>Бовкун А.В., Полтавская С.В. (МГУ им. М.В. Ломоносова), Третьяченко В.В. (НИГП АК «АЛРОСА» ПАО). ОКСИДНЫЕ МИНЕРАЛЫ СВЯЗУЮЩЕЙ МАССЫ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОРОД ТРУБКИ ИМ. В. ГРИБА</i>	117
<i>Иванов П.В., Тарасов А.В. (ООО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»). ФОТОГРАММЕТРИЯ - НОВАЯ ЖИЗНЬ СТАРОЙ ТЕХНОЛОГИИ (ПРИНЦИПЫ И ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОИСКОВ МПИ)</i>	118
<i>Лоренц Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ). ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД ЗОЛОТЫХ И СЕРЕБРЯНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ РЕГИОНА ЧУКОТКИ; ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ КРИТЕРИЕВ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ (ЧУКОТСКИЙ АО)</i>	119
<i>Петрушков Б.С., Шнейдер Г.В., Лазарев Ф.Д., Салтанов В.А., Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Курбатов И.И. (Центрсибнедра), Черепанов А.В. (АО «Полиметалл»). ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ГОЛЫШЕВСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ МИОГЕОКЛИНАЛЬНОЙ ЗОНЫ ДОКЕМБРИЯ КАРСКОГО МИКРОКОНТИНЕНТА (О. БОЛЬШЕВИК АРХ. СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ)</i>	120

<i>Романчук А.И.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ОБОГАТИМОСТИ РУД ПРИ ПОИСКАХ И ОЦЕНКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	121
<i>Туровский Д.С., Лоренц Д.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ). МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ВЕРХНЕСВЕТЛИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, П-ОВ ТАЙМЫР) И ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ ЖИЛЬНО-ПРОЖИЛКОВЫХ ЗОН РУДНОГО ПОЛЯ	121
<i>Черняев Е.В.</i> (ООО Геологоразведочная компания «Геосфера»). НЕЗАМЕЧЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ПОИСКОВОЙ ГЕОХИМИИ	122
<i>Юзбашова У.А.</i> (Бакинский государственный университет). ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КВАРЦА С ПЛАГИОКЛАЗОМ И ОРТОКЛАЗОМ В ИНТРУЗИВНОМ ПОРОДЕ ДАШКЕСАНСКОМ РАЙОНЕ МАЛОГО КАВКАЗ	123