

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
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, АЛМАЗОВ —
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**научно-практическая конференция
(19–20 апреля 2016 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ)**

Москва
ФГУП ЦНИГРИ
2016

УДК [553.3/4+553.5/7].043+558

Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов — состояние и перспективы. Сборник тезисов докладов научно-практической конференции. (19–20 апреля 2016 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ). М.: ЦНИГРИ. 2016. 136 с.

В сборник включены 122 докладов, представленных на конференции. 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». В тезисах докладов отражены принципы планирования и реализации федеральных ГРР, научно-методические основы комплексирования геологических, геохимических, геофизических методов прогноза, поисков и оценки месторождений, комплексные модели месторождений для целей прогноза, поисков, оценки и разведки, оптимизация и координация работ по научно-методическому обеспечению и сопровождению федеральных ГРР, передовой опыт проведения ГРР по воспроизводству минерально-сырьевой базы России, инновационных технологий ГРР.

Научно-техническое издание

Сдано в набор 23.03.2015. Подписано в печать 08.04.2015

Уч. изд. л. 11,9. Тираж 180 экз.

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

ISBN 978-5-85657-020-4

© Федеральное государственное унитарное предприятие
Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов
(ФГУП ЦНИГРИ), 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Планом выставочных мероприятий, конференций и научных совещаний Федерального агентства по недропользованию на 2016 г. (приказ Роснедра от 16.12.2015 № 820) на ФГУП ЦНИГРИ возложена ответственность за подготовку и проведение научно-практической конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов — состояние и перспективы».

Конференция проводится при поддержке Федерального агентства по недропользованию, Российской академии наук, Российского геологического общества 19–20 апреля 2016 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 — Киселев Е.А. (Роснедра), Аксенов С.А. (Роснедра), 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. (ФГУП «ВИМС»), Мигачев И.Ф. (ФГУП ЦНИГРИ), Сафонов Ю.Г. (ФГБУН ИГЕМ РАН), Седельникова Г.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Спиридонов И.Г. (ФГУП «ИМГРЭ»), Старостин В.И. (МГУ), Щендригин А.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).

На конференцию заявлено 121 докладов из 35 организаций и предприятий Роснедра, РАН, ВУЗов, организаций-недропользователей.

Тезисы в сборнике расположены, внутри разделов, 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, Азербайджан).
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В РУДАХ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА**

В минеральном составе руд кроме главных рудообразующих минералов пирита, халькопирита, сфалерита и галенита принимают участие самородное золото, блеклые руды, марказит, висмутин, из жильных минералов кварц, кальций. Вдоль жилах породы интенсивно серицитизированы и пиритизированы, местами каолизированы, карбонатизированы окварцеваны. Руды в целом являются результатом полистадийного процесса минерализации. Различными исследователями (1,3,5,6) выделяются от 6 до 10 стадий минерализации, среди которых основными продуктивными являются для металлогенетический зон молибденит-халькопиритовая, кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая. Больше половины молибденовое месторождений связано с кварц-молибденовой стадией, а меньшее количество с кварц-молибденит-халькопиритовой. Привное основной масса меди связан с кварц-пирит-халькопиритовой стадией, сравнительно слабо проявлены кварц-галенит-сфалеритовая и кварц-магнетитовая стадии. В рудном зоне проявлена (как в Ордубадском так же в Далидагском рудном районе) зональность распределения оруднения, выраженная в смене сравнительно высокотемпературных стадий низкотемпературными по мере удаления от Главного Ордубадский (Ордубадский рудный район) и Гатардаш-Далидагской (Далидагский рудной район) разнo являющиеся рудоконтролирующими, представляя собой фрагменты Ордубад-Далидаг-Кедабекским долгоживущим, сквозным линеаментной структурой, медно-молибден-порфировая и специализация который определена повсеместно. Оруднение в пределах Далидагского рудного района локализуется на отрезках зон разломов, насыщенных дайками гранодиорит-порфирового, гранодиорит-сиенит-гранитового состава. Рудоконтролирующего значение гранодиорит-сиенит-гранитовой интрузий привидений условия для локализации медно-молибденового оруднения(2) наиболее благоприятными являются относительно глубокие, а для золотосного-полиметаллического близповерхностные фации интрузивов которые образованы в субвулканических условиях. В северо-восточной части Мисхано-Зангезурской зоне вдоль Тертерского поперечного разлома, порфировые интрузии, в апикальных частях, которых развита обильная трещиноватость и интенсивная гидротермально-метасоматическая переработка пород, явились благоприятной средой для размещения медно-молибденовых руд. На восточной части Мисхана-Зангезурской зоне, с позднеэоцен-нижнемиоценовой гранит-граносиенитовой формацией Далидагского плутона также пространственно и парагенетический связаны медно-молибденовое Далидагское, Султангейдарское, Теймуручандагское проявления.

Распределение золота в рудах медно-порфировых месторождений региона, прежде

всего, определяется минералого-геохимическими особенностями, обусловленными закономерным сочетанием последовательных стадий и генераций гидротермального минералообразования. Установлено, что из выявленных шести минеральных ассоциаций, на месторождениях региона кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая и кварц-галенит-сфалеритовая являются золотоносными, где концентрация золота составляет 1,5–4,0 г/т и более. Основными носителями и концентраторами золота и серебра в рудах являются пирит, халькопирит, менее галенит, сфалерит и блеклые руды. Минералого-геохимические факторы золотоносности медно-порфировых руд во многом определяются минералого-геохимическими особенностями их, обусловленными закономерным сочетанием нескольких стадий или генераций руд в объеме минерализованных пространств. Основными концентраторами золота являются халькопирит и пирит. В кварц-галенит-сфалеритовой ассоциации золотосодержащими являются галенит, сфалерит, а также блеклые руды и теллуриды, из нерудных минералов — кварц. Золото проявляется также в самостоятельном виде, образуя тонкодисперсные выделения. Пирит из кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации месторождений в целом содержит золото в пределах 0,8 г/т, где оно присутствует в виде субмикроскопических включений, являясь, очевидно, продуктом более позднего выделения. Содержание золота в пирите составляет 30% от общего количества золота, сконцентрированного в руде из данной ассоциации (0,8 г/т). Между тем золота на два-три порядка больше (2,26 г/т) в пирите из аналогичной ассоциации именно Гейдагского месторождения, что составляет 50,2% от общего золота, содержащегося в руде данной ассоциации (0,9 г/т). В кварц-пирит-халькопиритовой минеральной ассоциации из Парагачайского месторождения среднее содержание золота составляет 0,7 г/т. На долю пирита приходится 34% этого объема, что составляет 0,24 г/т. Пириты данной ассоциации из Гейдагского месторождения содержат золото в среднем 4,23 г/т, количество заключенного в нем золота составляет 0,85 г/т или же 60,4% его объема, содержащегося в руде (1). Высоким содержанием золота характеризуется пирит из кварц-золото-полиметаллической ассоциации, где нередко содержание золота достигает ураганных значений. Среднее содержание золота в руде данной ассоциации составляет 2,3 г/т. Содержание золота в пирите 3,8 г/т, что составляет 50% общего объема золота, сконцентрированного в руде из рассматриваемой минеральной ассоциации. Помимо золота, повышенными (на один-два порядка) содержаниями характеризуются серебро и висмут. В халькопирите из кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации содержание золота составляет 0,8 г/т, а из кварц-пирит-халькопиритовой минеральной ассоциации — 1,13 г/т. В кварц-галенит-сфалеритовой ассоциации со средним содержанием золота в руде 2,3 г/т основная масса золота сконцентрирована в пирите (50%) и халькопирите (43%). На долю остальных минералов (галенит, сфалерит, блеклые руды и др.) приходится 7% всего золота в рудной массе. Основными носителями и концентраторами золота в медно- и молибден-порфировых рудах являются пирит и халькопирит, менее галенит, сфалерит и блеклые руды. Содержание золота в них довольно низкое и не превышает 0,4 г/т. Однако с этими минералами связаны высокие концентрации серебра и др. полезных примесей. В частности, сфалерит в качестве примесей содержит (в весовых %): Ag — 0,03; As — 0,1; Cd — 0,1; Co — 0,002; Cr — 0,7; Cu — 0,001; Mn — 0,15; Mo — 0,001; Pb — 1,0; Sb — 0,03; Sn — 0,0015; Ti — 0,001. Элементами-примесями галенита являются (в %): Ag — 0,1; Cd — 0,03; Cr — 0,002; Cu — 0,03; Mn — 0,03; Mo — 0,01; Ni — 0,001; Sb — 0,03; Sn — 0,01; Ti — 0,001.

**Аббасов Н.А. (Бакинский Государственный Университет, Азербайджан).
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ
МЕДНОПОРФИРОВЫЕ РУДЫ МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ НА ЮГЕ
МАЛОГО КАВКАЗА (РЕСПУБЛИКА АЗЕРБАЙДЖАН)**

Медно-порфировые руды наряду с медью и молибденом, часто содержат золото, серебро, рений, селен, теллур и др. полезные компоненты, наличие которых значительно повышает их промышленное значение. В зависимости от тектонической позиции месторождений, состава рудоносных интрузивов и гидротермальных растворов, количества и соотношений

главных и попутных компонентов, рудные концентраты относятся к золотосодержащим медно- и молибден-порфировым и золотоносным молибден- и медно-порфировым типам. Исследования показали, что процесс рудоотложения носит длительный и многостадийный характер, выражающийся в минеральных ассоциациях кварц-магнетитовой, кварц-молибденитовой, кварц-молибденит-халькопиритовой, кварц-пирит-халькопиритовой, кварц-галенит-сфалеритовой, кварц-карбонатной(1). Из них кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая и кварц-галенит-сфалеритовая золотоносные. Золото, в основном, связано с халькопиритом, пиритом, незначительно с галенитом, сфалеритом и блеклой рудой.

Минералого-геохимические факторы золотоносности медно- и молибден-порфировых руд во многом определяются минералого-геохимическими особенностями их, обусловленными закономерным сочетанием нескольких стадий или генераций руд в объеме минерализованных пространств. Основными концентраторами золота являются халькопирит и пирит. В кварц-галенит-сфалеритовой ассоциации золотосодержащими являются галенит, сфалерит, а также блеклые руды и теллуриды, из нерудных минералов — кварц. Золото проявляется также в самостоятельном виде, образуя тонкодисперсные выделения. Пирит из кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации месторождений в целом содержит золото в пределах 0,8 г/т, где оно присутствует в виде субмикроскопических включений, являясь, очевидно, продуктом более позднего выделения. Содержание золота в пирите составляет 30% от общего количества золота, сконцентрированного в руде из данной ассоциации (0,8 г/т). Между тем золота на два-три порядка больше (2,26 г/т) в пирите из аналогичной ассоциации именно Гейдагского месторождения, что составляет 50,2% от общего золота, содержащегося в руде данной ассоциации (0,9 г/т). В кварц-пирит-халькопиритовой минеральной ассоциации из Парагачайского месторождения среднее содержание золота составляет 0,7 г/т. На долю пирита приходится 34% этого объема, что составляет 0,24 г/т. Пириты данной ассоциации из Гейдагского месторождения содержат золото в среднем 4,23 г/т, количество заключенного в нем золота составляет 0,85 г/т или же 60,4% его объема, содержащегося в руде. Высоким содержанием золота характеризуется пирит из кварц-золото-полиметаллической ассоциации, где нередко содержание золота достигает ураганных значений. Среднее содержание золота в руде данной ассоциации составляет 2,3 г/т. Содержание золота в пирите 3,8 г/т, что составляет 50% общего объема золота, сконцентрированного в руде из рассматриваемой минеральной ассоциации. Помимо золота, повышенными (на один-два порядка) содержаниями характеризуются серебро и висмут(1). В халькопирите из кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации содержание золота составляет 0,8 г/т, а из кварц-пирит-халькопиритовой минеральной ассоциации — 1,13 г/т. В кварц-галенит-сфалеритовой ассоциации со средним содержанием золота в руде 2,3 г/т основная масса золота сконцентрирована в пирите (50%) и халькопирите (43%). На долю остальных минералов (галенит, сфалерит, блеклые руды и др.) приходится 7% всего золота в рудной массе. Основными носителями и концентраторами золота в медно- и молибден-порфировых рудах являются пирит и халькопирит, менее галенит, сфалерит и блеклые руды. Содержание золота в них довольно низкое и не превышает 0,4 г/т(1). Однако с этими минералами связаны высокие концентрации серебра и др. полезных примесей. В частности, сфалерит в качестве примесей содержит (в весовых %): Ag — 0,03; As — 0,1; Cd — 0,1; Co — 0,002; Cr — 0,7; Cu — 0,001; Mn — 0,15; Mo — 0,001; Pb — 1,0; Sb — 0,03; Sn — 0,0015; Ti — 0,001. Элементами-примесями галенита являются (в %): Ag — 0,1; Cd — 0,03; Cr — 0,002; Cu — 0,03; Mn — 0,03; Mo — 0,01; Ni — 0,001; Sb — 0,03; Sn — 0,01; Ti — 0,001. Корреляционная зависимость между основными и попутными элементами руд золотосодержащие меднопорфировых оруденение установлены Cu, Mo, Pb, Ag, Cr, Ni, Co, Mn, W, Au, Hg, Bi, Ga, Ge, Te и др. рудогенные элементы, из которых Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Au, Cr, Ni, Co в рудовмещающих гранодиорит-порфирах характеризуются вышекларковыми значениями и являются элементами-индикаторами медно-молибденового оруденения. Особый интерес представляет распределение серебра. Содержание его в 6-7 раз превышает кларковое и почти приближается к минимальному аномальному значению. Более чем в два раза превышает кларковое значение кобальт. Кластерным анализом R-типа химические элементы, установленные в составе рудовмещающих пород, разложены на две обособленные группы однородных

ассоциаций: Ni-Co-Mn -Ti, Cu-Mo-Ag-Zn-Pb. Медь имеет положительный коэффициент корреляции с молибденом (0,641), золотом (0,673), серебром (0,241), свинцом (0,707) и цинком (0,811). Молибден положительно коррелируется с медью, золотом (0,147) и отрицательно с серебром (–0,149), свинцом (–0,190), цинком (–0,180). Золото имеет положительный коэффициент корреляции с серебром (0,626), свинцом (0,580) и цинком (0,480). Серебро так же положительно коррелируется со свинцом (0,430) и цинком (0,530). Положительный коэффициент корреляции характерен и для свинца с цинком (0,824). В целом установленные корреляционные зависимости согласуются с основными выводами, полученными ранее с помощью других методов, а именно, с тесной корреляционной связью меди с молибденом, золотом, свинцом, цинком, в меньшей степени серебром и другими попутными компонентами в рудах. Все золотосодержащие меднопорфировые месторождений Мисхано-Зангезурской зоне имеют сходные черты геологического строения. Они размещаются в складчатых структурах Малого Кавказа. Все месторождения очень чётко приурочены к узлам пересечения системы региональных продольных разломов северо-западного направления с субширотными трансформными разломами, проникающими на Иранский Карадаг(3,4,5). Месторождений золотосодержащие меднопорфировых руд, размещаются на расстоянии первых десятков километров от наиболее чётко выраженных трещинных нарушений. Приурочены они к небольшим интрузивным штокам (0,5–2,5 км × 0,3–0,8 км) гипабиссальных пород габбро-диоритовой, кварцево-диоритовой, диорито–гранодиоритовой и гранодиорит-порфировой формации. В одних рудных районах(Ордубад) интрузивные штоки прорывают толщи вулканитов (лав и пирокластитов) преимущественно андезитового или дацит-андезитового состава(6). Нередко в верхах этих толщ присутствуют вулканиты (обычно туфы или туфобрекчии) уже кислого состава, перемежающимися с туфоаргиллитами и другими вулканогенно-осадочными породами. Возраст толщ, прорываемых рудоносными штоками, от эоцен-миоцена (Ордубад) до плиоценового (Далидаг). Рудные тела, располагающиеся в штоках и вмещающих их породах, оконтуриваются по бортовому содержанию золота или золотого эквивалента, равного примерно 0,2 г/т. Они погружаются субвертикально (на глубину, возможно, 800–1000 м), но прослеживаются лишь до глубины 400–500 м, до которой, как правило, проектируется добывать руду наиболее дешёвым открытым способом.

**Арифулов Ч.Х., Инякин А.В., Имамендинова М.А., Арсентьева И.В.,
Ожерельева А.В., Данильченко В.А. (ФГУП ЦНИГРИ).**

УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ВЕРХНЕ-ХАТЫННАХ- ОЛБОТСКОМ РУДНОМ УЗЛЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ОЛБОТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Верхне-Хатыннах-Олботский рудный узел приурочен к северо-восточному крылу Аян-Юряхского антиклинория, вблизи сочленения по Чай-Юрьинской зоне разломов с Иньяли-Дебинским синклинирием. Главная рудовмещающая структура Лево-Аян-Юряхская брахиантисиналь (протяженностью 30 км, ширина 8 км). Комбинация продольных северо-западных, поперечных и диагональных разломов, связанных с поперечным изгибом антиклинали, определяют блоковую строение рудного узла, а ундуляция шарнира антиклинали — погружение и воздымание рудоносного литолого-стратиграфического уровня атканских отложений и дискретное распределение рудных объектов на площади рудного узла. В северо-западной части рудовмещающей антиклинали локализовано месторождение Петух, а в юго-восточной — рудопроявление Олбот. Между этими объектами на площади рудного узла вдоль оси антиклинали выявлен ряд рудопроявлений прожилково-жильного типа: Становой, Верхнее, Водораздельное. Морфология рудных тел определяется комбинацией стратиформной золото-пирит-арсенопиритовой вкрапленности с секущими крутопадающими прожилковыми зонами золото-полисульфидно-анкерит-альбит-кварцевого состава. Стратиформная золото-сульфидная вкрапленная минерализация связана с гидротермально-осадочными процессами и локализована в углеродистых алевролитах и диамиктитах атканской свиты, которые рассматриваются

в качестве регионального рудоносного литолого-стратиграфического уровня. В качестве основного рудоносного литолого-стратиграфического уровня рассматриваются отложения нижне-атканской подсвиты, представленные турбидитами — углеродитыми алевролитами и мелкозернистыми песчаниками с рассеянной и послойной золотоносной пирит-арсенопиритовой вкрапленностью. Верхнеатканские обвальное-оползневые отложения (диамиктиты) обладают повышенной золотоносностью, связанной с кластогенной сульфидной минерализацией, содержащей перемытые продукты метасоматической и гидротермально-осадочной деятельности. Диамиктитовый комплекс отложений характеризуется пестрым составом обломков, размерностью от гравийно- мелко-галечной до валунной и крупно-глыбовой. Обломки представлены метасоматически измененными сульфидизированными песчаниками, силицитами, вулканитами среднего и кислого состава, туфами, реже карбонатно-песчанисто-алевролитовыми ритмитами с сульфидной вкрапленностью, сульфидными рудокластами. Присутствие оруденелых обломков вулканитов в диамиктитах свидетельствует о разрушении синвулканических центров гидротермальной активности в бассейне седиментации. Жильно-прожилковая минерализация золото-полисульфидно-анкерит-альбит-кварцевого состава, связана с комплексом малых интрузий пестрого состава. Прожилковые зоны контролируются разломами северо-западного простирания. Мощность зон составляет первые десятки метров. Мощности прожилков от нескольких мм до 2–3 см, преобладают прожилки мощностью 0,5–1,5 см. Доминирует параллельно-прожилковое окварцевание. Интенсивность прожилкования варьирует от весьма насыщенной (30–50% от объема) до умеренной (5–10% от объема). Метасоматические изменения — альбитизация, серицитизация, анкеритизация, и окварцевание в пределах участков Петух и Олбот распределены неравномерно и в значительной степени зависят от литологического состава пород.

По геофизическим данным установлено, что на участке Олбот стратиграфический уровень, соответствующий рудоносному горизонту месторождения Петух с вкрапленной пирит-арсенопиритовой минерализацией, расположен на глубинах 300–500 м от современного уровня эрозии, что существенно увеличивает перспективы глубоких горизонтов рудопроявления.

**Артемова О.А. (ФГУП ЦНИГРИ).
СТАДИЙНОСТЬ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ И
МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОРОД В ПРЕДЕЛАХ
МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ЗОНЫ «СЕВЕРНАЯ» СВЕТЛОВСКОГО РУДНОГО
ПОЛЯ (БОДАЙБИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)**

Золоторудная минерализованная зона Северная расположена на водоразделе рч. Спектральный – рч. Бол. Тунгуска и имеет протяженность около 6 км, при ширине 200–800 м. Зона входит в состав Светловского рудного поля Бодайбинского рудного района. В структурном отношении она приурочена к запрокинутому крылу сжатой антиклинали 4-го порядка. Зона Северная локализована в углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных породах хомолхинской свиты верхнего рифея, метаморфизованных в условиях биотитовой субфации зеленосланцевой фации, с наложенными на них гидротермально-метасоматическими процессами. Основными признаками минерализованной зоны являются: вкрапленность сульфидов (пирротина и пирита, реже арсенопирита), проявление процессов мусковитизации, развитие нескольких генераций железо-магнезиальных карбонатов (бурошпатизация), жильно-прожилковое золотоносное окварцевание (жилы и прожилки с железо-магнезиальными карбонатами, сульфидами).

На основе многочисленных собственных наблюдений (документация керн поисковых скважин, описание прозрачных и полированных шлифов), с учетом материалов предшественников (Иванов А.И., 2014), автором предлагается следующая последовательность метаморфических и гидротермально-метасоматических преобразований:

1 этап. В рифее-венде осадконакопление происходило в обстановке континентального

склона в относительно глубокой части морского бассейна, чем и обусловлена повышенная углеродистость большинства пород.

2 этап. Начиная с раннего кембрия, после замыкания морского бассейна, в коллизионной обстановке произошло образование линейной складчатости, завершившееся в конце раннего силура. Эволюция линейного складкообразования сопровождалась образованием кливажа осевой поверхности и зон рассланцевания – наиболее проницаемых для флюидов и гидротерм линейных структур, в пределах которых формировались рудоносные железо-магнезиально-карбонатные метасоматиты. Несколько позже произошли хрупко-пластичные деформации.

3 этап. С позднего силура и до конца раннего девона на этапе регионального метаморфизма образовывались алевролитовые и пелитовые сланцы и метапесчаники. При этом в зонах рассланцевания при их активизации, происходило высвобождение, укрупнение и частичное перераспределение золота за счет протекавших метасоматических процессов – железо-магнезиальной карбонатизации и сульфидизации (пирротинизации). Активизация зон рассланцевания, к которым приучена минерализованная зона Северная, фиксируется вращением порфиробластов ильменита, изменением формы порфиробластов железо-магнезиальных карбонатов с ромбоэдрической на близизометричную, а также образованием теней давления у порфиробластов и ксенобластов, выполненных перераспределенным при рассланцевании кварцем.

4 этап. Время со среднего девона до конца раннего карбона являлось завершающим этапом орогенеза, сопровождавшегося процессами диафтореза при внедрении гранитоидов конкудеро-мамаканского комплекса на территории Мамско-Бодайбинского синклинория. На площади минерализованной зоны Северная в этот период происходило подновление зон рассланцевания. При этом протекали следующие гидротермально-метасоматические процессы: мусковитизация; железо-магнезиальная карбонатизация, проявившаяся в частичной перекристаллизации выделений железо-магнезиальных карбонатов и, местами, формировании новых. В это же время протекал процесс сульфидизации с образованием пирита и арсенопирита. Также на этапе диафтореза происходило образование золотоносных кварцевых прожилков с железо-магнезиальными карбонатами и рудными минералами.

**Багаева А.А., Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Петрушков Б.С. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»),
Кирплюк П.В., Лазарев Ф.Д. (НФ ФГБУ «ВСЕГЕИ»).**

О КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ РУДНОГО ЗОЛОТА НА ЗАКРЫТЫХ И ПОЛУЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЗАПАДНОГО ТАЙМЫРА (КОНЕЧНИНСКИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ)

Золоторудные проявления на территории Западного Таймыра изучались в 1978–1981 гг. при проведении тематических работ НИИГА (Шануренко, 1978, Русаков, 1981), в 1998–2002 при незавершенных геолого-съёмочных работах масштаба 1:200 000 ГГП ЦАГРЭ (Кулаков и др., 2002) и в 2008–2009 гг. при оценке перспектив золотоносности Таймырской складчатой области ФГУП «ВСЕГЕИ» с участием авторов. В результате этих работ был выделен Конечнинский потенциальный золоторудный узел (ПРУ) и посчитаны прогнозные ресурсы категории P_3 в количестве 136 т.

Конечнинский ПРУ располагается в пределах Мининско-Ленинвенского потенциального рудно-россыпного района и приурочен к Мининско-Большевицкой рифейско-ранневендской пассивноокраинно-коллизионной структурно-минерагенической области. По геолого-структурной позиции это западная часть Карского сводового плутонического поднятия, сложенного рифейскими отложениями Воскресенского зонального метаморфического комплекса андалузит-силлиманитового типа (Забияка, 1974), гранитоидными интрузиями мининского комплекса и дайками долеритов угрюминского комплекса.

Установленные рудопроявления с содержанием золота от 3,5 до 96 г/т представлены свитами сближенных кварцевых жил мощностью 0,1 до 1,5 м и длиной в десятки метров, зонами жильно-прожилкового окварцевания (штокверками) мощностью от первых метров до 20–30 м

и протяженностью от 10 до 500 м. Руды убого — и малосульфидные (иногда содержание сульфидов достигает 10 %), рудные минералы представлены пиритом, арсенопиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом, ковеллином, блеклой рудой, халькозином.

Рассматриваемая территория характеризуется сложными условиями ведения поисковых работ. Обусловлено это почти повсеместным развитием морских, пролювиально-аллювиальных и солифлюкционных четвертичных образований. Выходы коренных пород наблюдаются только в береговых обрывах рек и заливов.

По результатам интерпретации данных геохимических работ (Проскурнин и др., 2008) в бух. Конечная методом анализа сверхтонкой фракции масштаба 1:50 000 и 1:10 000 установлены контрастные вторичные сорбционно-солевые ореолы Au (до 0,14 г/т), As, Cu, Zn, Ag, образующие аномальное геохимическое поле, которое контролируется зоной разрывных нарушений восток-северо-восточного простирания протяженностью около 10 км, где на предполагаемом продолжении рудоносной структуры, предшественниками были найдены развалы кварцевых жил с обильной вкрапленностью галенита, сфалерита, арсенопирита, халькопирита, с содержаниями золота от 7 до 13 г/т, свинца и цинка более 1%, мышьяка — до 0,1% (Устинов и др., 2002).

По результатам интерпретации геофизических данных (Белов, Лазарев и др., 2015) выделены аномалии вероятности соответствия золото-кварц-сульфидному оруденению. Наиболее контрастные аномалии пространственно совпадают с потенциально рудными зонами, выделенными по геолого-геохимическим данным.

Таким образом, проведенные работы позволяют сформировать оптимальный комплекс дальнейших геолого-поисковых работ. Он должен включать в себя геохимические поиски масштаба 1:50 000 и 1:10 000, комплекс наземных магнитометрических, гамма-спектрометрических и электроразведочных работ масштаба 1:25 000 и 1:10 000, профильное малоглубинное бурение (до 10 м) с дальнейшим вскрытием потенциальных рудных зон бульдозерными канавами и/или траншеями.

**Бакшеев И.А., Нагорная Е.В., Марущенко Л.И. (МГУ им. М.В. Ломоносова).
МИНЕРАЛОГИЯ И ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД, РУД И
МЕТАСОМАТИТОВ ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ БАИМСКОЙ
РУДНОЙ ЗОНЫ, ЧУКОТКА**

Баимская рудная зона, расположенная ~ 200 км к югу от г. Билибино, Западная Чукотка, включает 5 медно-порфировых рудных поля (с севера на юг): Юрях, Песчанка (общие запасы меди ~6 млн. т), Находка (НРП) (~3 млн. т), Омчак и Бургахчан. Баимская рудная зона является частью Олойской металлогенической зоны, в которой Au-Мо-Cu-порфировые системы формировались в обстановке континентальной островной дуги. Наиболее древними породами в пределах зоны являются гипербазиты T_1 алучинского комплекса, которые были выведены на поверхность в результате эрозии стратифицированных вулканогенных и терригенных отложений J_3 . Последние прорываются интрузивными телами различного состава и возраста с возрастом от 143.4 ± 1.1 до 110 ± 1.3 млн. лет. На основании изотопных датировок (U/Pb, Rb/Sr) интрузивных магматических пород и минерального состава этих пород, по-видимому, можно выделить две разновозрастные серии (два комплекса). Первая серия представлена последовательно внедрявшимися подщелочными габбро (возраст 142.9 ± 0.6 млн. лет), монцодиоритами (141.1 ± 2.7 млн. лет), кварцевыми монцодиорит-порфирами (140.3 ± 0.5 млн. лет). Ранее габбро относились к J_3 баимскому комплексу, а монцонитоиды к K_1 угдыкгычскому комплексу. Полученные данные позволяют отнести их к одному егдыкгычскому комплексу. Вторая серия представлена также, по-видимому, последовательно внедрявшимися порфировидными диоритами (143.4 ± 1.5 и 141.6 ± 1.1 млн. лет), гранодиоритами (142.5 ± 0.8 млн. лет) и дайками диоритовых порфиритов (139.0 ± 0.5 , 140.6 ± 0.5 млн. лет). Ранее порфировидные диориты относились к J_3 - K_1 весенинскому комплексу, а гранодиориты и диорит-порфириты к K_2 обмчаскаому комплексу. Теперь, вероятно, их надо рассматривать как единый комплекс. На объектах Баимской

зоны выделяется 4 типа метасоматических пород: 1) кварц-биотит-калишпатовые метасоматиты (изотопный возраст 139.9 ± 0.5 млн. лет), 2) пропилиты, 3) кварц-серицитовые метасоматиты (*KCM*) (138.4 ± 1.5 млн. лет), 4) аргиллизиты. Мо-Сu-порфировое оруденение приурочено к *KCM* и представлено вкрапленностью и штокверками кварцевых жил и прожилков с борнитом, халькопиритом, молибденитом, пиритом и редкими безтитанистым магнетитом, блеклыми рудами и высокопробным самородным золотом (>900). Блеклые руды эволюционируют от высокожелезистого теннантита (с избыточной медью при замещении борнита) до высокоцинкистого тетраэдрита. Модельный Re/Os возраст молибденита составляет 142.6 ± 6.9 и 143.3 ± 3.0 млн. лет соответственно, что в пределах погрешности близко к возрасту интрузивных пород егдыкгычского комплекса. Субэпитермальное Cu-Pb-Zn оруденение также пространственно связано *KCM* и представлено сульфид-карбонат-кварцевыми жилами и прожилками. Главными рудными минералами являются галенит и сфалерит при подчиненных халькопирите и теннантит-тетраэдрита; крайне незначительно развиты энаргит, минералы Te (гессит, самородный теллур, алтаит), низкопробное самородное золото. Блеклые руды низкожелезистые; они эволюционируют от теннантита через тетраэдрит снова до теннантита. Эпитермальное оруденение представлено только IS (intermediate sulfidation) типом и в промышленном масштабе установлено только на южном фланге рудного поля Находка. Руды сложены высокоAs пиритом (до 10 масс.% As), сфалеритом, галенитом, халькопиритом, цинкистым теннантитом до серебросодержащего (4 мас.% Ag) цинкистого тетраэдрита, самородным золотом, электрумом и гесситом; редкие — штютцит, пирсеит, акантит. Низкопробное самородное золото (756–857) и электрум (657–743) слагают вроски и выполняют трещины в пирите, галените, блеклых рудах и образуют тесные сростания с гесситом. В рудном поле Омчак выявлена серебряная минерализация типичная для эпитермального оруденения LS (low sulfidation) типа: науманнит, селенистый пирсеит (до 4 мас.% Se), акантит, и редко встречающийся альгодонит.

Васюков В.Е. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ РУДНОГО ЗОЛОТА В БОДАЙБИНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ

В 2015 ФГУП ЦНИГРИ завершил гос. контракт на поиски рудного золота в пределах северной части Бодайбинского рудного района (РР). Площадь охвата составила более 2000 км², работы проводились преимущественно в профильном варианте, а также на детальном участке Светловского рудного поля, где в пределах рудопроявления Зона Северная получен прирост прогнозных ресурсов категории P_1 и P_2 более 100 т. В ходе работ широко применялось опробование первичных и вторичных ореолов рассеяния по профилям, проложенным вкрест простирания основных тектонических и рудоносных структур, включая известное месторождение Сухой Лог. Шаг пробпоиска составлял 25–50 м, глубина — 0,4–1,2 м.

Задача настоящего исследования — оценка эффективности применения геохимических поисков для выявления золоторудных объектов и определение универсального набора химических элементов-индикаторов для условий Бодайбинского РР. Выбрано шесть интервалов опробования: три рудных, включая месторождение Сухой Лог (выборка «Сухой Лог»), рудопроявление Атырканское («Атыркан») и рудопроявление Зона Северная («Северная») и три заведомо безрудных: на хребте Ровном, в нижнем течении руч. Атыркан-Берикан и в долине руч. Спектральный. Размер выборок составил 20–25 проб, в расчетах участвовали результаты анализов литохимических и сколовых проб на Au, Ag, As, Ti, Mn, Cr, Ni, Co, V, Mo, Cu, Pb, Zn, Ba, Bi, полученные спектральным полуколичественным, ICP MS, золотоспектрометрическим и пробирно-атомно-абсорбционными анализами. Выбор элементов обусловлен тем, что первые три дают явные аномалии над рудными зонами эталонного месторождения Сухой Лог, остальные имеют значимые содержания по результатам наиболее распространенного в отечественной поисковой геохимии спектрального полуколичественного анализа.

Проведено сравнение средних содержаний каждого из химических элементов с разбиением всей совокупности выборок на преобладающую фоновую группу и аномальные объекты.

Предполагается, что если содержания данного элемента в существенной степени зависят от процессов рудообразования, то выборки будут формировать «рудные» и «фоновые» группы. Расчеты проводились с применением критериев Краскла-Уэллеса и Вилкоксона (Коган Р.И. и др., 1973).

Результаты показали, что только средние содержания Au и As формируют явно выраженные группы, объединяющие «рудные» выборки «Сухой Лог» и «Северная». Средние содержания остальных рассмотренных химических элементов могут отражать, вероятно, другие особенности геологического строения территории: литологический состав пород, влияние магматизма, метаморфическую, метасоматическую зональность и др.

Таким образом, можно утверждать, что поисковая геохимия является одними из ведущих методов на рудное золото в Бодайбинском РР. При этом, для оценки перспективности той или иной площади на первом этапе исследований достаточно сосредоточить внимание на распределении всего двух элементов-индикаторов.

Литохимические и сколковые пробы предлагается направлять в лаборатории для определения содержаний в первую очередь Au и As. Дубликаты проб при необходимости проведения дополнительных тематических исследований можно анализировать на широкий спектр элементов посредством портативного рентген-флуоресцентного анализатора и/или другими методами. Оперативное оконтуривание минерализованных зон в полевых условиях можно проводить с помощью шлихового опробования элювиально-делювиальных отложений на Au по методике, изложенной в (Иванов А.И., 2014), в сочетании с определением содержаний As во вторичном ореоле рассеяния тем же портативным рентген-флуоресцентным анализатором.

Представленные результаты могут оказаться полезны при планировании и проведении геохимических поисков м-ба 1:50 000 – 1:25 000 на той части Бодайбинского РР, которая до сих пор не охвачена площадной геохимией, например, в бассейне р. Хомолхо.

Гавриш А.В., Проскурнин В.Ф., Петрушков Б.С. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») Науменко Н.Г. (ОАО «Полярная ГРЭ»), Шнейдер Г.В., Лазарев Ф.Д. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).
ЗОЛОТОНОСНОСТЬ КУНАР-СЕРЕБРЯНСКОЙ ПЛОЩАДИ АККРЕЦИОННОЙ
ЗОНЫ ДОКЕМБРИЯ ПОЛУОСТРОВА ТАЙМЫР

В 70-х годах XX в. На севере Таймырского п-ова и арх. Северная Земля открыта новая Таймыро-Североземельская золотonosная провинция. В ней установлены различные геолого-промышленные типы золотonosных объектов, выявлен ряд площадей, рассматриваемых в качестве перспективных рудно-россыпных районов (узлов, полей), проведена общая оценка ресурсов рудного и россыпного золота. Потенциал провинции (P_2+P_3) по оценке ВСЕГЕИ на 01.01.2009 составляет 2910 т рудного и 51,05 т россыпного золота.

Кунар-Серебрянская перспективная площадь расположена на п-ве Челюскин в пределах Шренк-Фаддеевской аккреционной зоны докембрия Центрально-Таймырской складчатой зоны Таймырской раннекеммерийской складчатой системы (Забияка и др., 1986, Верниковский, 1996). Положение площади в пределах Северо-Челюскинского рудного района определяется сочетанием проявленных здесь складчато-разрывных дислокаций — линейно вытянутой в север-северо-восточном направлении Серебрянско-Восточнинской синклиналию и ориентированной согласно с ней Кунарской зоной разломов. На фоне площадной пропилитизации вдоль многочисленных нарушений преимущественно северо-восточного простирания в метавулканитах лаптевской свиты развиты мощные (от 100 до 500–700 м) и протяженные (1–5 км) поля развития метасоматитов березит-лиственитовой формации. Отмечаются обширные ореолы вкрапленной сульфидизации.

В процессе производства ГГС-50 с общими поисками (Науменко и др., 2002) на Челюскинской площади Кунар-Серебрянская потенциальная золоторудная зона изучена одной линией из 5 колонковых скважин (Ч-18 – Ч-22), пройденных на северной оконечности зоны. По результатам пробирного-спектрального анализа содержание золота в них составляло на некоторых интервалах от 0,1 до 5,25 г/т, по отдельным пробам до 50 г/т. Опробование по вторичным ореолам рассеяния также выявило аномальные зоны, одна из которых – Кунарская —

имеет линейную форму и прослеживается через всю площадь с юго-запада на северо-восток. Ее протяженность около 12 км при ширине 1,5–3,0 км. Аномальная зона сформирована сближенными линейными ореолами золота, имеющими длину от 0,5 до 2 км и ширину 0,1–0,5 км. В южной и северной частях зоны наблюдаются локальные незамкнутые ореолы серебра, часто сопровождающиеся аномальными концентрациями меди, свинца и цинка. По результатам комплексной интерпретации аэрогеофизической съемки Кунарская зона представляет собой грабен, осложненный в центральной, наиболее прогнутой части, локальным тектоническим куполом – одним из важнейших факторов контроля золотого оруденения. К сожалению, материалы опробования скважин не до конца проанализированы, что не позволило провести достоверную оценку прогнозных ресурсов рудного золота в пределах Кунар-Серебрянской площади.

Для внешней периферии рассматриваемой площади характерно широкое развитие россыпной и шлиховой золотоносности. В депрессии р. Кунар, в ее среднем-верхнем течении, поисковыми работами Полярной ГРЭ ПГО «Красноярскгеология» выявлена погребенная россыпь золота, локализованная в конгломератах кунарской свиты нижней юры, прогнозными ресурсами которой оценены по категориям $P_1 + P_2$ в 36,28 т.

Сочетание ряда геологических особенностей Кунар-Серебрянской перспективной площади свидетельствует о возможности обнаружения здесь крупного золоторудного объекта золото-сульфидно-кварцевой формации, аналогом которого является Светлинское рудопроявление Верхнеленинградской площади Таймыра (Проскурнин и др., 2015).

**Гирфанов М.М., Мигачев И.Ф. (ФГУП ЦНИГРИ).
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОГНОЗНО-
ПОИСКОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОРУДЕНЕНИЯ
МЕДНОПОРФИРОВОГО ТИПА**

Разработанные ранее в ЦНИГРИ прогнозно-поисковые комплексы (ППК), как технологические схемы ведения прогнозных, поисковых и поисково-оценочных работ, в т.ч. на меднопорфировые руды, требуют актуализации с учетом современных требований к поисковым работам и их геолого-экономическим результатам, а также быстро прогрессирующих технических возможностей их выполнения.

Возможны следующие направления совершенствования ППК применительно к месторождениям меднопорфирового семейства.

1. Приведение существующих ППК в соответствие с новой стадийностью ГРР и классификацией прогнозных ресурсов и запасов.

2. Включение в структуру ППК подлежащих выявлению элементов разноранговых (рудный район – рудное поле – месторождение) прогнозно-поисковых моделей со спецификацией эффективного набора поисковых методов.

3. Разработка на основе базового ППК региональных ППК, в первую очередь, для наиболее перспективных на меднопорфировое оруденение металлогенических зон Урала, Дальнего Востока, Забайкалья.

4. Дополнение ППК новыми модификациями поисковых методов, продемонстрировавших свою эффективность при производстве ГРР, а также учет и конкретизация современных аппаратных средств, методик применения тех или иных методов и компьютерной интерпретации полученных данных. В качестве таковых могут рассматриваться, в частности:

- геохимические методы и технологии поисков по вторичным наложенным сорбционно-солевым ореолам и потокам рассеяния, использующие анализ подвижных и вторично закрепленных форм индикаторных элементов, газовой составляющей верхнего слоя рыхлых отложений, изучение гидрохимических ореолов, и т.п;

- широкое применение глубинных геохимических поисков с использованием бескерновых модификаций мелкометражного бурения;

- применение при геохимических и прикладных минералогических исследованиях высокоточных методов — современных физико-химических методов анализа — ICP-MS, ICP-AE,

рентгенофлюоресцентного и рентгеноспектрального анализа; использование портативных рентгеновских анализаторов для экспресс-анализа пород и руд в естественном залегании и оперативного анализа проб в полевых условиях;

- использование при документации горных выработок и керна скважин спектральных сканирующих систем и тепловой инфракрасной спектроскопии;

- комплексирование геофизических методов с использованием современных аппаратурных средств и программного обеспечения;

- применение методов дистанционного зондирования земли с использованием технологий компьютерной обработки много- и гиперспектральных данных.

5. Разработка и создание многокомпонентных ППК на базе моделей комплексных рудных районов, узлов, полей, которые основаны на установленных закономерных пространственно-временных сочетаниях месторождений и проявлений различных металлов и геолого-промышленных типов в пределах рудоносных структур длительного развития.

Таким образом, ППК, при соответствующих корректировке и изменениях, могут и в дальнейшем рассматриваться в качестве научно-методических основ эффективной реализации геологоразведочного процесса.

**Голубев С.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ).
ФОРМИРОВАНИЕ АЛМАЗОНОСНЫХ ОСАДКОВ БУЛУНКАНСКОЙ СВИТЫ
РЭТСКОГО ЯРУСА ВЕРХНЕГО ТРИАСА
НА СЕВЕРЕ ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ**

В составе булунканской свиты рэцкого яруса верхнего триаса известна россыпь алмазов, установленная работами С.А. Граханова. По его авторской оценке прогнозные ресурсы алмазов категории Р₂ составляют 62 млн.кар. Свита представлена толщей с крайне невыдержанным гранулометрическим составом и незначительной мощностью от 0,2 до 2,6 м. Отложения свиты, представлены конгломератами, гравелитами, разномерными песчаниками, алевролитами, глинами. Наиболее выдержаны в составе свиты лишь базальные слои, представленные двумя продуктивными пластами: базальным конгломератом (0,1–0,5 м) и слоем гравелитов (0,05–0,25 м), отделенный от первого прослоем узловатых алевроитовых песчаников, либо песчаных алевролитов. Нередко этот прослой срезается слоем гравелитов, и они совместно с конгломератом образуют единый базальный горизонт мощностью до 0,7 м. В составе булунканской свиты среднее содержание алмазов 0,5 кар/т, среди них доминируют (28–49 %) типичные округлые алмазы первой разновидности, преобладание которых является характерным для убогоалмазных тел. В значительном количестве встречаются алмазы «эбеляхского» типа (23–40 % — II+V+VII разновидности, которые не установлены в кимберлитах Якутии.

При проведении исследований использовался подход, основанный на представлениях о том, что формирование россыпных концентраций связано со спецификой формирования осадочных толщ. В этом отношении было наиболее целесообразно использовать подход, предложенный П.П. Тимофеевым (1970) для выделения фациальных обстановок осадконакопления. Согласно Тимофееву, фациальная обстановка определяется гранулометрическими (генетическими) особенностями осадка. Схожий подход был положен в основу составления динамической классификации ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов, предложенной Ю.К. Голубевым (2003).

По данным бурения 2014–2015 гг. установлено, что в строении булунканской свиты отсутствует единый пласт. Не исключено, что во время ее формирования имелись многочисленные острова, где отсутствовало осадконакопление. Во вскрывших булунканскую свиту скважинах, зачастую отсутствует базальный горизонт конгломератов, скорее всего он уничтожен оползневыми явлениями. В породах булунканской свиты, в шлифах наблюдается текстура облипания крупных обломков частицами алевроитовой размерности. Такая текстура обычно образуется в грязевых потоках Ю.А. Лаврушин и др. (1986). Отсутствие сортировки галечного

материала и глинистый заполнитель в конгломератах булунканской свиты, позволяют сделать вывод, что, скорее всего, подобные условия могут создаваться на пляжах лагун с крайне слабой гидродинамикой, в процессе слабого перемыва материала поступающего с суши, где незначителен волновой накат. Об этом же свидетельствует наличие углефицированного растительного детрита. В результате, базальные конгломераты булунканской свиты трактуются как пляжевые осадки лагун, а разнозернистые пески и глины, как фации мелководного шельфа. Отмечается, что наиболее высокие содержания алмазов приурочены к грубозернистым отложениям свиты.

Таким образом, россыпь алмазов в составе свиты, вероятнее всего, была сформирована при их сносе с коренных источников, расположенных вблизи береговой линии.

Громцев К.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛОЩАДЕЙ РАНГА ПРОГНОЗИРУЕМОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ НА СЕВЕРЕ ОЛЕНЁКСКОГО ПОДНЯТИЯ

Анализ материалов дистанционного зондирования, сопутствующий глубинному геолого-геофизическому моделированию территории севера Оленёкского поднятия, был выполнен для выявления геолого-структурных предпосылок, благоприятных для локализации алмазоперспективных площадей ранга кимберлитового поля.

Для этих целей были выбраны фотоплан из космических снимков Landsat ETM+, цифровой рельеф ASTER GDEM с пространственным разрешением 30 м/п, обеспечивающим необходимую детальность и достоверность дальнейших структурных построений в целевом масштабе.

Подготовка дистанционных материалов к дальнейшему анализу включила в себя: 1) предварительную обработку — геометрическую коррекцию и приведение к единой проекции, устранение шумов и незначительных деталей; 2) трансформацию исходных цифровых изображений — создание псевдоцветных изображений, их гистограммные преобразования (контрастирование), сглаживающую фильтрацию, классификацию, градиентную фильтрацию и фильтрацию яркостных минимумов.

Визуальное дешифрирование проводилось по алгоритмам (Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д. и др., 2001; Серокуров Ю.Н., 2006; Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д. и др., 2007), позволяющим выделять как отдельные элементы ландшафта, так и их комплексные образы. Его целью являлась визуализация крупных дуговых и линейных элементов ландшафта, которые могут формировать образы кольцевых структур очагового типа или линейных зон глубинного заложения. Анализ проводился по трём направлениям. Первое было нацелено на выявление дуговых элементов аномалий фототона. Второе предусматривало структурное дешифрирование в пределах выявленных кольцевых структур, где главными объектами были их радиальные элементы. Третье проводилось с целью выявления радиально-концентрических структур, выраженных в рельефе. Все выявленные элементы были сведены в промежуточные схемы дешифрирования. Данные промежуточных схем были суммированы, а результаты суммирования вынесены на итоговые схемы дешифрирования, где нашли отражение только те дуговые и радиальные элементы, которые устойчиво встречаются на большинстве промежуточных схем.

В результате анализа и интерпретации материалов дистанционного зондирования в пределах исследуемой области выявлены элементы радиально-концентрической структуры размером около 60 км, пространственно совпадающей с областью максимального совмещения благоприятных глубинных геолого-геофизических предпосылок-индикаторов алмазоперспективных площадей ранга кимберлитового поля. Выделенная радиально-кольцевая структура осложнена более мелкими, размерами 5–15 км.

Гусейнов Г.С. (НИИ Минерального сырья, Азербайджан).
НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД
ГЫЗЫЛБУЛАГСКОГО ЗОЛОТО-МЕДНО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
МАЛОГО КАВКАЗА (АЗЕРБАЙДЖАН)

В структурном отношении оно приурочено к зоне сопряжения Гарабахского и Агдамского антиклинориев Лок-Гарабахской зоны Малого Кавказа. Расположено в центральной части Гызылбулагской вулcano-купольной структуры, представляющей сильно эродированный стратовулкан и сложенной вулканическими образованиями базальт андезит-дацитовый формации-лавово-пирокластическими отложениями средне-основного, в меньшей степени кислого.

Центральная часть вулcano-купольной структуры осложнена небольшой просадкой, представляющей кальдеру оседания, заполненную преимущественно крупнообломочными пирокластическими породами дацит-риолитового состава. Последние, судя по данным скважин, залегают на прогнутосновании, сложенном вулканитами андезибазальтового состава, и образуют положительную структуру, соответствующую по своей форме синвулканическим поднятиям биклиналиного типа. Биклиналиная является основной рудовмещающей структурой.

По данным разведке на месторождении выделяется одно крупное тело длиной 175–350м при мощности от 10–20 до 70–80м (в центральной части рудоподводящего канала).

Главные минералы-концентраты золота в рудах — пирит и халькопирит. Пирит представлен генерациях, а — в трех.

Золото в рудах четко связывается с ранней кварц-пиритовой (I генерация) и продуктивной кварц-халькопиритовой (II генерация) стадиями минералообразования.

В пределах месторождения рудная залежь имеет выпуклую форму, в целом повторяя контуры вмещающей ее биклиналиной структуры. Образование руд пруд происходило в условиях малых глубин, что подтверждается особенностями текстур и структур руд, характером вертикального развития минеральных комплексов и температурным градиентом (350–130°С).

Дементеев Л.И., Гущина Е.Ю., Головки А.В. (ГП «Центральная ГГЭ»).
КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ СРЕДНЕМАСШТАБНЫХ ПРОГНОЗНО-
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ

В настоящее время в пределах палеозойских возвышенностей всей территории Узбекистана практически все масштабные эродированные рудные объекты уже выявлены. Для прогноза скрытого оруденения первоочередное значение приобретают геофизические и геохимические методы исследований, позволяющие находить «слепые» и погребенные объекты под чехлом перекрывающих отложений.

В соответствии с «Программой космогеологических, геофизических и геохимических исследований территории Узбекистана» на 2009–2020 гг. Государственное Предприятие «Центральная Геолого-Геофизическая Экспедиция» проводит работы по обобщению и переинтерпретации результатов геолого-геохимических и геофизических съёмок на основе применения современных компьютерных технологий. На первом этапе такие работы были проведены на территории Кызылкумского региона и Республики Каракалпакстан. Эти районы почти полностью покрыты региональными гравимагнитными (1:200000) и аэрогаммаспектроскопическими съемками (1:500000), а горные массивы и прилегающие к ним перекрываемые рыхлыми отложениями территории — комплексными (магниторазведка, гравиразведка, аэрогаммаспектроскопия, электроразведка, литогеохимия) детальными (1:50000, 1:25000, 1:10000) геофизическими и литогеохимическими съемками.

По геофизическим данным были созданы локальные базы данных (ЛБД) исходной геофизической информации, составлены сводные карты геофизических полей масштаба 1:100000. В результате выполнения районирования полей составлены карты морфологических

особенностей района. По данным математического прогнозирования в системе Coscad 3D составлены комплексные прогнозные карты с выделением перспективных участков на поиски золота. Участки с 85–95% подобием эталонам использованы при оценке прогнозных ресурсов по категории P_2 методом «аналогий».

Для гор Ауминзатау, Бельтау, Даугызтау, Джитымтау дополнительно было проведено автоматизированное дешифрирование трех разновременных мультиспектральных космических снимков и трансформант радарного космического снимка. Составлены карта линеаментов и карта поля плотности тектонической нарушенности. Выделены перспективные площади по спектральным отражательным способностям трех разновременных космических снимков и 10-ти эталонным позициям.

По геохимическим данным также созданы ЛБД. Составлены каталоги геохимической изученности с определением количественно-качественного уровня переинтерпетированных геохимических съемок. Выполнена математическая обработка геохимических данных, рассчитаны мультипликативные и аддитивные показатели. Составлены комплект сводных карт фактического геохимического материала масштаба 1:100000; карты аномальных геохимических полей (АГП) золота, АГП надрудных и верхнерудных (Au, Ag, As, Sb) элементов; АГП и прогнозируемых рудных объектов. На картах АГП и прогнозируемых рудных объектов для выделенных аномальных геохимических полей рассчитаны площадные и удельные продуктивности, а для значимых центров геохимическими методами проведена оценка прогнозных ресурсов золота по категории P_2 до глубины 100 м.

На основании комплексного анализа геолого-геофизической и геохимической информации, данных математического прогнозирования по программе COSKAD-3D, анализа космогеологических данных и учёта предшествующих работ построены результирующие прогнозно-металлогенические карты масштаба 1:100000, на которых выделены потенциально перспективные площади с оцененными прогнозными ресурсами золота по категории P_2 .

**Доломанова-Тополь А.А., Киселева Г.Д. (ИГЕМ РАН), Кряжев С.Г.
(ФГУП ЦНИГРИ), Прокофьев В.Ю. (ИГЕМ РАН).
МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС РУД НОВО-ШИРОКИНСКОГО ЗОЛОТО-
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ, РОССИЯ)**

Ново-Широкинское золото-полиметаллическое месторождение, расположенное в пределах Шилка-Газимурской структурной зоны, отличается своеобразным составом руд как от полиметаллических, так и от золотых месторождений Восточного Забайкалья.

В рудах и околорудных метасоматитах месторождения установлено более 60 минералов. Среди рудных минералов наиболее распространены пирит, галенит, сфалерит. Заметную роль в составе руд играют и минералы меди, которые являются второстепенными (халькопирит и блеклые руды) или редкими (бурнонит, полибазит, айкинит, кубанит). Среди минералов серебра установлены стефанит, полибазит, акантит, самородное серебро и серебряносодержащие блеклые руды. Золотом наиболее обогащены участки руд с кварц-гематит-пирит-халькопиритовой минерализацией. Пробность золота изменяется от 885 до 419 ‰.

Данные исследования флюидных включений свидетельствуют о формировании руд месторождения в температурном интервале 102–289°C из хлоридных растворов концентрация солей 3,1–13,1 мас. %-экв. NaCl.

Анализ минеральных ассоциаций в координатах «температура – активность серы», предложенный впервые в работе (Enaudi et al., 2003), показал, что область формирования руд месторождения (рис. 1) находится между линиями равновесия реакций «борнит + пирит = халькопирит» (сверху) и «гематит + пирит = магнетит» (снизу), поскольку ни эндогенного барита, ни магнетита в рудах в макроскопических количествах не наблюдается. Поле существования руд целиком попадает в область гидротермальных флюидов магматогенной природы (Enaudi et al., 2003).

Это согласуется с данными о пространственно-временной связи рудообразования с гра-
нодиорит-порфирами шахтаминского комплекса и результатами исследования изотопного со-
става минералов (Али и др., 2014) и свидетельствуют о магматогенно-гидротермальной при-
роде руд Ново-Широкинского месторождения.

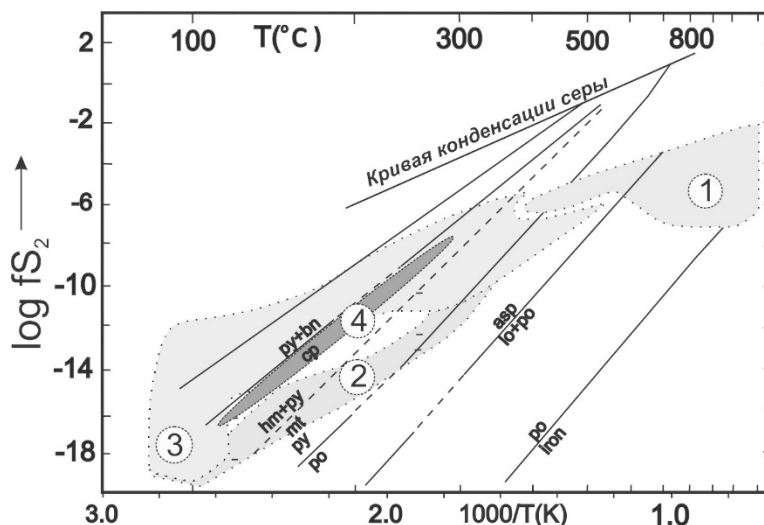


Рис. Диаграмма «Летучесть серы – температура»:

поля распространения минеральных ассоциаций: 1 — фумарол, 3 — геотермальных проявлений, 3 — магмато-
генных гидротермальных систем (1–3 — по данным (Enaudi et al., 2003)), 4 — руд Ново-Широкинского место-
рождения (наши данные).

Минералы: py — пирит, bn — борнит, sp — халькопирит, hm — гематит, mt — магнетит, po — пирротин, asp —
арсенопирит, lo — леллингит, iron — железо самородное.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-05-01369а).

**Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Рустамжонов Р.Р. (ГП «НИИМР», Узбекистан).
СТРУКТУРЫ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АНОМАЛЬНЫХ
ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ СЕВЕРО-КЫЗЫЛКУМСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ
ПРОВИНЦИИ (ГОРЫ БУКАНТАУ)**

Проведенные исследования охватывают северную часть Центрально-Кызылкумского ре-
гиона, располагающегося на западном замыкании мегазолотоносной Тянь-Шанской ветви ши-
ротного полуконтинентального многометального металлогенического пояса, протягивающе-
гося от Арало-Каспийского бассейна до тихоокеанского побережья. Рассматриваемая золото-
рудная провинция в пределах гор Букантау имеет протяженность в широтном направлении
более 200 км при максимальной ширине около 50 км.

Выполнено первое геофизическое районирование (магнитометрия, гравиметрия, содер-
жания радиоактивных элементов, электроразведка) позволившее графически отобразить на
местности соответствие геофизических полей: скрытопогребенным интрузиям ультраоснов-
ной, основной и гранитной магм, базальтоидам эксплозивной фации, зонам карбонатно-фли-
шoidalного состава, дайковым поясам, зонам пирротинизации, тектоническим швам, зонам ме-
тасоматоза, выноса и привноса урана и калия, антиформам, углублениям фундамента, грави-
тационным ступеням его погружения.

Составлена по единым методическим принципам литогеохимическая карта Букантау м-
ба 1:100000, на основе которой также впервые проведено геохимическое районирование в мас-
штабе 1:1 500 000 всей его горной возвышенности, что позволило:

- переинтерпретировать результаты всех геохимических съемок, определив новые карти-
руемые площади ореолов по плотности их предыдущей геохимической изученности и степени
концентрации химических элементов, а отсюда и унифицировав вещественно-морфологиче-
ской размерности ореолов с выявлением рудного и безрудного пространства;

- провести векторную ориентацию геохимических поясов, блоков и зон, придерживаясь

простираения основных геолого-геофизических элементов структуры домезозойского фундамента, его ближайшего обрамления и локальных обстановок в рудных полях и месторождениях золота, вольфрама, меди, серебра, урана и другие;

-выделить морфогенетические признаки аномалий в разной иерархии геохимических структурах (которые могут быть трассированы под породами чехла при глубинных поисках и картировании территорий) в качестве основ определения вещественного состава и продуктивности прогнозируемого, прежде всего золотого оруденения;

-определить площади под пересъемку и переинтерпретацию из-за некондиционного геохимического их изучения, а также для расширения перспектив флангов и глубоких горизонтов известных золото-редкометалльных месторождений гор Букантау;

-установить, что гипергенное преобразование эндогенных месторождений золота в регионе в породах фундамента сопровождается его многократным перераспределением с образованием зон обогащенных как кластогенным, так и хемогенным золотом, последовательно снизу-вверх: в верхней части измененных пород фундамента, в перекрывающих их корах выветривания, в разрезе мезозойско-кайнозойских осадков, рыхлых четвертичных образованиях и почвах. При этом горизонты гипергенного обогащения золота могут иметь самостоятельное практическое значение как источники металла.

Установление природы аномальных геохимических полей позволило повысить достоверность разномасштабного прогнозирования золото-редкометалльного оруденения, чем снизить стоимость геолого-разведочных работ, а также составить Программу их долговременного целевого развития в золоторудном регионе Букантау — важной составляющей золотодобывающей отрасли Кызылкумов.

Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Самсонов А.В., Рустамжонов Р.Р.

(ГП «НИИМР», Узбекистан).

УГАМ-ПСКЕМСКИЙ СЕРЕБРОРУДНЫЙ ПОЯС — НОВЫЙ ТИП СТРАТИФОРМНО-ЖИЛЬНО-ШТОКВЕРКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В СРЕДИННОМ ТЯНЬ-ШАНЕ

Пояс серебро-арсенидной и серебро-сульфосольно-блеклорудной минерализации охватывает преимущественно барьерные области в пограничных полосах карбонатных и кремнисто-карбонатных пород карбона и карбонатно-терригенных образований среднего-верхнего девона, а также нежнепалеозойских доломитов и углеродистых сланцев.

Изученная протяженность зоны — около 65 км при мощности 7,5 км; пространственно она приурочена к приводораздельным частям Пскемского, западному и восточному склону Угамского хребтов. Площадь зоны 490 км².

Являясь в целом конформной по отношению к физико-химически барьерным зонам, сереброрудная минерализация представляет собой жильно-штокверковые залежи с аргентотеннантитом, пирсеитом, штрмейеритом, пираргиритом, кераргиритом, миаргиритом, пруститом, полиметаллами, пиритом, халькопиритом, сульфосолями висмута, золотом. Жильное сопровождение — кварц, карбонат (сидерит, анкерит), барит.

Рудовмещающие породы — аргилиты, алевролиты, сланцы (в т.ч. углеродистые), высокобитуминозные карбонатные породы. Черные, также известные как меденосные сланцы, особенно в разрезах Тепарской и Аксарсайской купольных структур, часто переходят из терригенной в карбонатную часть разреза, образуя прослои мощностью 20–60 см.

Зоны минерализации в промышленных сечениях продуцируют аномальные геохимические поля особенно серебра (0,1–10г/т), висмута, мышьяка, меди, бария и других элементов, надежно маркирующих рудоносные структуры. Ореолы золота «кинжальные» резкоконтрастные. Видимое золото мелкое, равномерно рассеянное, тяготеет к сульфидизированным участкам повышенной (0,8–1,2%) углеродистости.

Сереброрудные зоны отличаются слабой латеральной (боковой) геохимической зональностью, но зато четко и последовательно проявленной зональностью осевой с устойчивым по-

явлением в ее фронтальных частях мышьяка, сурьмы, молибдена, свинца и бария, часто выступающих в роли геохимических индикаторов, особенно там, где минерализация замаскирована.

Рудные ловушки (столбы) — зоны контакта терригенных и карбонатных пород, кальциевых и магнезиальных карбонатных пород, карбонат-баритовые брекчии.

В отличие от Кураминского золото-серебруродного пояса, Угам – Пскемский серебруродный пояс амагматичен и генетически может быть отнесен к региональной эпигенетической рудоносной структуре с завершающими ее развитие мощными гидротермальными процессами.

В указанных масштабах изученная серебруродная минерализация, известная ранее фрагментарно, откартирована и выделена впервые, что позволяет выдвинуть Пскем-Угамский блок Чаткальского региона как комплексную промышленно-перспективную серебруродную провинцию.

Заслуживает внимания при постановке дальнейших исследований появление в отдельных частях пояса высокоинтенсивных аномалий Co и Ni со знаками платиноидов (МПГ).

Добавим, что геохимический спектр отдельных прослоев углеродистых сланцев (Pt, Bi, W, Re, Mo, Cu) близок к спектру подобных пород цехштейновых горизонтов Германии, Польши, углеродисторудным формациям России и Узбекистана. При этом углеродистые формации Узбекистана обогащены также U, V, REE.

Ермолаев Г.С. (ГП «НИИМР», Узбекистан).
РЕОЛОГИЧЕСКАЯ УПОРЯДОЧЕННОСТЬ И БЕСКОРНЕВЫЕ РУДНЫЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ
ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Центральноазиатский(Среднеазиатский) регион расположен в центральной части материка Евразия, являясь частью Урало-Монгольского подвижного пояса и представляет собой реологически расслоенные, геодинамические комплексы, в том числе рудные, тесно связанные с морфоструктурой современного рельефа.

Существующие в настоящее время металлогенические представления (модели) рассматривают процессы формирования рудных месторождений. Наши исследования являются продолжением, и рассматривают процессы результаты, которых отражаются на картографическом материале геологических, геофизических, геохимических, геоморфо — логических, дистанционных, геодезических, микроструктурных исследований, данных глубокого бурения, собственных детальных структурных построениях в хорошо изученных рудных районах Западного Тянь-Шаня, литературных источниках. Это позволило выявить геодинамическую упорядоченность горных масс с различными физико-механическими свойствами, определить движущую силу, время и механизм формирования структуры региона, указывая в целом, на процессы расформирования ранее созданных структур, в том числе рудных. Процессы расформирования заложены в общей реологической природе геодинамических явлений в геосфере Земли и связаны с пластичностью горных масс в нижних ее частях (астеносфере?).

В пределах Южного Тянь-Шаня пластичными образованиями являются алевритово-сланцы (черные сланцы) – преимущественно хлорит-серицитового (углерод-хлорит-серицитового) состава. Характеризуются бесформенным (геомасса) распределением, листоватостью, пльчатостью, отсутствием трещин отрыва, имеют глубинное распространение и обладают термодинамическими свойствами. Коррелируют в основном, с выровненной частью рельефа, залегая преимущественно под мезозойско-кайнозойскими и четвертичными образованиями различной мощности. Она (геомасса)-движущая сила, вмещает, либо подстилает и перемещает, как по вертикали, так и по латерали, с преимуществом горизонтальной компоненты, самые разнообразные и разновозрастные блоки-террейны. Это песчаники, конгломераты, карбонаты, гранитоиды, эффузивы, базит-ультрабазиты — жесткие образования с резко измененными параметрами и конфигурациями поверхностей, указывая на разрыв, растяжение. Залегают они, преимущественно, в возвышенных частях рельефа. Рудный минеральный комплекс,

характеризуясь вязкими-упругими деформационными свойствами, располагается в средней части разреза (рельефа), преимущественно, на контакте домезозойских и мезозой-кайнозойских образований, часто ассоциируясь с границами возвышенных и выровненных частей рельефа.

Подобная ситуация характерна и для других регионов мира: Урала, Кордильер, а также Южной Африки, где крупнейший рудный район расположен на сочленении континент-океан.

Бескорневое месторождение-это результат не только воздействия процессов минерализации на горные породы, но и последующих процессов тектонического движения

блоков рудоносных пород. Роль транспортера играла бесструктурная, пластическая, термодинамическая, алевролит-сланцевая геомасса.

Наиболее типичными представителями бескорневых рудных объектов являются: Канское -полиметаллическое в серпентинитах, Хайдарканское ртутно-сурьмяное в карбонатных породах, Кызылкумские золото-серебряные в песчано-сланцевых образованиях.

Злобина Т.М., Котов А.В., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУР ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В методологии прогнозирования и поисков золоторудных месторождений выделяется подход, связанный с разработкой моделей месторождений определенных типов. При их построении учитываются геолого-петрографические, структурно-геодинамические, минералогическо-геохимические и геофизические модули, в каждом из которых оцениваются однородные данные. При моделировании структур месторождений, наряду с геолого-структурными, все чаще используются сейсмические данные о механизмах землетрясений, характеризующих тип разрушения среды, адекватный палео-сейсмогенному процессу деформаций. Предложено моделирование структур золоторудных месторождений, формировавшихся при участии палео-сейсмических процессов, по структурно-динамическим параметрам разнородных геологических и современных сейсмических данных. Рассматриваются результаты моделирования структуры Уряхского золоторудного поля (УРП), приуроченного к системе глубинных разломов, простирающихся вдоль внешней части СВ сегмента Байкало-Муйского пояса (БМП) и западной окраины структурно-формационных зон докембрия Сибирского кратона. Мезотермальные Au-Q месторождения гидротермального жильно-прожилково-вкрапленного типа локализованы вдоль центрального разлома системы — Сюльбанского, разделяющего метаморфизованные породы (R_{2-3}) терригенного и вулканогенного комплексов. Длительная тектоническая активность Сюльбанской мегасистемы сопровождалась неоднократной тектоно-магматической активизацией. Тектониты (милониты и сланцы) по тектоно-фациальным признакам соответствуют дорудным динамометаморфитам. Метасоматические преобразования пород, связанные с синтектоническим магматизмом талаинского комплекса (R_{2-3t}), также дорудные. Оруденение, сопровождавшееся околорудной беззтитизацией, связано с палеозойским магматизмом. Структура УРП формировалась в режиме сдвигов двух ортогонально ориентированных систем — Сюльбанской магистральной и поперечной к ней системы разломов второго порядка. В результате проявилась блоковая структура, разделившая Сюльбанскую систему рудоконтролирующих глубинных разломов на сегменты с отличающейся динамической обстановкой. Изучение структуры (по ориентировкам сопряженных рудных прожилков) с использованием структурно-парагенетического анализа и тектоно-физических методов выявило, что образование трещинной инфраструктуры УРП, вместившей рудные тела, не соответствует теоретическим моделям (Riedel W., 1929 и Sylvester A. G., 1988) образования структурных парагенезисов в зонах сдвигов. Синрудным деформациям найден стерео-геометрический аналог современных сейсмо-дислокаций, изучение динамических параметров которого выявило сходство с параметрами палео-деформаций. Установлено, что изменчивость палео-сейсмического поля напряжений сопоставима с развитием современного сейсмического очага центрального типа и может быть вызвана триггерным влиянием флюидов, поступавших в сейсмо-

активную зону. Такое поле характеризуется нелинейной релаксацией напряжений, вызывающей одновременное образование разно ориентированных разрывов, систем эшелонированных трещин, криволинейных и конических сколов. Впервые предложена модель образования рудовмещающих структурных парагенезисов при участии флюидов. Модель объясняет механизмы образования нетрадиционных ассоциаций линейных и нелинейных элементов структуры, вместивших рудные тела, а также отличающиеся структурные типы локализации руд в тектонических блоках (штокверковый, ярусное расположение линейных жил различной ориентировки, а также сигмоидных жил).

**Зубова Т.П., Яблокова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ХАРАКТЕР
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ТИПОМОРФИЗМ ЗОЛОТА В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ
ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА
СРЕДНЕГО УРАЛА**

В пределах большей части восточного склона Урала отмечается широкое развитие высокоглинистых разновозрастных образований: мезозйская кора выветривания, элювиально-делювиальные образования, юрские аллювиально-озерные, меловые прибрежно-морские, палеогеновые, неогеновые, четвертичные ложковые и аллювиальные отложения. Их особенности детально изучены в пределах Актайской площади расположенной в центральной части грабеннообразной Актайско-Талицкой структуры Ивдельско-Краснотурьинской эрозионно-структурной депрессии (Средний Урал).

Коры выветривания вскрываются в западном борту и днище депрессии и представлены высокоглинистыми (40–60%) образованиями структурных каолиновых глин, развитых по вулканогенным породам. В тяжелой фракции преобладает сидерит. Центральная часть депрессии сложена полигенными мезо-кайнозойскими толщами: юрскими и меловыми. Мощность юрских отложений достигает 22–25 м, перекрывающих их меловых и более молодых осадков — 20–40 м. Меловые и юрские отложения являются высокоглинистыми (более 40 %). В меловой толще в пелитовой фракции преобладает монтмориллонит, характерно присутствие диатомовых водорослей, коллофана. Юрские отложения состоят из каолиновых глин с линзами, прослоями кварцевого песка. В обоих типах осадков присутствует марказит (до 5–8 %) в форме округлых конкреций или тонкозернистых агрегатов, в нижних горизонтах юрских отложений и коре выветривания появляются кристаллы сложной морфологии. Изотопный состав серы свидетельствует об их осадочном генезисе. В агрегатах марказита вблизи бортов депрессии (по данным ICP MS) отмечаются высокие содержания золота (137 и 270 г/т) и рудогенных элементов (Cu, Zn, Pb, W, As), вероятно, за счет размыва коренных источников. Кора выветривания, меловые и особенно юрские отложения депрессии золотоносны. Золото в них преимущественно мелкое (0,05–0,25 мм), особенно в центральной части депрессии. Содержания металла, полученные при использовании усовершенствованного гравитационного оборудования ПКЦ-300, составляет 990–2950 мг/м³, превысив значения, полученные на ПОУ-4М в 3–10 раз.

Детальные исследования комплекса типоморфных признаков золота из разновозрастных отложений позволили выявить его характерные особенности для разных типов отложений. Для всех разновозрастных отложений характерны кристаллы, кристаллические сростки, дендритоиды, а также трещинно-прожилковидные, пластинчатые, комковидные, гемиидиоморфные, комковидно-губчатые выделения и своеобразные агрегаты губчатого ажурного золота. Преобладание плохо окатанных частиц со специфической рыхлой губчатой поверхностью, присутствие нитевидных ажурных кристаллов и серебристых дендритоидов «нового» золота, позволяет предполагать активное эпигенетическое изменение золота на глубоких горизонтах депрессии, сопровождающиеся его растворением и переотложением.

Сравнение спектров элементов-примесей в золоте из разновозрастных отложений депрессии и ее западного борта показывает их полную идентичность, что в совокупности с повторяющейся пробностью разновидностей золота позволяет говорить об общности источников питания борта депрессии и самой депрессии. 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, при котором в мезозойские отложения поступали продукты денудации разных уровней рудных образований.

**Иванов А.И. (ФГУП ЦНИГИ), Михайлов Б.К. (АО «Росгеология»),
Варганян С.С. (ФГУП ЦНИГРИ).**

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ЗОЛОТА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Российская Федерация располагает значительным потенциалом золотодобычи. Учитываемые запасы (около 13000 тонн) и локализованный ресурсный потенциал (более 40000 тонн) золота предполагают постоянный и значительный рост тренда его производства на длительную перспективу, который может быть реализован в пределах металлогенических провинций в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах.

К основным источникам добычи золота относятся собственно золоторудные месторождения. Доля россыпных месторождений, хоть и значительна (20 %), но неуклонно снижается и, по-видимому, к 2050 году будет носить экзотический характер. Еще меньшая доля (около 16 %) принадлежит золоту, извлекаемому попутно из руд комплексных месторождений; в перспективе эта цифра будет возрастать за счет вовлечения в разработку золото-медно-порфировых месторождений, аналогичных открытым на Северо-Востоке (Песчанка) и в Амурской области (Малмыж) Российской Федерации.

Одной из приоритетных территорий является Яно-Колымская золотоносная провинция, охватывающая часть территории Магаданской области и Республики Саха (Якутия). Разведанные здесь запасы коренных месторождений золота прожилково-вкрапленных руд в углеродисто-терригенных («черносланцевых») комплексах (Наталкинское, Дегдеканское, Дращное и другие) составляют более 30 % от всех запасов в России. Приоритетными для освоения и развития минерально-сырьевой базы золота является также территории запада и юга Восточной Сибири с относительно развитой инфраструктурой. В пределах этих перспективных территорий разведано 45 % запасов и добывается 30 % золота России. Рост добычи золота связан с освоением месторождения Сухой Лог и дальнейшим развитием золотодобычи на перспективных объектах (Вернинское, Невское, Олимпиадинское, Благодатное и другие).

Несмотря на некоторые преимущества качества руд российских золоторудных месторождений в сравнении с рудами осваиваемых месторождений в Мирове, уже сегодня и в самой ближней перспективе горнорудные компании неизбежно столкнутся с проблемой эффективной разработки месторождений с так называемыми бедными и «упорными» рудами. Отсутствие необходимого опыта и соответствующих научно обоснованных технологических решений при существующих инфраструктурных проблемах (транспорт, энергетика) накладывает определенные ограничения на скорость принятия решений о вводе в эксплуатацию новых подобных объектов. Поэтому одной из первоочередных задач является разработка и внедрение современных и эффективных технологических решений разработки новых месторождений.

Кроме того, определенным резервом развития золотодобычи являются эпitherмальные золото-серебряные месторождения в мезо-кайнозойских вулканоплутонических поясах востока России. К настоящему времени здесь выявлены и в различной степени отработаны месторождения Купол, Многовершинное, Джульетта, Карамкенское, Агинское и др. Имеются геологические предпосылки выявления кроме жильных золото-серебряных месторождений и нетрадиционных для этих территорий типов, широко представленных за рубежом: в породах активизированного основания вулканических поясов (Хисикари, Слиппер) и прожилково-вкрапленного типа в гидротермально измененных эффузивно-пирокластических толщах (Раунд-Маунтин, Янакоча).

Таким образом, имеются все основания предполагать, что к 2030 году суммарный объем производимого в России золота достигнет 400 т.

**Иванов А.И., Васюков В.Е., Мансуров Р.Х., Инякин А.В., (ФГУП ЦНИГРИ).
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
БОЛЬШЕОБЪЕМНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В
УГЛЕРОДИСТО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ**

В процессе выполнения работ ФГУП ЦНИГРИ в рамках проекта «Поисковые работы на большеобъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-терригенных комплексах в пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций» была апробирована методика поисков золоторудных месторождений в сложных ландшафтных условиях (Иванов, 2004, 2008, 2014). Кроме того, применен, наряду с традиционными методами изучения перспективных территорий, не традиционный вид исследований для выделения перспективных рудоносных структур и проведения прогнозирования – профильные исследования в комплексе геофизических (магнито-, гравия-, электроразведка), геохимических (опробование по первичным и вторичным ореолам рассеяния, в том числе в горных выработках) и геологических (маршруты, копуши и шурфы с комплексом опробования).

В пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской провинций широко распространены залесенные, задернованные, закрытые мохово-гумусовым слоем территории с повсеместно развитой многолетней мерзлотой. В таких условиях часто полностью недоступными для наблюдений в геологических маршрутах являются рудоконтролирующие зоны складчато-разрывных деформаций с интенсивно проявленными гидротермально-метасоматическими процессами и, прежде всего, железо-магнезиальной карбонатизацией (бурошпатизацией) из-за формирования в их пределах выположенных или относительно отрицательных форм рельефа в связи с большей подверженностью процессам выветривания измененных пород. Поэтому выявление таких структур и поиски в их пределах золотого оруденения значительно затруднены.

Рассматриваемая группа золоторудных месторождений представлена зонами-залежами прожилково-вкрапленных руд золото-сульфидной формации и мегаштокверками золото-сульфидно-кварцевой формации (Нарсеев и др., 1986). Локализованы они в черносланцевых флишoidных разрезах континентальных окраин, развивавшихся на начальных этапах по типу пассивных окраин и затем претерпевших орогенез. Примерами таких регионов и являются рассматриваемые Енисейская, Байкало-Патомская и Верхояно-Колымская золоторудные провинции.

Как известно, основой прогнозирования золоторудных месторождений является прогнозно-поисковый комплекс, разрабатываемый на основе установленных закономерностей формирования месторождений и включающий всю совокупность поисково-оценочных критериев объектов прогнозирования и методов их решения (Кривцов, Нарсеев, 1983, Нарсеев и др., 1986). Формирование золоторудной минерализации в Байкало-Патомской, Енисейской и Верхояно-Колымской золоторудных провинциях протекало длительно, на каждом этапе вносился определенный вклад в ее локализацию и концентрирование. Причем анализ материалов по разноранговым золоторудным месторождениям показал, что для формирования промышленных объектов необходимо проявление всех этапов рудообразования — седиментационного, формирования рудоконтролирующих зон складчато-разрывных деформаций при линейной складчатости, регионально-метаморфического преобразования и завершающий (поздне-магматический), а масштабы золоторудных объектов зависят от специфики и интенсивности их проявления.

Прогнозно-поисковые комплексы для золоторудных объектов разного ранга, близкие для всех трех рассматриваемых регионов, явились основанием для новых металлогенических построений и прогнозов. Рудные районы выделялись по известным критериям. Рудные узлы и поля оконтуривались не только в участках имеющейся информации по рудным объектам, но и с использованием особых признаков – наличия рудоконтролирующих зон складчато-разрывных деформаций, сформированных при линейной складчатости, в пределах которых проявились интенсивные золотоносные метасоматические процессы (бурошпатизации и пиритиза-

ции). Эти зоны выявлялись по комплексу геологических, геофизических, геохимических, космогеологических, геоморфологических и других данных. По результатам проведенных работ получены очень важные новые материалы по возможностям геофизических методов, в том числе в профильном варианте. Так в Енисейской и Верхояно-Колымской провинциях золотоносные рудоконтролирующие зоны бурошпатизации отчетливо выделяются локальными положительными аномалиями гравиметрического поля (Марокское рудное поле; зоны рудопроявлений Петух и Олбот). В Байкало-Патомской и Енисейской провинциях рудные поля фиксируются участками «распада» магнитного поля.

В рудоконтролирующих зонах складчато-разрывных деформаций (и бурошпатизации) собственно перспективные участки выделялись в узлах их деформации разломными и купольными структурами регионального метаморфического и сингранитного этапов в пределах полей распространения благоприятных по литологическому составу пород. Значительная роль отводилась также анализу материалов по россыпной золотоносности (размерность, морфология, пробность, цвет и другие физические особенности золота, линейная продуктивность россыпей, геологическое строение коренного плотика и др.). По геофизическим материалам в Енисейской и Верхояно-Колымской провинциях на фоне локальных положительных аномалий, фиксирующих золотоносные рудоконтролирующие зоны бурошпатизации, более узкими локальными относительно отрицательными аномалиями гравиметрического поля выделяются рудные зоны с окварцеванием. В Байкало-Патомской и Енисейской провинциях рудные зоны в ряде случаев выделяются повышенными сопротивлениями.

Анализ геолого-геофизической и геохимической информации в целях выделения локальных перспективных участков осуществлялся, исходя из признания того, что отрицательные результаты поисков рудных объектов предшествующими работами на ряде участков могли быть обусловлены, во-первых, плохой обнаженностью территории (и, прежде всего, рудоконтролирующих зон); во-вторых, приоритетом при поисках вторичных ореолов рассеяния, полученных при опробовании близповерхностных отложений. Поэтому в результате анализа всех геологических, геофизических, геохимических и др. материалов и последующей прогнозной оценки должны выделяться предполагаемые рудоконтролирующие зоны складчато-разрывных деформаций, а в их пределах – перспективные участки для концентрации поисковых работ.

Результаты специализированных опытно-методических изотопно-геохимических исследований, выполненных в рамках работ по Проекту С.Г.Кряжевым, позволили рекомендовать к включению в прогнозно-поисковый комплекс данные по распределению изотопов сульфидной серы в разрезе потенциально рудоносных углеродисто-терригенных толщ. На представленном фактическом материале установлено, что формирование большеобъемных месторождений золота закономерно сопровождается возникновением достаточно контрастных изотопно-геохимических аномалий как в рудных зонах, так и во вмещающих породах на значительном удалении от рудных тел. Такие аномалии могут быть использованы в качестве дополнительного прогнозно-поискового критерия при минералого-геохимическом картировании территории по опорным профилям.

В результате апробации в процессе работ по настоящему Проекту методики поисков золоторудных месторождений в условиях закрытых ландшафтов (Иванов, 2004, 2008, 2014), основанной на комплексировании известных методов и способов изучения делювиально-элювиальных отложений в целях поисков месторождений золота и других рудных и нерудных полезных ископаемых — обломочного (оконтуривание делювиальных свалов рудных тел), копушения, минералогического (+ минералого-геохимического), литохимического, была уточнена трехстадийная методика поисков.

На первой стадии в комплекс работ входят: геологические маршруты, проходка шурфов и канав глубиной 1 м (для создания профильной или площадной обнаженности делювиальных отложений для их изучения), опробование – шлиховое, точечное, литохимическое по первичным ореолам и вторичным ореолам рассеяния, площадные и профильные геофизические работы.

На второй стадии для локализации эпицентров выявленных шлиховых и геохимических ореолов проходятся шурфы до коренных пород, в участках с большой мощностью делювиально-солифлюкционных отложений – пневмоударное или иное бурение со шлиховым, литохимическим и другими видами опробования.

На третьей стадии максимально богатые рудными элементами участки выявленных ореолов вскрываются канавами, установленные минерализованные или рудные зоны прослеживаются по простиранию канавами и на глубину – скважинами колонкового бурения с проведением соответствующего стандартного комплекса опробования.

Эта методика поисков, разработанная для Байкало-Патомской золоторудной провинции, впервые была применена в Енисейской и Верхояно-Колымской провинциях, где в условиях полной задернованности, сплошного развития многолетней мерзлоты были выявлены минерализованные зоны соответственно на Южном и Олботском участках.

В целом же технология прогноза, поисков и оценки большеобъемных золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах, разработанная в процессе работ, приведена в таблице.

Технология прогноза, поисков и оценки большеобъемных золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах

Этапы	Основные задачи	Виды работ
Прогноз	Формирование предварительной модели рудообразования	Анализ имеющихся материалов, определение основных закономерностей рудообразования
	Создание предварительного прогнозно-поискового комплекса, выделение рудных районов	Определение основных прогнозных критериев и поисковых признаков
	Выделение наиболее перспективных рудных узлов, полей и конкретных рудных структур для поисковых работ	Проведение опережающих геофизических, геохимических работ, в том числе профилей комплексных геолого-геофизико-геохимических исследований; металлогенический анализ всех материалов
Поиски	Выделение рудоносных зон складчато-разрывных деформаций и минерализованных зон в пределах участков	Поисковые работы первой стадии
	Изучение минерализованных зон и выделение наиболее перспективных для дальнейших исследований	Поисковые работы второй стадии
	Изучение минерализованных зон по простиранию и на глубину с целью выявления и изучения рудных зон	Поисковые работы третьей стадии, оценка прогнозных ресурсов категории P_1 и P_2
Оценка	Изучение рудных зон по простиранию и падению	Проходка горных выработок и бурение, оценка прогнозных ресурсов категории P_1 и запасов категории C_2
	Определение достоверных содержаний золота в рудных зонах, уточнение технологических схем переработки руд	Проведение валового опробования и переработки руд (сотни-тысячи тонн)

**Имамендинова М.А., Наталенко М.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ, МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД И ПЕРСПЕКТИВЫ
ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ВЕРХНЕ-ХАКЧАНСКОГО ЗОЛОТО -КВАРЦЕВОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Месторождение Верхний Хакчан является одним из наиболее крупных золоторудных объектов, открытых в последние годы на территории России. Прогнозные ресурсы золота по сумме категорий P_1 и P_2 составляют 160 т. Авторами, в составе научно-исследовательской группы ЦНИГРИ, в 2005–2012 и 2015 гг. на рудном поле месторождения проводился комплекс исследований и получены следующие результаты:

1. Месторождение расположено в терригенных комплексах пермского возраста и приурочено к сбросо-сдвиговому нарушению северо-западного простирания, где между его се-

веро-восточным и юго-западным швами, отстоящими друг от друга на 3 км, развиты рудолокализирующие разломы субширотной системы. Они представлены интенсивно катаклазированными и милонитизированными терригенными породами с обломками кварцевых жил и прожилков. Мощность зон дробления достигает 40 м, в среднем составляя около 20 м. Рудолокализирующие разломы вблизи поверхности с крутым (65–75°) падением, выполаживаются с глубиной до 35–45°, что также характерно и для рудовмещающих разломов Наталкинского месторождения.

2. Рудолокализирующие разломы наиболее золотоносны в пределах нижней подсвиты нерючинской свиты, для которой характерно преобладание песчанистой составляющей. Именно в этой части разреза локализованы наиболее продуктивные интервалы.

3. По результатам ГРП выделено три золотоносные зоны: Основная, Южная и Северная. Наиболее перспективной является зона Основная. Она прослежена поверхностными горными выработками на протяжении 3 км и вскрыта скважинами колонкового бурения до глубины 400 м. Зона Основная представлена блоками интенсивно трещиноватых, милонитизированных терригенных пород, сопровождающимися мощными (до 20 м) зонами прожилкового окварцевания, маломощными (10–15 см) кварцевыми жилами и тонкой сульфидной вкрапленностью (1–3 %). В ее пределах по опробованию выделяется рудное тело (среднее содержание Au 2,2 г/т) переменной мощностью от 10 до 30 м на поверхности. С глубиной (400 м) мощность зоны возрастает до 40 м. По падению зона не оконтурена.

4. Рудные зоны сопровождаются метасоматическими изменениями вмещающих пород, которые представлены ореолами ранних альбит-карбонат-кварцевых метасоматитов, с наложенными зонами серицит-карбонат-кварцевых и мусковит-КПШ-карбонат-кварцевых метасоматитов.

5. По результатам изучения керна скважин, шлифов и аншлифов авторами установлен вещественный состав руд месторождения. В рудах преобладает кварц, слагающий 90–100% жильного выполнения, также присутствуют альбит, анкерит, КПШ, серицит, мусковит, реже кальцит. Количество рудных минералов около 1–3%, основные из них — арсенопирит, пирит и самородное золото, реже отмечаются галенит, халькопирит, сфалерит, пирротин блеклые руды, в единичных случаях — бурнонит, шеелит, герсдорфит. Преобладает мелкое и тонкое золото (0,1–0,001 мм) в ассоциации с арсенопиритом. По данным рентгеноспектрального микроанализа проба золота Верхне-Хакчанского месторождения варьирует от 804 до 910 ‰ (среднее 854 ‰). Продуктивная минеральная ассоциация типична для представителей золоторудных месторождений золото-кварцевой формации.

6. Поскольку рудная зона Основная не оконтурена по падению и при этом установлено существенное увеличение ее мощности с глубиной (от 10 до 40 м), при выдержанности средних содержаний золота на уровне 2,2 г/т, необходимо ее доизучение на более глубоких горизонтах. Для этого необходима постановка глубокого бурения, которое позволит существенно увеличить рудный потенциал месторождения и поставить его в ряд крупнообъемных объектов Наталкинского типа и масштаба.

Исламов Б.Ф., (ГП «НИИМР», Узбекистан).

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ

ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОГО РЕГИОНА

1. В настоящее время на территории Чаткало-Курамы разведано 13 золоторудных месторождений (10 из них разрабатывается) и зафиксировано поисковыми работами 304 рудопроявления, точек минерализации, перспективных площадей

2. Главная задача геологической службы Республики Узбекистан — восполнение выбывающих запасов при современной добыче золота для Алмалыкского и Навоийского комбинатов.

3. Для оценки золотого потенциала данного региона главным признаком геолого-экономической оценки являются генетический и структурно-морфологический тип месторождения. Все известные разрабатываемые месторождения (Кызылалма, Чадак, Кочбулак, Кайрагач и

др.) по генетическому типу относятся к гидротермальным, приповерхностным, связанным с вулканическими структурами.

4. Большинство золоторудных месторождений и проявлений относится к секущему типу. Все они прямо или косвенно связаны с секущими по отношению к рудовмещающим породам структурами – одиночными трещинами и их системами, чаще всего крутопадающими линейными зонами дробления (Кочбулак, Кайрагач, Чадак) пологими чешуйчатыми надвигами, крутопадающими взбросонадвигами и др. В наиболее простом случае месторождение может быть представлено единичной рудной жилой (при этом роль рудоконтролирующей и рудолокализирующей структуры играет одна и та же разрывная поверхность, однако, чаще такие поверхности комбинируются)

В соответствии с этим среди ведущих типов структурно-морфологических рудных тел наряду с основными линейно-жилыми широко распространены и другие — столбообразные, гнездовые и штокверковые, в меньшей степени – согласные и контактовые рудные тела. Однако, все они прямо или косвенно ассоциируют с разрывными структурами разного порядка, как правило, крутопадающими.

5. Наиболее часто встречаются месторождения: 1) представленные одиночными трещинно-жилыми телами в литологически однородных породах; 2) то же, в условиях сложного разреза; 3) то же, в зоне контакта разнотипных пород; 4) месторождения, контролирующиеся системами субпараллельных трещин; 5) то же, в случае двух и более систем рудолокализирующих трещин, сопрягающихся или пересекающихся под различными углами (Каульды); 6) минерализованные секущие линейные зоны дробления и брекчирования однотипных пород (Кызылалма и др.); 7) то же, в случае сложного разреза; 8) то же в зоне контакта разнотипных пород; 9) месторождения, связанные с секущими разрывными структурами нелинейного типа (радиально-кольцевыми и др.); 10) месторождения, контролирующиеся системами пологих чешуйчатых надвигов; 11) рудные залежи, формирующиеся под экранирующим влиянием секущих меж- и внутриформационных срывов.

6. Одна из главных задач при прогнозировании скрытого оруденения, связанного с описываемыми структурами – установление позиций, благоприятных для формирования обогащенных рудных столбов. Особое внимание необходимо уделять расшифровке внутреннего строения рудоносной зоны (степень дробления и гидротермальной проработки пород, характер зональности минерало- и рудоотложения и др.).

Таким образом, для достоверной геолого-экономической оценки золотого потенциала самым важным является установление (правильная расшифровка геолого-структурной позиции объекта).

Ильин А. А. (ООО «Инпазан»).

КАРТА ЗОЛОТОНОСНОСТИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ 4 ПОКОЛЕНИЯ

1. Классификация карт золотоносности Амурской области (по Ильину).

Карты золотоносности 1 поколения (старые) — 1880–1925 (28) г.г.

Как правило, это карты размещения золотоносных приисков на схеме гидросети.

Карты золотоносности 2 поколения (новые) — 1925 (28) г. – наше время.

В основном данные карты выполняются в рамках отчётов о ГРП на достаточно крупных участках работ. Они выполнены, как правило, на геологической основе с отображением рельефа, блокировки запасов и расположения поисковых линий. Иногда на линиях указаны интервалы с повышенным содержанием золота.

Карта золотоносности 3 поколения (схемы Мельникова В.Д.) — 1997 г.

Карта выполнены по листам М 1:200 000, на ватмане, с ручной прорисовкой (тушью) гидросети и состояния россыпей (отработана, разведана, имеются ресурсы). Золоторудные объекты показаны символами. К карте прилагается электронный вариант описания всех (около 2000!!!) россыпей Амурской области.

2. Карта золотоносности 4 поколения представляет собой пакет информации включающий:

2. Графическую информацию:

2.1. Планы ВСЕХ отработанных и разведанных россыпных месторождений золота в М 1:5000 с цветовой заливкой отработок и запасов по величине площадной продуктивности (W_s).

2.2. Планы и схемы проведения поисковых работ в М 1:5000 – 1:25000 с цветовой заливкой результатов опоискования по площадной (W_s) и линейной (W_l) продуктивности россыпей.

2.3. Разномасштабные планы (геологические и топографические) отработанных и разведанных рудных месторождений, и проявлений золота, включая макеты месторождений.

2.4. Мелкомасштабные геологические карты М 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000 с отображением в цвете опоискованных, разведанных и отработанных россыпей, а также проявлений рудного золота с выделением рудных тел и основных рудоконтролирующих элементов структуры.

2.5. Мелкомасштабные топографические планы М 1:50 000 (не секретные), 1:100 000, 1:200 000, 1:500000 с цветовым отображением россыпей и проявлений рудного золота.

2.6. Прочие планы и схемы.

Многообразие масштабов планов и карт позволяет использовать их при любых видах и уровнях аналитики: от мелкого россыпного месторождения до региона в целом.

3. Текстовую информацию:

3.1. Таблицы россыпной и рудной золотодобычи по годам и предприятиям.

3.2. Сводные и ведомости запасов Госрезерва.

3.3. Пообъектная (аналогичная работе 1997 г.) оценка ресурсов россыпных месторождений.

3.4. Характеристики россыпей (пробность, ситовка, хим.состав) и руд.

3.5. Характеристики проявлений золота из отчётов о геологосъёмочных, поисковых и тематических работах.

3.6. Прочая информация о золотоносности территории.

Все табличные материалы сопровождаются кратким описанием.

Кроме этого в рамках данного проекта предполагается систематизировать:

- научно-исследовательскую и тематическую информацию по анализируемой территории (специалисты АНЦ ДВО РАН г.Благовещенск);

- оценить перспективность территории на площадные и линейные коры выветривания (ЦНИГРИ);

- данные по дореволюционной золотодобыче по конкретным приискам (месторождениям).

Вся информация будет собрана в Банк данных (БкД), объединяющий базы данных всей вышеперечисленной информации, с включением первичных материалов. Табличные материалы будут адаптированы к СУБД Access. Графические материалы БкД помимо указанной выше графики будут включать первичные материалы по рудным (погоризонтные, пожилые планы и т.д.) и россыпным (первичные планы месторождений в М 1:2000 и разрезы по поисковым линиям в JPG) объектам, а также прочую вспомогательную информацию.

В рамках единой работы будет собрана практически вся фактическая информация о золотоносности территории. При этом участки россыпной золотодобычи будут отображены не обычной штриховкой, а цветом, отображающим величину площадной продуктивности отработок (г/м^2) и указывающим на местонахождение рудных источников золота. На рудные объекты будут составлены макеты месторождений, которые также отобразятся на мелкомасштабной графике, вместо обычных символов в виде скрещенных молотков.

Итогом составленной Карты будут рекомендации по наиболее перспективным направлениям поисковых и геологоразведочных работ на россыпное и рудное золото.

В настоящий момент готовы проект и смета на выполнение Карты золотоносности 4 поколения для центральной и восточной частей Амурской области, включающей зону деятельности Селемджинского, Харгинского и Октябрьского приисков бывшего ПО «Амурзолото». Срок исполнения работы — 36 месяцев. Источников финансирования работы пока не найдено.

**Килижеков О.К (Ботуобинская ГРЭ АК АЛРОСА), Толстов А.В.
(ИГиМ им. В.С. Соболева СО РАН), Разумов А.Н., Цырендоржиева М.В.
(Ботуобинская ГРЭ АК АЛРОСА).**

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОССЫПЕЙ АЛМАЗОВ НАКЫНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ (ЯКУТСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Первые алмазы в Среднемархинском алмазоносном районе (Западная Якутия) были выявлены амакинскими геологами-первопроходцами в 1950 году в русловом аллювии р. Марха. Спустя более 40 лет после длительных поисков в бассейне р. Накын на глубине 60–80 метров бурением были вскрыты высокоалмазоносные кимберлитовые трубки Ботуобинская (1994), Нюрбинская (1996) и Майская (2006), сопровождаемые погребенными россыпями алмазов (Игнатов П.А. и др. 2015; Килижеков О.К. и др., 2014, 2015). При проведении детальных поисковых работ и разведке коренных кимберлитовых месторождений была установлена промышленная алмазоносность погребенных россыпей (Килижеков О.К. и др., 2015; Минорин В.Е. и др., 2004).

Образование россыпей связано с рядом благоприятных факторов:

1. Источниками питания россыпей являются близлежащие высокоалмазоносные кимберлитовые трубки и тела Накынского поля.

2. Структурно-тектоническая перестройка рассматриваемой площади в позднем палеозое обусловила заложение Тунгусской и Вилуйской синеклиз, что благоприятствовало развитию мощных кор выветривания на рубеже верхнего триаса – нижней юры. Этому способствовал тёплый и жаркий влажный климат, способствующий глубокому развитию химического выветривания (Килижеков О.К. и др., 2014).

3. Формирование кор выветривания сопровождалось широким развитием эрозионно-карстовых процессов: на карбонатных породах плотика (неустойчивых в экзогенных условиях терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя) формировались эрозионно-суффозионно-карстовые западины и депрессии (Килижеков О.К. и др., 2015).

4. Большинство кимберлитовых тел приурочено к реликтам возвышенностей древней поверхности выравнивания, что способствовало образованию россыпей ближнего сноса. Разрушенный материал отлагался в близлежащих эрозионно-карстовых депрессиях.

5. Наличие сближенных разноориентированных зон разломов, а также наличие зон дробления в экзоконтактах трубок, связанных с внедрением кимберлитов.

Наиболее оптимально эти факторы сложились для россыпи сопровождающую трубку Нюрбинская. Во-первых, трубка Нюрбинская самое крупное и высокоалмазоносное из известных на сегодняшний день кимберлитовое тело Накынского поля. Поверхность трубки хорошо выражена в палеорельефе, она образует локальную возвышенность, с абсолютными отметками +185–190 м. Кимберлитовая трубка подвергалась длительному размыву (на протяжении дяхтарского и всего укугутского времени) и была погребена юрскими морскими отложениями лишь в тунгское время (Килижеков О.К. и др., 2015, Минорин В.Е. и др., 2004).

Трубка Нюрбинская расположена в узле пересечения Диагонального рудовмещающего нарушения с Ботуобинским разломом, являющимся одной из ветвей Вилуйско-Мархинской зоны глубинных разломов. Дислокации Ботуобинского разлома сформировали грабеноподобную структуру шириной более 200 м, ограниченную зонами повышенной трещиноватости, дробления и перетирания пород, наклоненными под углами 70–85° по направлению друг к другу (аз. пад. 325° и аз. пад. 145°, соответственно). Именно грабен, связанный с Ботуобинским разломом, послужил осевой частью Дюлюнг-Дяхтарской палеодепрессии и контролирует наиболее богатую часть россыпи.

Для россыпей, сопровождающих трубку Ботуобинская и дайкообразное тело Майское, эти факторы сложились менее благоприятно. Оба тела также отличаются высокой алмазоносностью, но по размерам они меньше трубки Нюрбинской. Они также расположены в узлах пересечения рудовмещающих нарушений Диагонального и субпараллельного ему Диагональ-

ного-2 с мелкими разноориентированными нарушениями, протяженность которых не превышает первых километров. Именно различный масштаб структур, образующих разломные узлы, определил отличия в размерах кимберлитовых тел. Хотя эти кимберлитовые тела и расположены на локальных поднятиях погребенного рельефа, однако они были выведены из сферы денудации и законсервированы толщей юрских осадков значительно ранее трубки Нюрбинской.

Россыпь, сопровождающая трубку Ботуобинская, локализована в делювиальных, делювиально-пролювиальных, делювиально-коллювиальных образованиях дяхтарской толщи и в пролювиально-аллювиальных отложениях укугутской свиты. Примечательно, что более 90 % запасов россыпи сосредоточено в воронке эрозионно-карстового генезиса, осложняющей породы плотика у южного фланга кимберлитового тела.

Кимберлитовое тело Мархинское выходит на домезозойскую поверхность в днищах карстовых полостей, трассирующих его по всей длине. Россыпь, сопровождающая кимберлитовое тело Мархинское, оценена по категории P_2 по редким (единичным) находкам алмазов в шлиховых и керновых пробах продуктивных горизонтов с учётом литолого-фациальных и минералогических критериев. Основной объем песков россыпи локализован в узкой грабенообразной долине, контролируемой дислокациями Диагонального нарушения.

Россыпь, сопровождающая месторождение «Трубка Майская», выделена в пределах одноименного кимберлитового тела (как над ним, так и в ближайшем околорудном его пространстве) смешанного состава, сложена мезозойскими осадочными породами укугутской свиты и элювиально-делювиальными образованиями дяхтарской толщи. В плане погребённая россыпь «Майская» имеет линзовидную, чёткообразную форму, вытянута в СВ направлении вдоль рудного тела, отчасти повторяя его контур (Килижеков О.К. и др., 2015, Подвысоцкий В.Т., 2000).

Являясь фрагментами крупного россыпного месторождения алмазов, россыпи Нюрбинская, Ботуобинская и Майская россыпи имеют близкое геологическое строение, обусловленное сходством условий формирования алмазоносных залежей и близостью вещественного состава осадочных образований, слагающих продуктивный пласт. Продуктивный пласт россыпей представлен грубообломочными отложениями укугутской свиты и дяхтарской толщи. Первые представлены преимущественно мелкогалечными конгломератами, гравелитистыми алевролитами и гравелитами пролювиально-озерного генезиса. Алмазоносные породы дяхтарской толщи сложены продуктами дезинтеграции пород рудовмещающего комплекса и кимберлитов смешанного (делювиального, пролювиального, пролювиально-коллювиального) генезиса, в составе которых преобладают глинистые алевролиты с включением щебня и дресвы, реже – гравия и гальки местных пород нижнего палеозоя, щебнистые и глыбовые брекчии на алеврито-глинистом цементе. Последние локализованы, преимущественно, во впадинах эрозионно-карстового генезиса, имеющих разную морфологию и размеры. В случае расположения таких морфоструктурных форм в непосредственной близости от границ кимберлитового тела, выполняющие их осадки дяхтарской толщи характеризуются высокой алмазоносностью (Подвысоцкий В.Т. и др., 2000; Толстов А.В. и др., 2010).

В генетическом плане россыпные месторождения представляют собой россыпи ближнего сноса, локализованные в ближайшем околотрубочном пространстве коренных месторождений алмазов – источников алмазоносного материала в россыпных коллекторах. Кроме того, на флангах единой Нюрбинской россыпи наблюдаются многочисленные «вспышки» ураганной алмазоносности, которые реально могут рассматриваться в контексте возможного вовлечения их в промышленную переработку. Помимо палеогеоморфологических особенностей формирования Нюрбинской россыпи наличие подобных «ловушек», не исключается вероятность наличия новых коренных кимберлитовых источников (типа кимберлитовых тел Озерное и Майское), которые вполне могли обусловить существенную «подпитку» россыпи на отдельных ее фрагментах (Толстов А.В., 2014).

Таким образом, анализ выявленных закономерностей образования и размещения промышленных россыпей алмазов Накынского кимберлитового поля позволяет не только лока-

лизовать отдельные фрагменты огромной алмазонасной россыпи, интересные в промышленном плане подготовки их к последующей отработке, но и прогнозировать новые коренные месторождения алмазов в этом районе.

**Корчагина Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ).
ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ
ПЕРСПЕКТИВМИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ ЦЕНТРОВ НА ПРИМЕРЕ
ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ**

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

Сравнительная оценка перспективности и приоритетности освоения производится: исходя из металлогенической и геологической позиций, сырьевой направленности — запасы и прогнозные ресурсы, изученности проведенными разномасштабными ГРР, их полноты и качества, обеспеченности действующих и наличием МСБ для строительства новых ГДП, социально-экономических факторов создания МСЦ в региональной и федеральной инфраструктуре при учете оценки показателей — «производство – внутреннее потребление», мировой экспорт-импорт товарного сырья, концентратов, продуктов глубокой переработки, вовлеченности запасов в добычу, остроты сырьевого дефицита, обеспеченности воспроизводства прогнозными ресурсами, определяющими целевое планирование поисков.

Восточно-Забайкальский МСЦ не имеет отчетливой сырьевой специализации, отличаясь широким набором твердых полезных ископаемых — золота, вольфрама, молибдена, урана, сурьмы, свинца и цинка, железных руд, плавикового шпата. Известные месторождения с разведанными запасами и проявления с прогнозными ресурсами находятся в двух структурно-возрастных *ярусах* — среднеюрском-меловом и средне-верхнеюрском. МСЦ располагается в южной, приграничной с Монголией, части Забайкальского края. Представляет исторически сложившийся горнопромышленный район в зоне Транссибирской железнодорожной магистрали. В проекции на будущее предполагается формирование «зоны опережающего развития», ориентированной на добычу и переработку минерально-сырьевых ресурсов «Забайкальского территориального ГМК» с реализацией частно-государственного проекта — «Создание транспортной инфраструктуры для освоения минерально-сырьевых ресурсов юго-востока Читинской области».

Важнейшими ТПИ для МСЦ являются уран с попутным молибденом, золото, свинец и цинк, сурьма. Разрабатывается 10 месторождений урана из 18-ти выявленных, 9 золота с попутным серебром и 11 — комплексных. Добыча молибдена на многие годы будет определяться подготавливаемым к разработке Бугдаинским месторождением. Быстринское месторождение меди совместно с железными рудами и золотом подготавливается к эксплуатации. Серьезным препятствием для интенсивного развития горнодобывающей промышленности является отсутствие в регионе металлургических предприятий при значительной удаленности от действующих ГМК, высоких затратах на транспорт руд и концентратов.

В Восточно-Забайкальском МСЦ выделено три геолого-экономических района — Юго-Западный, Северо-Восточный, Приграничный. В их границах, в существующих административно-территориальных районах, в привязке к конкретным рудным узлам и предприятиям, выделено шесть ПСУ — один на территории Юго-Западного ГЭР, два — Северо-Восточного

ГЭР, три — Приграничного. В последнем, в Газимуро-Приаргунском ПСУ, строится китайское горное предприятие — Найон-Талгой, свинцово-цинковых руд нового перспективного геолого-промышленного типа и проводятся целевые поисково-оценочные работы с задачей расширения выявленной МСБ.

**Краснов А.Н., Шатилова Л.В., Харитонов М.С. (ФГУП ЦНИГРИ).
ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОНОСНОСТИ МЕЗОЗОЙСКИХ КОНГЛОМЕРАТОВ
ЗАБАЙКАЛЬЯ НА ПРИМЕРЕ ИТАКИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ**

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 геолого-структурном 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.

Для Итакинского рудного узла характерны следующие типы золотоносности: зоны окварцевания с прожилково-вкрапленной минерализацией в породах фундамента; мезозойские полигенные россыпи в меловых конгломератах (аналогичные Каменскому месторождению), являющиеся также промежуточными коллекторами, и современные россыпи.

Выделенное самородное золото из россыпей и мезозойских конгломератов изучалось методами сканирующей электронной микроскопии с определением состава в отдельно выбранных точках при помощи энергодисперсионного микроанализатора. Изучение типоморфных признаков самородного золота из россыпей (гранулометрии, морфологии, окатанности, состава золота и его внутреннего строения) позволило сделать ряд предположений:

- сходный характер морфологии и близкий химический состав золота разных участков позволяет предполагать однотипность их коренных источников;

- присутствие относительно крупного золота; вариации пробности; наличие в золоте примесей Cu, Te, Bi, Zn, As, Sn, Sb, Pb, W и Hg; зональное строение выделений позволяет связывать коренные источники с оруденением золото-полисульфидно-кварцевого типа. Обрастание высокопробного золота-I низкопробным золотом-II предполагает отложение золота в 2 стадии.

- некоторые колебания в степени окатанности и крупности золота в вертикальном разрезе россыпей, а также наличие высокопробных (975–991) коррозионных оболочек и межзерновых прожилков и обособлений позволяют предполагать формирование россыпей в процессе нескольких этапов россыпеобразования с пребыванием золота в промежуточных коллекторах — слабо сцементированных мезозойских конгломератах.

Незначительная окатанность и слабая степень гипергенного преобразования части низкопробного золота свидетельствуют о поступлении этого золота из источников, находящихся на уровне четвертичного эрозионного среза.

**Кудрявцева Н.Г., Серавина Т.В., Иваненкова Е.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ РУДНОГО АЛТАЯ,
ИХ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

Колчеданно-полиметаллические месторождения рудноалтайского типа, развитые в пределах Рудноалтайской структурно-формационной зоны (СФЗ), включающей Зыряновский, Лениногорский, Змеиногорский, Рубцовский, Золотушинский и Прииртышский рудные районы, приурочены к вулканогенно-осадочным отложениям эмского, эйфельского, живетского и франского ярусов девона. Сравнительный анализ рудовмещающих комплексов, развитых в пределах вышеперечисленных рудных районах, показал, что все они относятся к единой контрастной базальт-риолитовой известково-кремнисто-терригенной формации (Д.И. Горжевский,

Г.Н. Щерба, В.В. Авдонин, Г.Ф. Яковлев, Е.И. Филатов, В.В. Попов, И.П. Пугачева и др.). Для данной формации характерно сочетание разнофациальных (субвулканических экструзивных, покровных, пирокластических) продуктов кислого и основного вулканизма и осадочных и вулканогенно-осадочных пород (туффилов, тефроидов, тонкообломочных углистых, кремнистых, известковистых пород, рифогенных известняков), соотношение которых в различных рудных районах не остается постоянным. По химическому составу вулканогенные породы формации относятся к известково-щелочному ряду калиево-натриевой серии. Возрастной диапазон отложений базальт-риолитовой формации меняется от эмс-раннего живета в Зырянском районе до позднего эмса-раннего франа в Прииртышском, что свидетельствует о смещении активной вулканической деятельности с юго-востока Рудного Алтая на северо-запад. В этом же направлении увеличивается мощность отложений данной формации: от 1000–1500 м на юго-востоке до 2500–3500 м на северо-западе. Характерной чертой базальт-риолитовой формации является преимущественное развитие кислых вулканитов, среди которых преобладают существенно калиевые риолиты, составляющие до 80–90 % от объема вулканитов. Породы основного состава (базальты) имеют подчиненное значение, их количество в отдельных районах не превышает 5 %. Осадочные и вулканогенно-осадочные породы в разрезе отложений формации составляют от 40 до 80 %.

Петрохимические особенности кремнекислых вулканитов характеризуются значительной дисперсией в содержании основных порообразующих окислов и слабой корреляционной связью между ними; пересыщенностью кремнекислотой (до 70–77 %) и глиноземом, пониженным содержанием железа, титана, пониженной щелочностью (при преобладании оксида калия над натрием). В центральной части Рудноалтайской СФЗ (Змеиногорский рудный район) вулканиты кислого состава отвечают риолитам, риодацитам, дацитам нормального ряда и низкощелочным риолитам, риодацитам. Кроме того, впервые выявлены породы с повышенной щелочностью: трахириолиты и трахириодациты. На северо-западе Рудного Алтая в Прииртышском рудном районе проявлены риолиты, риодациты нормального ряда и низкощелочные риолиты и риодациты. Для пород основного состава характерны: невысокое содержание кремнезема (45–50 %), повышенные содержания кальция и глинозема и среди щелочей — преобладание оксида натрия над калием. По составу основные породы в Зырянском районе отвечают базальтам нормального ряда, а Змеиногорском — базальтам, андезибазальтам, а также трахибазальтам, трахиандезибазальтам, трахиандезитам, умеренно щелочным пикробазальтам. Петрохимические особенности вулканитов базальт-риолитовой формации позволили выявить закономерное уменьшение доли калия и увеличение доли натрия в кислых вулканитах как по латерали (вкост простирания Рудноалтайской СФЗ), так и по вертикали (снизу — вверх по разрезу пород формации). Эта закономерность коррелируется с составом руд. При нарастании роли натрия в кислых вулканитах снизу -вверх происходит смена полиметаллического и барит-полиметаллического оруденения колчеданно-полиметаллическим и колчеданно-медно-цинковым. Такая же закономерность отмечается и по латерали: при увеличении роли натрия в кислых вулканитах увеличивается колчеданность и роль меди в рудах в направлении с юго-востока на северо-запад.

Выявленные в Змеиногорском рудном районе субщелочные породы, по мнению авторов, являются показателем формирования колчеданно-полиметаллического оруденения.

**Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ**

Наиболее перспективными регионами РФ по развитию минерально-сырьевой базы полиметаллических руд являются Рудный Алтай, Забайкалье, Енисейский край и Салаир. Все перечисленные регионы характеризуются развитой инфраструктурой, в их пределах предусматривается создание кластеров экономического роста, в том числе за счет добычи полиметаллических руд. В пределах названных регионов локализованы полиметаллические и колче-

данно-полиметаллические месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS) и в осадочных толщах (SEDEX).

Месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS). К данному типу отнесены полиметаллического месторождения в мезозойских вулканогенно-осадочных образованиях Восточного Забайкалья. Золото-серебро-полиметаллические или колчеданно-полиметаллические рудные тела представлены стратифицированными и штокверковыми жильными зонами и локализованы в вулcano-тектонических депрессионных структурах с пологими бортами мульдобразной формы. Рудные тела контролируются синвулканическими нарушениями и с ними связанными зонами трещиноватости. Субсогласные зоны контролируют полого залегающие стратифицированные рудные тела, крутопадающие — секущие напластование штокверковые зоны.

Полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения Рудного Алтая и Салаира по комплексу характеристик занимают промежуточное положение между колчеданными месторождениями в вулканогенных ассоциациях (VHMS) и в осадочных толщах (SEDEX), Золото-серебро-полиметаллические месторождения Рудно-Алтайской МЗ связаны с образованием геологической базальтсодержащей риолитовой известково-кремнисто-терригенной формации эмс-раннеживетского возраста или базальт-риолитовой кремнисто-терригенной формацией позднего живета раннего франа. Рудные поля и месторождения занимают различное положение в сложнопостроенных вулканно-тектонических депрессиях, контролирующих рудные районы. Выделяется три их типа: межвулканические, надвулканические и склоновые. Они отличаются друг от друга морфологией, размерами и составом выполняющих их отложений. Внутренняя их структура осложнена небольшими экстррузивными и лавовыми куполами; потоками, сопряженными с ними мелкими некомпенсированными впадинами. В зависимости от наличия или отсутствия зоны подводящего канала различаются дистальные и проксимальные впадины.

Золото-серебро-полиметаллическое оруденение Салаира приурочено к базальтсодержащей риолит-кремнисто-терригенной геологической формации раннекембрийского возраста с антидромным характером развития вулканизма. Месторождения локализованы в вулканотектонических депрессиях, занимающих надкупольное, склоновое, или надвулканическое положение. Различаются стратифицированные рудные тела, локализованные в промежуточных и удаленных фациях вулканизма и руды, приуроченные к экстррузивным и субвулканическим телам жерловых фаций.

Месторождения в осадочных толщах (SEDEX) известны в пределах Енисейского кряжа и Приаргунской МЗ. На Енисейском кряже полиметаллические месторождения связаны с вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенной и углеродисто-кремнисто-карбонатной формациями (R_3) низов тунгусикского комплекса. Они специализированы 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 палеопрогих происходило накопление углеродисто-кремнисто-карбонатной формации, т. е. две рудоносные формации находятся по отношению друг к другу в латеральном ряду. Основными рудоконтролирующими структурами являются палеопрогихи и биогермные постройки на склонах палеоподнятий.

Серебро-полиметаллические месторождения Приаргунской МЗ приурочены к вулканогенно-карбонатно-терригенной формации венда-нижнего кембрия, которая представлена на месторождениях горизонтами переслаивания известняков, доломитов, углерод содержащих известняков и углеродистых алевролитов. Рудные тела залегают согласно напластованию вмещающих пород в пологих палеовпадинах и приурочены к контактам известняков с доломитами и углеродистыми алевролитами и контролируются межслоевыми тектоническими нарушениями, кроме того для месторождения характерны секущие рудные тела канальной зоны, контролируемые разрывными нарушениями северо-западного направления.

Все типы рассматриваемых месторождений формировались синхронно с вулканизмом или осадконакоплением. В то же время, механизм формирования стратиформных или стратифицированных рудных тел мог быть принципиально различным. Широкое развитие согласно залегающих пластовых рудных залежей, наличие слоистых, брекчиевых, коломорфных и фромбоидальных текстур и структур руд, а также участие их совместно с вмещающими породами в пликативных дислокациях (Рудный Алтай, Енисейский кряж), указывает на гидротермально-осадочный механизм их формирования. В то же время, наличие признаков эпигеничности рудообразования — жильные, прожилковые, прожилково-вкрапленные текстуры, широко развитые на месторождениях Восточного Забайкалья и Салаира, позволяет сделать вывод, что, формирование полиметаллических месторождений этих регионов преимущественно происходило в субмаринных малоглубинных обстановках по модели придонного отложения рудных залежей путем метасоматоза и выполнения полостей отслоения слаболитифицированных осадков.

Современный облик рудных полей и месторождений связан с интенсивным метаморфизмом как вмещающих пород, так и руд. На Рудном Алтае, Салаире и Забайкалье проявлен контактовый метаморфизм, связанный со становлением крупных гранитоидных массивов. Контактные изменения образуют довольно мощный ореол роговиков и ороговикованных пород мусковит-роговиковой и пироксен-роговиковой фаций. На Енисейском кряже вмещающие породы и руды метаморфизованы в условиях зеленосланцевой или эпидот-амфиболитовой фаций регионального метаморфизма.

**Кузнецов С.К., Савельев В.П., Майорова Т.П., Глухов Ю.В., Сокерина Н.В.
(ИГ Коми НЦ УрО РАН).**

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ СРЕДНЕГО ТИМАНА

На Среднем Тимане в пределах Вольско-Вымской гряды известны россыпные месторождения и проявления золота, связанные главным образом с псефитами среднего девона и кайнозойскими отложениями (Гранович, Тарбаев, 1996; Дудар, 1996; Кочетков, 1996 и др.). Наиболее крупным и хорошо изученным является проявление Ичет-Ю, расположенное в бассейне р. Печорская Пижма. Продуктивная минерализация локализована в кварцевых песчаниках и гравелитах среднего девона. Наряду с золотом здесь отмечаются алмазы, танталониобаты, редкоземельные минералы.

Характерной особенностью Среднего Тимана является широкая распространенность золота в кайнозойских отложениях, представленных главным образом аллювиальными отложениями речных долин и террас. В центральной части Вольско-Вымской гряды, в частности в долине р. Средний Кыввож, разведано несколько промышленных россыпей. Золото сосредоточено в основном в галечно-щебнисто-глинистых отложениях, слагающих пойму и надпойменные террасы. Плотик сложен рифейскими сланцами кыввожской и лунвожской свит. Золото обладает различной окатанностью. Нередко встречаются слабоокатанные и неокатанные частицы. Величина золотинок варьирует в широких пределах вплоть до мелких самородков. Из элементов-примесей в золоте устанавливается серебро, содержание которого достигает 25–30 мас. %. Вместе с золотом в шлиховых пробах часто присутствуют платиноиды.

В последние годы в ходе разведочных работ на россыпное золото нами проведено изучение зон развития прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации (зон пиритизации), достаточно широко развитых в Кыввожском районе (Кузнецов и др., 2014). Установлено, что в зонах пиритизации наряду с пиритом развиты галенит, халькопирит, сфалерит, пирротин, кобальтин, ковеллин, минералы висмута и теллура. Весьма характерны минералы редких земель: монацит, ксенотим, отмечаются минеральные фазы Ag-Se, Pb-Nb, Th-U, Sr-Tb переменного состава. Выделяются две основные стадии минералообразования: ранняя — пиритовая и поздняя — халькопирит-галенит-сфалеритовая с сопутствующими минералами редких металлов и редких земель.

Зоны пиритизации могут рассматриваться как потенциально золотоносные и заслужи-

вают внимания при поисках коренных месторождений на Среднем Тимане. Наиболее перспективны участки с наложенной халькопирит-галенит-сфалеритовой и редкометально-редкоземельной минерализацией. Кроме того, необходимо дальнейшее более детальное изучение кор выветривания и черносланцевых толщ. Находки в аллювиальных отложениях крупного золота и золота в сростках с рудными минералами указывают на близость коренных источников.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта УрО РАН № 15-18-5-46 «Минералогия севера Урала и Тимана в связи с закономерностями их геологического развития, основные эпохи рудообразования».

**Кряжев С.Г., Васюков В.Е., Шумилин Д.А. (ЦНИГРИ).
ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
БОЛЬШЕОБЪЕМНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УГЛЕРОДИСТО-
ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩАХ**

На представительном фактическом материале установлено, что формирование большеобъемных месторождений золота закономерно сопровождается возникновением достаточно контрастных изотопно-геохимических аномалий как в рудных зонах, так и во вмещающих терригенных толщах на значительном удалении от рудных тел. При прогнозно-поисковых работах такие аномалии можно использовать как дополнительный признак площадей, перспективных для постановки детальных поисков. Особое значение изотопные критерии приобретают при прогнозировании скрытого и слабоэродированного оруденения.

Суть метода заключается в определении значений $\delta^{34}\text{S}$ сульфидов из тяжелой фракции шлихов, полученных при опробовании шурфов, или из точечных проб (штуфов, протолок) при минералого-геохимическом картировании территории по опорным профилям. Для выделения перспективных участков принимают во внимание два основных критерия.

1. *Градиент $\delta^{34}\text{S}$* , вычисляемый путем деления разности значений $\delta^{34}\text{S}$ между точками опробования на расстояние между ними. В рудных телах практически всех изученных эталонных месторождений этот градиент не превышает 1–2 ‰ на первые сотни метров по простиранию и падению. Эта закономерность является следствием изотопной гомогенизации серы в гидротермальных системах при отсутствии факторов фракционирования изотопов в восстановительной среде углеродистых пород. Для осадочно-биогенной сульфидной серы «фоновых» отложений, напротив, характерны высокие градиенты $\delta^{34}\text{S}$, нередко достигающие 5–10 ‰ на метр.

2. *Среднее значение $\delta^{34}\text{S}$* в выделенных малоградиентных аномалиях, которое является характеристической величиной, постоянной для конкретного источника серы. В каждом рудном районе и узле $\delta^{34}\text{S}$ потенциально продуктивной минерализации определяется путем анализа сульфидов из руд известных месторождений.

Необходимо отметить, что правомерность использования указанных критериев в принципе не зависит от взглядов на генезис оруденения, т.е. на время проявления гидротермальных процессов. Последние могли быть синхронны с осадконакоплением, метаморфизмом и орогенным магматизмом. При этом полигенно-полихронные системы, как правило, характеризуются единым планом изотопно-геохимической зональности.

С позиций гидротермально-осадочной модели рудообразования области устойчивого обогащения сульфидов тяжелым изотопом ^{34}S рассматриваются как потенциально продуктивные литолого-стратиграфические уровни — металлоносные фации осадков, сформированные в конседиментационных впадинах при участии эксгальационных процессов. В металлогеническом отношении подобные структуры отвечают таксону потенциальных рудных полей. Естественные границы гидротермально-осадочных систем фиксируются по резкому увеличению градиента $\delta^{34}\text{S}$ на флангах. Перспективность подобных палеоструктур для локализации большеобъемного оруденения в первую очередь определяется вероятностью первичного обогащения пород золотом, что значительно повышает вероятность образования промышленных кон-

концентраций металла в результате его перераспределения при динамотермальном метаморфизме. Кроме того, существенную роль в рудообразовании может играть обогащение пород железом (в форме сульфидов и железистых карбонатов). Подобные горизонты являются эффективными геохимическими барьерами для более поздних гидротермальных растворов.

В модели метаморфогенно-гидротермального рудообразования области изотопной гомогенизации серы соответствуют зонам локального накопления рудного вещества, мобилизованного из больших объемов слабо золотоносных пород.

В магматогенно-гидротермальных системах постоянство $\delta^{34}\text{S}$ золотоносных сульфидов определяется флюидодоминирующим режимом минералообразования в рудоконтролирующих структурах.

**Кухмазов И.С., Кудрявцева Н.Г., Конкина А.А. (ФГУП ЦНИГРИ).
ОБСТАНОВКИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИАРГУНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
(НА ПРИМЕРЕ АКАТУЕВСКОГО И САВИНСКОГО №5 МЕСТОРОЖДЕНИЙ)**

Приаргунская металлогеническая зона вмещает основную часть свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья, охарактеризованных в многочисленных работах С.С. Смирнова, Д.И. Горжевского, Л.В. Таусона, Б.П. Санина, Л.Д. Зориной, Д.Б. Плигиной, В.В. Полетаева, Н.Г. Кудрявцевой и другие. В южной части Приаргунской металлогенической зоны рассмотрены два рудоносных уровня: вендский (Савинское №5 месторождение) и нижнекембрийский (Акатуевское месторождение). На месторождении Савинское №5 развиты образования углеродисто-карбонатно-терригенной субформации венда, представленные горизонтами переслаивания углеродсодержащих известняков и алевролитов, с соотношением 1:1,5 соответственно. Алевролиты представляют собой углеродистые породы с содержанием $C_{орг}$ 2,3 % и известковистостью до 12 %. В углеродистых известняках содержание $C_{орг}$ до 4,5 %, при среднем — 1,4 %. Оруденение данного месторождения свинцово-цинкового ($Pb:Zn=1,0:1,2$) и колчеданно-свинцово-цинкового ($Pb:Zn=1,0:5,0$) составов. Рудные тела залегают субсогласно на контакте карбонатных пород и алевролитов в пологой палеовпадине. Отчетливо выделяется зона подводящего канала, главной рудоконтролирующей структурой для которого является субмеридиональный Цаган-Золотуевский разлом и, опоясывающие его, серия субмеридиональных и северо-восточных разломов. Форма рудных тел — линзообразная, пластообразная, трубообразная. Околорудные изменения на месторождении выражены в образовании минеральных парагенезисов: хлорита, кварца, кальцита, эпидота, пирита, развитых по алевролитам и кальцита, серпентинита, кварца, пирита — по карбонатным породам, отвечающим процессу пропилитизации. На месторождении Савинское №5 вмещающие породы подвержены контактовому метаморфизму, выраженному в образовании известковистых, гранат-пироксеновых скарнов и роговиков на контакте карбонатных и алюмосиликатных пород. На Акатуевском месторождении развиты отложения терригенно-карбонатной субформации нижнего кембрия, которые представлены известняками, углеродсодержащими ($C_{орг}$ 1,0–5,8 %) известковистыми (до 10 %) алевролитами и доломитами, с соотношением 1:1:0,2 соответственно. Оруденение свинцовое ($Pb : Zn = (2,0-1,5) : 1,0$). Рудные тела залегают субсогласно с вмещающими породами в пологой палеовпадине. При этом главными рудоконтролирующими структурами являются разрывные нарушения северо-восточного простирания. Кроме того, на месторождении отмечаются секущие рудные тела, контролируемые разрывными нарушениями северо-западного направления, которые фиксируют зону подводящего канала. Характерная форма рудных тел — линзообразная, трубообразная. Околорудные изменения карбонатных пород выражены в образовании кварц-доломит-анкеритовых метасоматитов, а алюмосиликатных — кварц-карбонат-серицитовых пород с пиритом, относящихся к метасоматической формации березитов. На рассматриваемых месторождениях наблюдается тенденция к сокращению мощности углеродсодержащих алевролитов при одновременном уменьшении $C_{орг}$ к флангам и наращиванию мощности карбонатных пород в том же направлении. При этом рудные тела приурочены к

разрезу углеродсодержащих алевролитов и углеродсодержащих известняков, что свидетельствует о важности использования литологического состава вмещающих пород при прогнозе и поисках оруденения данного типа. Важное значение при формировании рудных тел месторождений оказывает также структурный фактор, связанный с послойными внутрiformационными срывами на контакте карбонатных пород и алевролитов. Таким образом, в южной части Приаргунской металлогенической зоны при прогнозе и поисках свинцово-цинкового оруденения в терригенно-карбонатных отложениях главные роли отводятся литологическому и структурному факторам.

**Майорова Т.П., Кузнецов С. К. (ИГ Коми НЦ УрО РАН).
ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ ЗОЛОТО-ТЕЛЛУРИДНО-ВИСМУТОВОЙ
МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ХОБЕИЗСКОМ РУДНО-РОССЫПНОМ РАЙОНЕ
(ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)**

Предыдущими исследователями отмечалось, что на Урале золото-теллуридно-висмутосодержащая минерализация не имеет самостоятельного значения, хотя в качестве сопутствующей и индикаторной, она отмечается в ряде месторождений: пирит (пирротин)-полиметаллических, колчеданных, скарновых. На Полярном Урале слабо проявленная золото-теллуридная минерализация, ассоциирующая с вольфрам-медно-молибденовой и полиметаллической, известна в Харбейской антиклинории. На Приполярном Урале золото-теллуридно-висмутосодержащая минерализация ранее не отмечалась.

Хобеизский рудный узел расположен в северной части Ляпинского мегаантиклинория и сопряжен с Ляпинским россыпным районом. Основной структурой района является Хобеизская антиклиналь, ядерная часть которой сложена породами няртинского метаморфического комплекса нижнего протерозоя, а обрамление — образованиями маньхобеинской, шокурьинской и пуйвинской свит среднего рифея.

В результате поисковых работ на рудное и россыпное золото на Яротагорской площади рудного узла ранее выявлены многочисленные проявления золото-сульфидно-кварцевой, золото-полиметаллической, малосульфидной золото-кварцевой формаций с тонкодисперсным и мелким золотом. В рудопоявлениях преобладает халькопирит-сфалерит-пирит-галенитовая ассоциация, реже пирит-пирротиновая. В то же время в россыпях Ляпинского района присутствует значительная доля золота повышенной крупности и слабоокатанного золота, часто в сростки с кварцем и другими минералами.

Нами в изученных россыпях Яротагорской площади (Надежд, Жильный, Средний Яротагор, Хобею) впервые в ассоциации с золотом, часто в сростках с ним, установлены повышенные количества разнообразных по составу сульфотеллуридов и теллуридов висмута, других минералов редких элементов — самородный висмут, мальдонит, козалин, самородное серебро, кюстелит. Выделения тетрадимита и жозеита-В имеют размеры от 1 до 2–8 мм. Цумоит образует включения в тетрадимите, хедлиит — в гранате и ильмените. Кристаллы козалина и кобальтина (глаукодота) имеют размеры до 1 мм, не затронуты процессами механической обработки. Отмечаются повышенные содержания касситерита, вольфрамитов и галенитов, изредка встречается арсенопирит. В зернах касситерита обнаружены единичные микровключения золота, самородного висмута и фаз переменного состава Bi-Te-S. В самородках серебра установлены микровключения золота и самородного висмута, фазы переменного состава Bi-Te, Bi₃TeS (?). Состав золота варьирует в широких пределах — от 630 до 999 ‰, преобладает либо высокопробное, либо умеренновысокопробное золото, но во всех россыпях присутствует переменная доля низкопробного золота (от 11 до 75%). Основной примесью в золоте является серебро, спорадически отмечается примесь висмута (1,99–5,02 мас. %).

Таким образом, поисковыми признаками нового типа золото-теллуридно-висмутосодержащей (с Sn и W) минерализации в Хобеизском рудном узле являются: присутствие в россыпях сульфотеллуридов и теллуридов висмута в тесной ассоциации с золотом, кварцем и другими минералами редких металлов, особенности состава и granulometрии россыпного золота, наличие ли-

тохимических аномалий висмута. Возможно, выделенный тип золото-редкометального оруденения в этом районе имеет самостоятельное значение.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта УрО РАН № 15-18-5-46 «Минерогения севера Урала и Тимана в связи с закономерностями их геологического развития, основные эпохи рудообразования».

Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С. (ФГУП ЦНИГРИ).

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛИХОГЕОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТА В УСЛОВИЯХ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Разработанный в ЦНИГРИ шлиховой минералого-геохимический метод поисков золоторудных месторождений первоначально основывался на эмпирически установленной положительной корреляционной связи между золотоносностью территории и аномальными концентрациями золота и сопутствующих элементов в объединенной электромагнитной фракции шлихов, а также наличием в ней кристаллов лимонитизированного пирита, в особенности октаэдрического и пентагондодекаэдрического габитуса. Впоследствии в результате изучения шлихогеохимических ореолов эталонных золоторудных месторождений различных геолого-промышленных типов была установлена высокая поисковая информативность *тяжелой немагнитной и легкой фракций*. Кроме того, подчеркнута необходимость выбора наиболее простого и оперативного способа обработки шлихов с целью получения информации о золотоносности исследуемой территории.

В целях апробации методики шлихогеохимических поисков золоторудных объектов применительно к условиям Енисейского кряжа изучен минеральный состав и распределение золота и сопутствующих элементов в электромагнитной и тяжелой немагнитной фракциях шлихов, отобранных из забоя шурфов, пройденных в процессе поисковых работ в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади Енисейской золоторудной провинции. Аналитические исследования выделенных фракций (атомно-абсорбционный анализ на золото и ICP MS на 70 элементов) выполнены в ЦНИГРИ.

Минеральный состав шлихов изучался по стандартной для сокращенного полуколичественного минералогического анализа схеме с выделением и анализом магнитной, электромагнитной, тяжелой немагнитной и легкой фракций. Магнитная фракция, представленная хорошо ограненными кристаллами магнетита, составляет, как правило, не более 1 % объема шлиха. Электромагнитная фракция представлена гидроксидами железа, гетитом (гидрогетитом), ильменитом. Основным минералом тяжелой немагнитной фракции является пирит различных кристаллографических форм, среди которых наиболее распространены кубы (до 90 % объема фракции) и кубооктаэдры. Содержания пирита пентагондодэкаэдрического габитуса обычно составляет первые проценты, увеличиваясь до 30 % над золотоносными зонами, где также фиксируются максимальные содержания шлихового золота. В монофракциях пирита выявлены высокие содержания золота (до 10 г/т), мышьяка (до 2120 г/т), меди (до 860 г/т), а также аномальные концентрации висмута, вольфрама, сурьмы.

Анализ распределения золота и сопутствующих элементов в электромагнитной и тяжелой немагнитной фракциях шлихов показал, что средние содержания золота в них практически не отличаются, в то время как концентрации As, Sb, Bi, W, Cu, Ni, Co, Pb, Zn, Mo в электромагнитной фракции в 1,6–2,7 раза выше. Корреляционным анализом в обеих фракциях установлена практически идентичная структура корреляционных связей с золотоносной Au – As – Bi и сопутствующей ей Cu – Ni – Co – Mn ассоциациями. Также установлены значимые положительные корреляционные связи в рядах Na – K, Ca – Mn – Sr.

Установлено, что наиболее контрастно золотоносные зоны фиксируются по аномальным концентрациям золота и элементов-спутников в тяжелой немагнитной фракции шлихов, а также по средним значениям содержаний рудных элементов в тяжелой немагнитной и электромагнитной фракциях т.е. практически по валовому элементному составу шлихов.

Таким образом, анализ шлиховых проб без их разделения на фракции не снижает результативности шлихогеохимического метода и существенно упрощает технологию его применения, тем более, что выделение достаточной для анализа навески электромагнитной фракции зачастую не представляется возможным.

Мельников А.В. (ИГиП ДВО РАН).

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ДАМБУКИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА
НА ПЛАТИНОИДНОЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ
(ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)**

Оценка территории Дамбукинского рудного района на медно-никелевое оруденение ранее не производилась видимо, в связи с тем, что значительных проявлений меди и никеля здесь не выявлено (А.И. Лобов и др., 1993 г.). На попутную добычу платиноидов оценивались лишь только золотоносные россыпи. Прогнозные ресурсы платины в россыпях узла оценены в 150 кг при средних содержаниях 0.5 г/м^3 (А.В. Ложников, 1990 г.). При этом рудный потенциал платиноносности не оценивался.

В 2000 г. ФГУП «Амургеология» произведена обработка данных геохимический съемки по потокам рассеяния масштаба 1:200000 (В.В. Домчак и др., 1996 г.). При этом оценены прогнозные ресурсы медно-никелевого, медно-порфирового и титанового оруденения Дамбукинского рудного района. Ниже рассмотрены перспективы выявления и возможный тип платиноидного медно-никелевого оруденения.

Прогнозируемое нами комплексное медно-никелевое с кобальтом оруденение, по данным ФГУП «Амургеология», сосредоточено в 7 аномальных геохимических полях ранга рудного поля (с запада на восток): Золотогорском, Горациевском, Горелом, Амурском, Степанакском, Минжакском и Окаканском, входящих в состав аномальных геохимических полей ранга рудного узла: Золотогорского, Нижне-Гилуйского и частично Береговского. На наш взгляд, они располагаются в пределах единой рудоносной зоны северо-западного простирания длиной около 100 км при ширине от 8–10 до 20 км, названной нами Гилуйской. Общие прогнозные ресурсы Гилуйской зоны оцениваются ФГУП «Амургеология» по категории P_3 : никеля — 452 тыс.т, меди — 91 тыс.т, кобальта — 62 тыс.т.

В пределах рудоносной зоны в 2002–2015 гг. институтами АмурКНИИ и ИГиП ДВО РАН был выявлен ряд мелких проявлений меди и никеля. Наиболее широко они развиты в пределах Степанакского и Горациевского потенциальных рудных полей. В Горациевском рудном поле нами выявлены обломки массивных сульфидных медно-никелевых руд (Никелевое рудопоявление, участки Северный, Южный, Джалта, Горациевский). Эти поля являются первоочередными для постановки поисковых работ на платиноидное медно-никелевое оруденение.

Схема подсчета прогнозных ресурсов платинометального оруденения аналогична подсчету ресурсов никеля, меди и кобальта. За основу принят объем рудных тел, подсчитанный для выделенных потенциальных рудных полей. Удельный вес руд принят $3,5 \text{ г/см}^3$. Среднее содержание платины и палладия в рудах оценивается с учетом их соотношения в рудах проявления Никелевого ($\text{Pt/Pd} = 0,7$). Содержание платины принято с определенной долей условности в 1 г/т, палладия — 0,7 г/т. Отсюда следует, что прогнозные ресурсы платины в пределах Гилуйской рудоносной зоны по категории P_3 составят 22,6 т, палладия — 15,8 т.

Для подсчета прогнозных ресурсов платиноидов в россыпях предполагается, что платиноидное медно-никелевое оруденение Гилуйской зоны сродировано примерно на 30%. В этом случае ресурсы разрушенной части оруденения составят 6,8 т Pt и 5,2 т Pd. Опыт прогнозирования россыпных месторождений платиноидов на Чукотке и Хабаровском крае показывает, что в россыпи переходит порядка 20 % платиноидов. Отсюда следует, что прогнозные ресурсы платины в россыпях Гилуйской зоны составляют 1,36 т. Ресурсы палладия в россыпях не оцениваются ввиду того, что минералы этого элемента в россыпях данной зоны не выявлены. Последнее можно объяснить, как меньшим удельным весом минералов палладия по

отношению к минералам платины, так и трудностью диагностики минералов палладия в россыпях. Наиболее перспективными на поиски россыпных месторождений платины являются вершины рр.Аргаскит, Большая Джалта, Большой Ульдегит, Малый Ульдегит, Средний Ульдегит, Большой Могот, Уган и др.

**Мигачев И.Ф., Минина О.В., Звездов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ).
ПЕРСПЕКТИВЫ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА МЕДНО-ПОРФИРОВЫЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Для оценки перспектив территории Магаданской области на медно-порфировые месторождения составлена специализированная прогнозно-металлогеническая карта масштаба 1:1 000 000. В пределах разновозрастных вулканоплутонических поясов (ВПП) — Охотско-Чукотского (K_{1-2}), Удско-Мургальского и Уяндино-Ясачненского (J_3-K_1), Кедонского (D_{2-3}) с использованием принципов специальной металлогении оконтурены металлогенические зоны (МЗ), отвечающие ареалам развития андезит-риодацит-гранодиоритовых вулканоплутонических ассоциаций (ВПА) раннего этапа становления поясов, которые потенциально продуктивны на медно-порфировые и сопряженные руды. Металлогенические подзоны оконтурены как ареалы распространения потенциально рудоносных ВПА в благоприятных геоструктурных обстановках относительно поднятых блоков и выступов основания ВПП. С учетом наличия и степени проявления прямых и косвенных поисковых признаков подзоны ранжированы по перспективам обнаружения медно-порфировых месторождений.

В структурах Охотско-Чукотского ВПП наибольшими перспективами для поисков медно-порфировых объектов обладают площади, выделенные в Эвенско-Пареньской МЗ, занимающей благоприятную позицию в геоструктурных латеральных рядах мезозойской континентальной окраины. С плутонитами продуктивных формаций пояса также связаны перспективы обнаружения медно-порфировых месторождений в примыкающих частях Яно-Колымской зоны (перспективные площади Балыгычанской подзоны, Паукская площадь). В качестве продуктивного на золото-порфировые руды здесь рассматривается (габбро-диорит)-гранодиорит-гранитовый (адамеллитовый) J_{2-3} басугуньинский комплекс, по основным характеристикам близкий раннеорогенным гранитоидным формациям Урала и Казахстана, сопровождающимся жильными и штокверковыми золото-сульфидно-кварцевыми и золото-порфировыми месторождениями (Кочкарское, Юбилейное, Васильковское и др.).

В Кедонском ВПП в качестве перспективной для поисков медно-порфировых месторождений выделена Южно-Омолонская МЗ с Кубакинской подзоной. Обоснована перспективность Конгинской и Восточно-Омолонской МЗ, отличающихся совмещением продуктивных формаций Кедонского и Охотско-Чукотского поясов. Существенно меньшими и неясными перспективами обладают МЗ Удско-Мургальского и Уяндино-Ясачненского ВПП.

Комплексный анализ геологического строения и металлогении выделенных металлогенических таксонов с использованием разработанной электронной системы учета месторождений и проявлений позволил выделить 46 площадей в ранге потенциальных рудных районов и узлов, которые эквивалентны крупным рудно-магматическим системам (РМС) и перспективны для выявления медно-порфировых месторождений. Для них характерно положение в относительно поднятых блоках и выступах фундамента ВПП, развитие плутонитов продуктивной формации, присутствие точек молибденовой, медной минерализации, а также проявлений, свойственных периферии медно-порфировых РМС: полиметаллических (скарновых и жильных) и золото-серебро-полисульфидных (в том числе на известных золото-серебряных месторождениях). При выделении площадей учтены элементы-признаки созданных для ВПП Востока России типовых прогнозно-поисковых моделей РМС.

Площади ранжированы по степени перспективности и очередности проведения ГРП. К первоочередным отнесены Паукская, Аганская, Сетесьминская, Кивалгинская, Энтукчанская, Хивачская, Сумная, Мечивеевская, Бургачанская, Стрелокская, Северо- и Южно-Авландинская и Верхне-Буондинская. Среди них выбраны пять перспективных, но недостаточно изу-

ченных площадей, находящихся в нераспределенном фонде. Они рекомендованы для постановки опережающих геохимических и геолого-геофизических либо поисково-ревизионных работ масштаба 1:50 000, целью которых является локализация более детальных участков с оценкой прогнозных ресурсов категории P_2 для заверки горно-буровыми работами. Остальные площади по разным объективным причинам признаны менее перспективными и отнесены к группе объектов второй и третьей очереди проведения ГРР.

Митрофанов Н.П. (ФГБУ «ВИМС»).
К ВОПРОСУ О МЕТОДОЛОГИИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ, НЕ ВЫХОДЯЩИХ НА ПОВЕРХНОСТЬ

Методология рассматривается для месторождений олова вольфрама и молибдена на основе современных представлениях о развитии земной коры.

Источник рудного вещества. В металлогенических провинциях России месторождения олова пространственно отделены от месторождений молибдена. Геодинамические исследования показывают, что первые сформировались в терригенном субстрате пассивной континентальной окраины, вторые в аккреционных зонах, сложенных преимущественно океаническими и островодужными образованиями. Такая приуроченность прямо объясняется высокими кларками концентраций олова и низкими концентрациями молибдена, в отложениях пассивной окраины и, наоборот, нижекларковыми содержаниями олова в океанических породах и высокими концентрациями в них молибдена, особенно в пелагических глинах. Кларки концентрации вольфрама между ними занимают промежуточное положение, поэтому в рудных объектах вольфрам часто наблюдается вместе с оловом или молибденом, но в оловянных рудах он представлен железистым вольфрамитом, а в вольфрамовых — гюбнеритом. Месторождения олова локализованы в верхах разрезов терригенных толщ, являющихся субстратом развивающихся в них гранитоидных очагов. Изучение терригенного субстрата установило прямую корреляцию между масштабами месторождений, содержаниями в них олова с мощностью подстилающих толщ и его геохимическими содержаниями.

Гранитообразование в коровых очагах является механизмом извлечения рудного вещества из гранитизируемого субстрата, его мобилизации и концентрации в остаточных очагах, создания условия для переноса и осаждения в области локализации. Гранитоиды разделяются на коллизионные и субдукционные, которые отвечают за появление разных формационных типов месторождений. Главным для генерации рудных объектов является полная и законченная гомодромная дифференциация гранитоидов в коровом очаге. Олово в магматическом процессе связывается калием. Рудогенерирующими являются комплексы гранитоидов, в которых в конце гомодромной эволюции наблюдаются снижение кремнекислоты, уменьшение калия и олова. Эти сброшенные компоненты переходят в газо-флюиды и определяют интенсивное окварцевание, калиевый метасоматоз и присутствие касситерита в кварцевых жилах и прожилках.

Выявление рудных объектов. Для достижения этой цели необходимо провести локальное металлогеническое районирование. Выделение площадей рудных районов, узлов, полей должно осуществляться в строгом соответствии с принятой порядковой градацией, определяющей соответствие их количественных характеристик качественным. Их положение и границы фиксируются морфоструктурам центрального типа. В объемных контурах морфоструктур размещаются рудно-магматические системы названных рудных таксонов. В концептуальной модели иерархической соподчиненности их рудно-магматических систем отчетливо видно, что разные таксоны имеют разные объемы, вещественное наполнение, присущие им плотности пород и геохимические содержания. Имея эти данные, несложно рассчитать потенциал и прогнозные ресурсы таксонов по формулам, используемых при подсчете запасов с вводом коэффициента продуктивности. Получение этих данных для рудных районов реально при мелкомасштабной геологической съемки, для узлов — среднемасштабной, для полей — крупномасштабной. Съемки — это комплексное исследование территории. Замена их поисковыми работами, как правило, не приносит положительных результатов. Крупномасштабные съемки

надо не только возобновить, но и проводить с обязательным сопровождением гравиметрическими, геохимическими по первичным ореолам и другими современными исследованиями, данные которых при обработке в компьютерных технологиях дают возможность представить и изучить внутреннее строение рудно-магматических систем.

**Николаев Ю.Н., Калько И. А., Бакшеев И.А., Прокофьев В.Ю., Власов Е.А.,
Джеджея Г.Т. (МГУ им. М.В. Ломоносова).
ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА НА
ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Порфирово-эпитеpмальные системы (ПЭС) ассоциируют с магматическими дугами, сформированными над зонами субдукции на границах конвергентных плит. Системы обычно приурочены к линейным поясам протяженностью в сотни километров. В рудных районах ПЭС группируются в кластеры или линейные зоны. Глубинные части ПЭС могут содержать $\text{Cu} \pm \text{Au} \pm \text{Mo}$ -порфиpовые месторождения и Cu , Au и Zn скарны, а на более высоких уровнях — HS и IS эпитеpмальные $\text{Au} \pm \text{Ag} \pm \text{Cu}$ руды. Периферические части на разных уровнях глубинности

могут вмещать суб- и эпитеpмальные $\text{Zn-Pb-Ag} \pm \text{Au}$ и Au-Ag жильные системы.

В зависимости от условий формирования и эродированности ПЭС могут иметь разные сочетания указанных выше типов оруденения, что отражается в составе и строении АГХП.

По результатам мелкомасштабных геохимических съемок в потенциально крупнейшей в РФ по ресурсам и разведанным запасам меди Олойской складчатой зоне выделяются как известные, так и новые РР, тяготеющие к ареалам интрузивных пород и крупным массивам.

Наиболее интенсивные потоки рассеяния Cu и Au связаны с крупными раннемеловыми батолитами (Егдыгкический, Вукнейский) или средними по размерам интрузиями габбро-монцит-сиенитов (Ничанская, Камень Токмака и др.). Площадь АГХП узлов, имеющих комплексный состав (Au , As , Mn , Cu , Ag , Pb , Mo , Zn , As), составляет 150–500 км².

Относительно глубоко эродированные ПЭС этого типа, в том числе крупнейшие в России медно-порфиpовые месторождения Песчанка и Находка, выделяются при детальнх съемках как зональные АГХП: их ядерные части, соответствующие рудным штокверкам, представлены богатыми вторичными ореолами Cu , Au и Mo , а периферийные, в которых развита эпитеpмальная минерализация — интенсивными аномалиями $\text{Ag-Pb-Zn} \pm \text{Au}$.

Новые данные по Вукнейскому массиву свидетельствуют об аналогичном составе и строении его АГХП. Его ядерные части представлены богатыми вторичными ореолами Cu и Mo , источником которых являются кварц-халькопиритовые жилы и $\text{Cu-Mo} \pm \text{Au}$ -порфиpовая минерализация, вероятно, слабо эродированная. На периферии широко развиты ореолы $\text{Ag-Pb-Cu-Zn} \pm \text{Au}$ и соответствующие им по минеральному составу жильно-прожилковые зоны.

В обеих случаях главными рудными минералами порфиpового этапа являются халькопирит, борнит, пирит, молибденит, самородное золото (пробность 820–850‰). Для суб- и эпитеpмальной минерализации характерны пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, блёклые руды, родохрозит, а также более редкие арсенопирит, бурнонит, акантит, гессит, петцит, низкопробное самородное золото (650–750 ‰) и электрум.

Включения в кварце и в сфалерите эпитеpмальной ассоциации по температуре делятся на: гомогенизирующие в диапазоне 420–390°C, 360–240°C и 120–170°C. Интервалы солёности флюидов в этих группах: 10–30, 3–10 и 0,7–5 мас.% экв. NaCl . Включения 1-й группы связаны с образованием Q-seg метасоматитов и основного объема Cu-Mo -порфиpовой минерализации, а включения 2-й и 3-й группы — с эпитеpмальным этапом развития ПЭС.

В менее эродированных ПЭС Олойской зоны (Мангазейская, Верхне-Кричальская) выявлено сочетание $\text{Mo-Cu} \pm \text{Au}$ -порфиpового оруденения с Au-Ag -сульфосольной и золото-теллуридной (Au-Ag-Te-Pb-Zn) минерализацией. Их АГХП характеризуются изометричными аномалиями Cu , Mo , Au , B , которые секутся линейными ореолами $\text{Au-Ag} \pm (\text{Pb-Zn})$.

Минералы продуктивной стадии Au -сульфосольной минерализации: самородное золото

(630–800 ‰), Нг-тетраэдрит, фрейбергит, Se-полибазит, пираргирит, стефанит, акантит; Ау-теллуридной: самородное золото (пробность 836–857 ‰), гессит, петцит, акантит.

Несмотря на различия продуктивных минеральных ассоциаций, рудообразование протекало в сходных условиях: температура гомогенизации флюидных включений в кварце и кальците — 208–300°C, концентрации солей составляют 0,2–0,4 мас. % экв. NaCl. По своим параметрам они идентичны растворам эпитегрмальных Ау-Аг месторождений LS типа. Именно в таких ПЭС наиболее вероятно выявление новых медно-порфировых объектов.

**Николаев Ю.Н., Калько И. А., Охупкина Е.Ю., Кривицкая Н. Н.,
Прокофьев В.Ю (МГУ им. М.В. Ломоносова).
НОВЫЙ ТИП ЭПИТЕГРМАЛЬНОЙ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ
МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЧУКОТКИ**

Недавно завершившимися поисковыми геолого-геохимическими работами в северо-западной части Аноийско-Чукотской складчатой системы были выявлены и изучены новые проявления золоторудной минерализации, позволяющие расширить представления минерализации территории и пересмотреть в сторону увеличения ее ресурсный потенциал.

Район работ приурочен к Алярмаутскому поднятию, сложенному метаморфизованными терригенно-карбонатными породами верхнего палеозоя (D₃?-C₁) и терригенными и вулканогенно-терригенными комплексами мезозоя (триас-мел). Палеозойско-мезозойские комплексы прорваны гранитоидами Люпвеевского и других массивов раннемелового возраста — 116–112 млн. лет (Катков С.М и др., 2007) и более ранними габброидами аноийского комплекса (T₂). При металлогеническом районировании эту территорию относят к Китеп-Кэпервеевской металлогенической зоне, перспективы которой связывают с золото-кварцевой формацией, являющейся источником крупнейших россыпей золота Зап. Чукотки.

Работами 60–70 годов прошлого столетия на площади были выявлены многочисленные пункты золото-кварцевой минерализации, а также проявления сурьмы, свинца, цинка олова, не имеющие промышленных перспектив. Россыпная золотоносность отличается невысокой продуктивностью — большая часть промышленных россыпей отработана старателями.

Проведенными геохимическими работами на площади выявлены интенсивные потоки и вторичные ореолы рассеяния золота, серебра, свинца, цинка, меди и других элементов, свидетельствующие о недооцененном ресурсном потенциале территории. В результате детализационно-заверочных работ и поисковых маршрутов на 7 участках оконтурены геохимические аномалии, которые соответствуют потенциальным рудным полям.

В контурах аномалий выявлены гидротермальные рудоносные образования жильного, жильно-прожилкового типа, зоны рудоносных метасоматитов с золотой, золото-серебряной, серебро-полиметаллической минерализацией. Наиболее перспективными является золото-серебряная минерализация в терригенно-карбонатных образованиях верхнего палеозоя.

На наиболее изученном проявлении Вернитакайвеем выявлена комплексная минерализация, представленная ранней пирит-арсенопиритовой и поздней, золото-серебро-полиметаллической стадиями. Ранняя стадия связана с кварцевыми жилами и содержит небольшое количество высокопробного золота (900 ‰). Поздняя стадия тяготеет к рудным метасоматитам типа джаспероидов и включает 4-е минеральные ассоциации: арсенопирит-пиритовую, полиметаллическую (пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит), блеклорудную продуктивную (фрейбергит, тетраэдрит, аргентотетраэдрит, акантит, науманит, гессит, петцит, фрейеслебенит, самородные серебро и золото пробностью 794 ‰) и сульфoантимонидную (стибнит, джемсонит, цинкениит, плагионит). Содержания золота в рудоносных метасоматитах до 13,5 г/т, серебра — до 1721 г/т. Отношения Ау : Аг = 1:30 – 1:600.

Данные исследования флюидных включений свидетельствуют, что на изученной площади присутствует минерализация двух типов. Один из них формировался при высоком давлении из углекислотно-водно-солевых флюидов на глубинах 3-5 км и похож по физико-химическим параметрам на флюиды орогенных месторождений (Ridley J.R. и др., 2000). Второй тип

флюида со слабоминерализованными растворами и малым количеством CO_2 , похож на флюиды эпитермальных месторождений (Simmons S.F. и др., 2005). Судя по величине флюидного давления, эта минерализация формировалась на глубине 1,0–1,5 км.

Перспективы развития новой для района эпитермальной золото-серебряной минерализации, нетипичной для Анюйско-Чукотской складчатой системы, не ограничиваются проявлением Вернитакайеом. По результатам геохимических работ на изученной площади в блоках верхнепалеозойских карбонатно-терригенных пород выявлены сходные по составу вторичные ореолы Au, Ag, As, Sb, Pb, Zn, Cu. Прогнозные ресурсы золота на изученной площади оценены в 100 т, серебра — 15000 т.

**Николенко Е.И., Изох А.Э., Логвинова А. М. (ИГМ СО РАН им. В.С. Соболева),
Олейников О.Б. (ИГАБМ СО РАН).**

ВКЛЮЧЕНИЯ В ХРОМШПИНЕЛИДАХ ИЗ ГРАВЕЛИТОВ КАРНИЙСКОГО ЯРУСА ВЕРХНЕГО ТРИАСА, СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Базальный горизонт карнийского яруса верхнего триаса является коллектором алмазов северо-восточной окраины Сибирской платформы и имеет широкое площадное распространение. Особенностью коллектора является разнообразие содержащихся в нем разновидностей алмазов, в том числе присутствие алмазов V и VII разновидности (Афанасьев В.П. и др., 2000), в связи с чем, существует проблема возможных типов их коренных источников. Вместе с алмазами в карнийских отложениях широко представлены типичные индикаторные минералы кимберлитов. Сравнение химического состава гранатов по простирацию данного горизонта позволило установить их различия и, вероятно, множественный характер коренных источников алмазов (Соболев Н.В. и др., 2013).

Хромшпинелиды, также показывают большое разнообразие составов. Изученные полифазные включения представлены в разностях хромитов с высоким (1,2–9,0 мас.%) содержанием TiO_2 , низким (2,9–27,2 мас.%) содержанием Al_2O_3 , в диапазоне Cr_2O_3 40–50 мас.%. В этих зернах отмечается зональность с уменьшением MgO и увеличение содержания FeO от центра к краю зерна, что характерно для шпинелей магматического генезиса. Включения, размером 10–100 мк содержат несколько фаз. Наиболее часто во включениях диагностируются оливин и клинопироксен, также: нефелин, КППШ, Ti-Mg-Ca-амфибол, Ti-биотит (флогопит), апатит, перовскит, реже ильменит, сульфиды железа.

Для хромшпинелидов с содержанием Cr_2O_3 43–49 мас.% характерен парагенезис магнетитового оливина (Fo 90,3–92,5 мол.%) и хромдиоксида (F 5,0–17,6 %). В хромшпинелидах с содержанием Cr_2O_3 на уровне 33–41 мас.% включения представлены клинопироксеном, либо парагенезисом оливина (Fo 85,9–88,9 мол.%) и клинопироксена (F 14,8–23,1%). Оливины характеризуются высокими содержаниями примеси CaO (0,5–1,2 мас.%), что не характерно для кимберлитов (Соболев А.В. и др., 2009), а более типично для меймечитов и калиевых щелочных вулканитов (Шпунт Б.Р. и др., 1989). В мелких (20–30 микрон) включениях отмечаются каемки монтчеллита и титанита вокруг оливина, что свидетельствует о высокой кальциевости родоначального расплава.

Ранее проведенные исследования вещественного состава гравелитов, позволили установить в них обломки измененных ультраосновных пород и трахитов с флогопитом, калиевым ПШ, клинопироксеном, хромшпинелидом (Летникова Е.Ф. и др., 2013). Результаты изучения полифазных включений и стекол в хромитах указывают на ультраосновной, щелочной, высококальциевый, высокотитанистый состав исходного расплава. Присутствие во включениях скелетных кристаллов и стекла признак быстрого остывания, вероятно, в результате быстрой транспортировки вкрапленников хромшпинелидов к поверхности.

Поиски возможного коренного источника хромшпинелидов карнийских отложений позволили установить их весьма вероятную связь с известными в районе Оленекского поднятия Сибирской платформы многочисленными поздневендскими трубками взрыва калиевых щелочных базитов (Шпунт Б.Р. и др., 1989), в которых в значительном количестве присутствуют хромшпинелиды, близкие по составу к шпинелям из отложений карнийского яруса, а также

современных аллювиальных отложений бассейнов рек Келимяр, Никабыт Хорбусуонка, Беенчиге, Куойка по северному и южному обрамлению Оленекского поднятия.

Окулов А.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПОЗИЦИЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Топольнинское рудное поле, выделяемое в составе Ануйского медно-золоторудно-россыпного узла, расположено в СЗ обрамлении сложнопостроенной тектоно-магматической структуры центрального типа, сформировавшейся в связи с внедрением гранитоидов Топольнинского комплекса (D_2) в карбонатно-терригенные отложения (S_1-D_1). Осадочные образования расчленены на систему линейных блоков, СЗ ориентировка которых определяется доминирующей системой нарушений. Последние в сочетании с разрывными нарушениями СВ простирания определяют блоковое строение рудного поля. Магматические образования рудного поля представлены гранитоидами габбро-гранодиорит-гранитной формации, образующими Топольнинский и Караминский массивы, и комплексами даек «пестрого» состава. Вмещающие породы в области контактов с массивами в различной степени ороговикованы и мраморизованы, здесь же локализованы тела скарнов и скарноидов, вмещающие золотое оруденение.

Геолого-структурная позиция золоторудных проявлений Топольнинского рудного поля определяется взаимоотношением элементов строения области экзоконтакта массива гранитоидов (морфология и элементы залегания контакта, наличие апофиз гранитоидов и даек «пестрого» состава) с рудовмещающими в различной степени метаморфизованными терригенно-карбонатными толщами, при определяющем значении линейных нарушений (принадлежащих системе региональных разрывов), и «дуговых», связанных со становлением массива гранитоидов.

В рудном поле выделены две группы золоторудных проявлений, которые отличаются элементами геологической обстановки нахождения и составом золоторудной минерализации. К первой, наиболее многочисленной группе (Сухая Грива, Чертова Яма и др.) отнесены объекты, рудные тела которых залегают в области экзоконтакта интрузивных пород субсогласно с рудовмещающей толщей и (или) контактами массива гранитоидов, и представлены золотоносными скарнами. Ко второй, наиболее перспективной, отнесены проявления (Баяниха, Лог-26), локализованные в экзоконтактовой области массивов гранитоидов, в зоне проявления «линейных» разрывов, неоднократная активизация которых предопределила совмещение зон прожилково-вкрапленной минерализации золото-сульфидно-кварцевого состава с ранее сформированными золотоносными скарнами и скарноидами. В зависимости от состава вмещающих пород, зоны золото-сульфидно-кварцевого состава сопровождаются березитизацией или лиственитизацией.

Минералогическая характеристика проявлений первой группы определяется наличием золото-борнит-халькопиритовой (с теллуридами серебра, висмута, свинца) минеральной ассоциации. Для объектов второй группы характерно проявление этой же минеральной ассоциации в сочетании с золото-сульфидно-кварцевой, сульфиды которой представлены пиритом, арсенопиритом, галенитом и сфалеритом.

На объектах первой группы рудные тела, представленные золотоносными скарнами, в первичных и вторичных геохимических полях выражены ореолами золота, серебра, меди, висмута, олова, иногда цинка и вольфрама. На объектах второй группы области совмещения золото-скарновой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации в первичных и вторичных ореолах выражены пространственным совмещением аномалий, характерных для каждого из типов минерализации. Золотоносные скарны и скарноиды здесь имеют те же геохимические характеристики, что и на объектах первой группы, а золото-сульфидно-кварцевые минерализованные зоны выражены аномалиями золота, серебра, мышьяка, вольфрама, реже свинца.

**Орехов А.Н., Ерофеев Л.Я., Соболев И.С. (ФГАОУ ВО НИ ТПУ).
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА РУДНОЕ ЗОЛОТО В СИБИРИ И
НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

Не секрет, что эффективность геофизических работ, особенно в последнее время, не всегда удовлетворяет предъявляемым требованиям. Причин этому, мы видим, несколько. В настоящих тезисах мы попробуем остановиться на некоторых из них.

Одной из основных проблем, по нашему мнению, является некорректный выбор комплекса методов исследований, либо проектирование геофизического комплекса без учёта стадийности работ. Так, например, метод ВП (особенно в модификации срединного градиента) проектируется практически всегда и часто вне зависимости от типа опрашиваемого объекта и условий проведения работ, а вот применение гаммаспектрометрии и метода ЕП в последнее время существенно сокращено. С другой стороны сейчас практически всегда проектируются зондирования ВП в том или ином варианте. Причём проведение их предполагается либо практически одновременно с площадными съёмками, либо сразу же после них, но в тот же полевой сезон. Электроразведочные зондирования достаточно дорогой метод и, как нам представляется, выполняться он должен только после выполнения площадных работ и после тщательной интерпретации их результатов. Тогда будут геометризованы с поверхности объекты поисков и можно будет корректно заложить профили зондирований. Кроме того, станет понятно, как объекты поисков проявляются в электрических полях (если проявляются) и какие особенности распределения электрических полей мы должны искать на разрезах, если, конечно, зондирования не направлены только на изучение структуры. Если же зондирования проводить без учёта вышеизложенных критериев, то велика вероятность того, что мы либо выполним зондирования не там, где надо, либо не в том виде, в каком надо, либо в итоге окажется, что на полученных разрезах интересующие нас объекты вообще никак не выделяются, а проявлена, например, вечная мерзлота.

Другой серьёзной проблемой, мешающей повышению эффективности геофизических исследований, является достаточно формальный подход к определению геометрии сети наблюдений. Здесь необходимо остановиться на двух аспектах этого вопроса. Первый касается проектирования геофизических работ в профильном варианте. На наш взгляд, сегодня профильный вариант исследований может быть использован только при опытно-методических работах на известных рудных пересечениях, либо для рекогносцировочных целей. Использование же профильных исследований для геофизической характеристики площадей, а, тем более, для целей прогноза, практически лишено смысла, поскольку мы не можем уверенно характеризовать выявленные неоднородности физических полей по профилям, геометризовать их и коррелировать между достаточно удалёнными друг от друга профилями.

Так же влияет на эффективность геофизических работ и правильное определение шага наблюдений по профилю. Сегодня мы часто вынуждены искать маломощные рудные тела. При этом, использование геометрии сети съёмочных масштабов практически всегда приведёт к пропуску искомой аномалии. Естественно, что уплотнение сети влечёт некоторые экономические издержки. Поэтому, если мы говорим об электроразведке, это надо делать осторожно. Но, как показывает наш опыт, для магниторазведки уплотнение сети слабо сказывается на экономике работ. И, может быть, уже настало время, методически закрепить использование уплотнённых сетей наблюдений.

По нашему мнению, период соотнесения ярких, контрастных аномалий физических полей с объектами поисков ушёл (или почти ушёл) в прошлое. Как правило, такие аномалии связаны либо с особенностями вмещающих пород, либо с мерзлотой и др., но никак не с обнаружением. Сами рудные тела чаще всего значимых аномалий не создают. Поэтому объектом поисков в физических полях являются области закономерного сочетания слабо контрастных локальных аномалий физических полей, распределение которых в пространстве соответствует поисковой модели. А отсутствие системных петрофизических исследований существенно осложняет понимание того, что же мы должны увидеть в физических полях.

**Орлянкин В.Н. (Научный геоинформационный центр РАН).
ГИПОТЕЗА О КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ ОКРУГЛЫХ АЛМАЗОВ
«БРАЗИЛЬСКОГО» ТИПА В РЕСПУБЛИКЕ САХА-ЯКУТИЯ, НА УРАЛЕ И
В БРАЗИЛИИ**

Долгое время был неизвестен коренной источник округлых алмазов («бразильского» типа) в самой крупной в России аллювиальной алмазной россыпи реки Эбелях (правого притока реки Анабар) на севере Республики Саха-Якутия.

Округлые алмазы рассеяны по всей площади водосборных бассейнов р. Эбелях и соседних с севера рек Биллях, Маят, откуда они склоновыми процессами сносились в долинную сеть, формируя богатые россыпи на террасах, в поймах и руслах рек. Плащеобразное покрытие алмазами значительной территории (около 4000 км²) однозначно свидетельствует не о точечном, а о рассредоточенном источнике россыпных алмазов. Таким источником могли бы быть триасовые туффиты, в которых недавно были обнаружены округлые алмазы в 300-350 км к СВ от р. Эбеляха. В бассейне р. Эбеляха следы туффитов отсутствуют, но над Эбеляхским алмазным полем с СВ карнизом нависают пласты пермских каменных углей, местами перекрытые отпрепарированными силлами нижнетриасовых долеритов — северо-восточным ответвлением тунгусских траппов.

Там, где долеритов нет, угли в значительной степени размыты, а площади их бывшего пространственного положения фиксируются, по нашему мнению, ореолом распространения жильных битумов (в частности Оленёкских) — корней, питавших кировые покровы излившейся и окисленной (в данном случае до асфальтитов) эндогенной нефти, после захоронения и диагенеза преобразованной в длиннопламенные каменные угли.

В процессе постпермского относительно медленного сводового тектонического поднятия Анабарского щита и постепенной денудации угольные пласты над площадью Эбеляхского алмазного поля были дезинтегрированы и уничтожены. При этом высвобождающиеся из зольной части углей тяжёлые минеральные фракции с алмазами сначала накапливались в предмеловой коре выветривания, а затем в кайнозое спроектировались на современный рельеф.

Дополнительным аргументом в пользу гипотезы о нефте-битумно-угольном источнике округлых алмазов могут служить россыпи таких же алмазов в близрасположенных реках Уджа, Куойка, Беенчима в тех местах, где они прорезают кембрийские горючие битуминозные сланцы куонамской свиты.

В Бразилии ситуация аналогичная: россыпи округлых алмазов размещаются в долинах рек, дренирующих нижнепермские углистые сланцы толщи Ирати, перекрытые траппами, как и почти одновозрастные им тунгусские угли.

На Урале россыпь округлых алмазов сформировалась в реке, которая в своих верховьях размывает нижнекарбоновые каменные угли (от длиннопламенных до жирных) Западно-Уральского бассейна.

Предполагаемая алмазоносность каменных углей и горючих сланцев проявляется строго локально и связана, вероятно, с определёнными объёмными участками верхней мантии, где на глубинах 150–250 км периодически создаются условия для генерации жидких углеводородов и генетически родственных им (по углероду) округлых алмазов.

Кроме того, алмазы содержатся в урано-золотоносных тухолитах Витватерсранда, в первично нефтяной природе которых (а не травяных «матов») у нас нет сомнений.

Обнаружение алмазов в каменных углях, при проверке предлагаемой гипотезы, имело бы не только практическое значение (может быть рентабельна их добыча), но главное — явится прямым доказательством, с одной стороны, происхождения каменных углей и горючих сланцев из нефти, что лишает смысла проблемы нефтематеринских толщ. С другой стороны, будет доказано мантийное абиогенное происхождение нефти, что должно было бы завершить более чем вековой спор органиков и неоргаников.

**Орлянкин В.Н. (Научный геоинформационный центр РАН).
ЭНДОГЕННАЯ НЕФТЬ — ТРАНСПОРТЁР ЗОЛОТА ИЗ МАНТИИ В КОРУ**

Во всём мире тысячелетиями старателям всегда было известно — где есть чёрные сланцы, там должно быть россыпное золото. В геологической науке на чёрные сланцы не всегда обращают должного внимания, до сих пор пытаюсь всегда отыскать генетические связи рудно-россыпной золотоносности, прежде всего, традиционно с гранитоидным магматизмом. Хотя некоторым геологам (в т.ч. автору) давно было понятно, что золото мобилизуется из чёрных сланцев горячими водными растворами при дегидратации глинистых толщ в процессе регионального метаморфизма погружения и отлагается в кварцевых жилах (сульфидной золото-кварцевой формации) при РТ-условиях, соответствующих серицит-хлоритовой субфации зеленосланцевой фации метаморфизма.

Полагали, что чёрные сланцы как биогенные образования обогащались золотом в результате его сорбирования растительностью и планктоном из морской воды. Однако золото находится в различной концентрации (вплоть до промышленной) в сухопутных каменных углях, в жильных битумах без растительности, в раннедокембрийских графитовых сланцах, шунгитах, тухолитах, отлагавшихся тогда, когда никакой растительности на Земле ещё не было. В каменных углях, антрацитах и горючих сланцах золото и другие металлы содержатся, главным образом, в их бесструктурной основной массе — коллините, который, по-нашему мнению, является реликтом нефти, излившейся на поверхность, пропитавшей растительный покров (торф или лесную подстилку), окисленной в гипергенных условиях до битумов и при опускании территории захороненной компенсирующими рыхлыми отложениями. Содержание коллинита в угольном органическом веществе местами достигает до 100%, если нефть изливалась на голую поверхность без растительности, и в этих случаях каменный уголь по составу органической своей части почти ничем не отличается от нефтяных жильных битумов. Стволы деревьев, полностью сгнивающие на дневной поверхности за несколько лет, остаются пропитанными нефтью в пластах каменных углей «свежими» сотни миллионов лет, как заспиртованные. В последние годы нами собран обширный фактический материал по геологии, петрографии и химии каменных углей, горючих и чёрных сланцев, анализ которого позволил установить генетическую общность нефти не только с твёрдыми битумами, но и с бурыми углями (начиная с Б2), с каменными углями, антрацитами, горючими сланцами и чёрными углеродистыми сланцами вплоть до графититов. На основе этих материалов в настоящее время мы приступили к созданию монографии «Нафтидная концепция онтогенеза ископаемых углей и горючих сланцев». Металлогеническое значение этой концепции будет состоять в том, что, хотя легко обнаруживаемые аллювиальные россыпи золота в России в значительной степени уже исчерпаны, то чёрные сланцы ещё сохраняют свой высокий потенциал открытия в пределах территорий их развития новых крупных золоторудных месторождений. Даже каменные угли, залегающие среди черносланцевых толщ, могут представлять интерес, поскольку в мире известны крупные участки каменноугольных месторождений и золоотвалов тепловых электростанций (работающих на угле или мазуте), в которых содержание золота близки к промышленным, а добыча ванадия, никеля, германия, ртути, фосфоритов из чёрных битуминозных сланцев, как известно, успешно осуществляется в ряде стран мира.

**Позднякова Н.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).
ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА РОССЫПИ Р.ЧАЙ-ЮРЬЯ
(ЯНО-КОЛЫМСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ СИСТЕМА) КАК ПОКАЗАТЕЛЬ
ФОРМИРОВАНИЯ ЕЕ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Изучение внутреннего строения самородного золота впервые примененным методом многократного последовательного структурного травления (до 6 раз) полированных срезов монтированных золотин раствором Cr_2O_3 в HCl позволяет исследовать не только строение у поверхности частиц золота, но и оценивать его изменения в объеме. Данный метод в совокупности с определением состава золота методом микрорентгеноспектрального анализа (МРСА)

и сопоставлением этих данных с интенсивностью и скоростью травления аналогичных фрагментов в других золотилах показал разнообразие первичных структур роста и их последующих эпикристаллизационных преобразований.

Особенности внутреннего строения золота прослежены по протяжению россыпи р. Чай-Юрья, с относительно небогатой «Верхней» частью (8 км) и уникальной по своим запасам «Нижней» (16,5 км), на примере 273 золотин.

Золото «Верхней» россыпи характеризуется зернистыми и зональными структурами первичного роста (Самородное золото... Атлас, 2003) и ограничено проявленными признаками эндогенной перекристаллизации. В «Нижней» россыпи структуры первичного роста золота практически не сохраняются, но различно проявлены эндогенные преобразования и в отличие от гипергенных структур, развивающихся в приповерхностных частях золотин, распространены по всему их объему. Преобладающее золото средней пробы интенсивно деформировано. Фрагментарные структуры рекристаллизации, грануляция рекристаллизованных зерен и их дезинтеграция наблюдаются лишь на уровне 4–6-го травлений — признак неравномерности термодинамических воздействий на золото в процессе его образования. Широко проявлено диффузионное перераспределение серебра в виде зон (до 0,05 мм), обедненных серебром. Наиболее полно перекристаллизовано высокопробное золото (>900 ‰), низкопробное (<800 ‰) — как правило, лишено всех этих признаков. Присутствуют высоко-, низкопробные регенерационные каймы и наросты, отличающиеся от высокопробных оболочек составом и строением, а также регенерационные кристаллы, лишенные признаков деформации и рекристаллизации. Посткристаллизационные преобразования золота сопровождаются изменениями его субструктур (отчетливо видны признаки фазовой неоднородности, мозаичности, сходной с мирмикитовыми структурами распада твердого раствора). Отмечено нарастание относительно более низкопробного непреобразованного золота на золото со структурами распада. Неоднородность наноструктур золота на всем протяжении «Нижней» россыпи — характерный признак его строения. Особенности структуры золота отражают многостадийный характер отложения и сложные посткристаллизационные преобразования, свидетельствующие о полициклическом характере оруденения, влиянии процессов метаморфической и регенерационной перегруппировки вещества.

Гипергенные преобразования золота в россыпи р. Чай-Юрья проявлены крайне ограничено в виде спорадических коррозионных оболочек на полуокатанных частицах. Общий характер развития оболочек свидетельствует о том, что они являются новообразованными, а не сохранившимися реликтами более мощных оболочек.

Особенности внутреннего строения золота россыпи р. Чай-Юрья способствуют пониманию условий формирования ее коренных источников. Взаимоотношения фаз золота разной пробы подтверждают многостадийность отложения золота. Развитие диффузионных зон, проявления дезинтеграции, грануляции, структур распада, образование регенерационных кайм и кристаллов указывают на многократные метаморфические преобразования золота, связанные с тепловым воздействием близко расположенного магматического очага.

**Проскурнин В.Ф., Петров О.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») Курбатов, И.И. (Центрсибнедра)
Гавриш А.В., Лукьянова Л.И., Наумов М.В., Салтанов В.А.,
Виноградова Н.П. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).**

**МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ГОРЯЧЕГО ПЯТНА
ТАЙМЫРА / ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ РУДОНОСНЫХ
(ЗОЛОТО, АЛМАЗЫ, ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ) РАЙОНОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ
СЕКТОРЕ АРКТИКИ РОССИИ**

В последние годы при создании Гостеолкарт-1000/3 в пределах ранних киммерид п-ова Таймыр, северо-востока Сибирской платформы и Восточнотаймырско-Оленекской складчатой ветви поздних киммерид установлена крупнейшая Фадьюкудинско-Котуйская гравиманитная кольцевая структура (Сазонов и др., 2001; Проскурнин и др., 2002, 2012, 2014; Петров и др., 2010). При рассмотрении мантийных конвективных ячеек первого порядка и горячих

точек, существовавших до распада Пангеи, она находит определенное послетрапповое место на севере Евразийской плиты, отвечая горячему пятну Таймыра нижнемантийного плюма триаса (Тычков, 1979; Кравченко, Хаин, 1996; Петров, 2007). Большая часть кольцевой структуры перекрыта юрско-кайнозойскими отложениями Енисей-Хатангского прогиба и пересекается Центрально-Таймырским швом, который делит ее на две части: полукольцевую Котуйско-Гулинскую диаметром до 300 км южнее шва, в пределах платформы, и кольцевую Фадьюкудинско-Ладыгинскую диаметром до 200 км в пределах складчатого Таймыра.

Юго-восточная часть горячего пятна на северном окончании Сибирской платформы характеризуется выходом уникального Гулинского вулcano-плутона клинопироксенит-дунитового, пикрит-меланефеленитового и ийолит-карбонатитового состава. Л.С. Егоров (1985) отмечал латеральную минерагеническую зональность относительно редкометально-платиноносного Гулинского массива и группы северных интрузий. К югу, юго-востоку от Гулинского массива на удалении 150–250 км интрузии Маган, Ыраас, Ессей приобретают щелочно-салический уклон и завершаются формированием на удалении от указанного центра Харамайского кимберлитового поля.

Характерная черта Фадьюкудинско-Ладыгинской структуры — наличие средне-позднетриасовых дифференцированных платиноносных феррогаббро-троктолит-верлитовых, субщелочногаббро-долеритовых и плагиоверлит-габбро-долеритовых интрузий с титаномagnetитовым и сульфидно-медно-никелевым оруденением, вулканитов трахиандезит-трахитовой формации, кольцевых интрузий феррогаббро-монцонит-граносиенитовой, нефелин-сиенитовой формаций, коровых карбонатитов различной морфологии, алмазonoсных альнеитов. С сиенитами и карбонатитами связано флюорит-барит-редкоземельное оруденение с ураном и торием, которое на удалении к северу сменяется на серебро-свинцово-цинковое и золото-сурьмяно-ртутно-мышьяковое оруденение карлинского типа.

Западнотаймырский и Восточнотаймырский ареалы малых интрузий, карбонатитов, флюидолитов являются удаленными ответвлениями от горячего пятна. Западнотаймырский магматизм завершается дайковыми полями потенциально алмазonoсных лампроитов и трубками взрыва щелочных сиенитов (Романов, 1994, 1997), на Восточном Таймыре — карбонатитами с золотосодержащим полиметаллическим и флюорит-баритовым оруденением (Проскурнин и др., 2010, 2014). На м. Цветкова в верхнетриасовых отложениях обнаружены неокатанные кристаллы хромсодержащих пиропов (Граханов и др., 2007), а в раннетриасовых образованиях — инъективные тела потенциально алмазonoсных флюидно-эксплозивных брекчий с неокатанными пиропами, хромшпинелидами и пикроильменитами (Проскурнин и др., 2016, в печати). На Оленекской протоке в составе карнийского горизонта выделен алмазonoсный ангардамтасский вулканический гидроэксплозивнообломочный комплекс (Проскурнин и др., 2012).

**Раков Л.Т., Прокофьев В.Ю., Коваленкер В.А. (ИГЕМ РАН).
ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ**

Проведенное исследование золоторудного кварца месторождений Дарасун, Теремкинское и Талатуй Дарасунского рудного поля методами электронного парамагнитного резонанса, термобарогеохимии, оптической, растровой и просвечивающей электронной микроскопии выявило последовательное изменение его структурных свойств с ростом температур T и давлений P , при которых протекали процессы минералообразования. Анализ этих изменений показал, что они обусловлены динамической рекристаллизацией минерала по трем известным механизмам: вспучивания границ, вращения субзерен и миграции границ зерен (Stipp et al., 2002). Их реализация в кварце оказалась возможной благодаря широкому диапазону изменения значений T и P , наблюдаемому на указанных месторождениях: 120–610°C и 100–3370 бар, соответственно (Прокофьев, Зорина, 1996).

Установлено, что динамическая рекристаллизация приводит к интенсивному развитию

изоморфизма в кварце Дарасунского рудного поля. Наиболее ярко он выражен в кварце месторождения Талатуй, где рудоотложение протекает при самых высоких значениях T и P . Показано, что распределение изоморфных примесей Ge, Ti и Al в образцах кварца отражает условия формирования золоторудных месторождений и может использоваться для изучения зональности и стадийности рудообразования. Эффективным способом получения генетической информации является анализ зависимостей между концентрациями различных изоморфных примесей (метод изоген). Он помогает получить наглядное представление о процессах переотложения кварца на месторождениях и отслеживать связанное с ним переотложение золота. Применение метода изоген позволяет выяснить ряд особенностей формирования рудной минерализации на Дарасунском рудном поле.

Динамическая рекристаллизация затрагивает не только кварц, но и рудные минералы: пирит, арсенопирит, халькопирит. Видимо, этим объясняется присутствие различных типов руд на месторождениях. Обнаружено, что уровень изоморфизма в кварце может служить критерием их разбраковки. Как показывают результаты исследований, концентрации изоморфных примесей Ge и Ti в кварце прожилково-вкрапленных и жильных руд различаются между собой многократно. Причина появления зависимости между интенсивностью изоморфизма в кварце и природными разновидностями руды также обусловлена влиянием температуры и давления. Вероятно, под их воздействием происходит раскристаллизация зон слабоупорядоченной кристаллической структуры сульфидов, в которых концентрируется рассеянное золото, и меняется форма его нахождения в руде.

Принадлежность руд к прожилково-вкрапленному или жильному типу имеет важное технологическое значение, поскольку определяет способ отработки промышленной минерализации. В этой связи обнаруженная корреляция между характером распределения изоморфных примесей в кварце и технологическим типом руд представляет несомненный практический интерес. Она может быть заложена в основу экспрессного метода прогнозной оценки технологических свойств руд на ранней стадии геолого-технологического картирования.

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

Савельев В.П. (ООО «Ухтагеосервис»), Яблокова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ) НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОЗОЙСКИХ РОССЫПЯХ ТИМАНА.

Основные сведения о присутствии кластогенного золота в палеозойских отложениях Тимана были получены в период до 1980 г.

После обнаружения Ичет-Ю выяснение условий формирования и локализации продуктивного уровня разреза среднего девона привело к разработке представлений о Центрально-Тиманской системе стратифицированных россыпей.

По состоянию на 1986 г. были выделены однотипные с аналогом палеороссыпные поля в осадочном обрамлении выступов рифейского фундамента, и с металлоносными слоями, приуроченными к основанию, реже средней части кварцевопесчаных толщ начальных этапов седиментации. Пласты небольшой мощности и сложного внутреннего строения формируют обширные плащеобразные залежи, определяющие крупные масштабы объектов.

Поисковая оценка (с опытной добычей на заключительном этапе) была проведена только на россыпи Ичет-Ю, золотоносность остальных прогнозных участков была выявлена по результатам анализа отдельных проб или предполагается по косвенным признакам.

К числу объектов с неустановленной золотоносностью до последнего времени относился участок Чуть-Ю, расположенный в нижнем течении р. Чуть и намеченный по результатам ранее проведенных поисков россыпей титана на Водненском участке.

Продуктивный верхнедевонский пласт мощностью до 13,4 м сложен здесь песчаниками с обломками сланцев и кварца с лейкоксен-кварцевым цементом. Площадное размещение литофаций контролируется палеорельефом, и крупнообломочные породы с повышенным содержанием шлиха приурочены к изометричным понижениям и линейно-вытянутым врезам, за-

полненным отложениями временных потоков с конгломератами; на приподнятых участках породы фундамента перекрыты «пустыми» алевролитами или аргиллитами.

Запасы подсчитаны на площади 1,87 км² и составляют 2,4 млн.т. двуокиси титана и 0,3 млн.т. двуокиси циркония. Контур месторождения не является замкнутым, и россыпь продолжается в северо-западном направлении.

Позднее при поисках месторождений бокситов и нефти титаноносные отложения, в том числе с содержанием золота (по золото-спектральному анализу) до 0,01 г/т, были вскрыты к северо-востоку и юго-западу от месторождения на общей площади около 30 км².

В 2008 г. при ревизии керна в протолочной пробе весом 0,4 кг, отобранной из скважины, расположенной в непосредственной близости от контура Водненского участка, были найдены 2 знака золота размером от 0,5 до 1,15 мм (аналитик Повонская Н.В.).

В 2014 г. часть каменного материала пробы и золотины были переданы для исследований в отдел ЭМБМ ЦНИГРИ.

По результатам анализа содержание золота в породе, представленной конгломератом с лейкоксен-кварцевым цементом, составляет 0,33 г/т, серебра 0,2 г/т, титана 10,6 кг/т.

Разная пробность (750 и 970) и различное внутреннее строение золотин может быть связано как с неодинаковой продолжительностью пребывания их в зоне гипергенеза, так и с первоисточниками разного типа.

Нахождение золота в отложениях, развитых на сопредельной с Ярегой площади и залегающих на относительно небольших глубинах, повышает экономическую ценность известных здесь проявлений титана и может рассматриваться как один из факторов для проведения работ с целью расширения сырьевой базы Ухтинского промышленного района.

Савчук Ю. С. (ИГЕМ РАН).

ЗОЛОТЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАЙОНА КОКИМБО В РЕСПУБЛИКЕ ЧИЛИ

Уровень добычи золота в Республике Чили в 2014 г. достиг 46т, на собственно золоторудных месторождениях добыто 26,9 т, что соответствует 58 %. На крупные компании приходится 83 % этого объема, на средние 12 % и на мелких месторождениях ведется кустарная добыча, дающая 5%. Если информация по крупным месторождениям доступна и публикуется в научных журналах, то мелкие месторождения обычно не привлекают внимания геологов и остаются не изученными.

На площади развиты гранитоиды мелового возраста, с телами плагиогранитов, восточную половину занимает массив диоритов, габбро-диоритов, встречаются дайки гранитоидов, диоритов и диабазов. Западнее, за пределами площади, развиты жилы (0,2–2,5м) гематита (Fe до 40%) с вкрапленностью халькопирита. Проявления медной минерализации локализируются в диоритах, руды представлены вторичными минералами и реже халькопиритом. Во всех долинах отработаны россыпи золота, а также известно около 30 неглубоких шурфов, карьеров и расчисток, расположенных в пределах двух минерализованных зон.

Минерализованная зона Западная — это серия субпараллельных, кулисообразно расположенных разломов, общей длиной до 5км, вытянутая в субмеридиональном направлении и контролирующая два мелких месторождения золота. На месторождении Эскондида прожилково-вкрапленная золоторудная минерализация приурочена к интенсивно расланцованной дайке диабазов (2–3 м), превращенной в меланократовые милониты. Рудное тело представлено наклонной зоной дробления и окварцевания, с вкрапленностью пирита 5–10%. Установлены разрозненные интервалы 0,35–1,1 м, с содержаниями золота 1,04–8,1 г/т. По данным старателей добывалась руда с содержанием золота 4,26 г/т. На месторождении Сан-Альберто крутопадающая зона милонитизации и окварцевания диоритов (1–1,5 м) содержит прожилково-вкрапленную золоторудную минерализацию. Прожилки кварца содержат до 40 % пирита. Рудные интервалы 0,4–1,0 м, с содержаниями золота 1,5–2,18 г/т. Бурением установлено увеличение содержания золота до 8,1–38,5 г/т, при мощности 0,3–0,4 м. Минерализованная зона Восточная расположена в дробленых диоритах и представлена метасоматитами, содержащими кварцевые прожилки с сульфидами и сопровождается дайками диабазов (до 1м). Падение зоны

пологое. В северной части установлены интервалы 0,5–0,7 м с содержаниями золота 1,32–3,05 г/т, а в южной части интервалы 0,7–0,95 м с содержаниями золота 1,37–5,41 г/т. Содержание в концентрате (пирит — 78,73 %) золота составляет 21,8 г/т, а серебра — 38,3 г/т. Установлено самородное золото в классах –0,25+0,125 мм и –0,125 мм. Руды по сравнению со средними значениями верхней коры обогащены халькофильными и магмофильными элементами (Au, Ag, As, Sb, Bi, Cd, W, Co, Cu, Pb, Zn), что свидетельствует о геохимическом сродстве микроэлементов и участие в рудообразовании магматического флюида. По геохимическим особенностям их можно отнести к «непорфировым» рудам медно-порфировых месторождений. Рассмотренные месторождения характеризуются небольшими мощностями рудных интервалов, гнездовым распределением руды, неравномерными содержаниями золота, что предусматривает ручную разработку и обогащение руды и оперативное определение наличия золота. Последнее обеспечивается дроблением и перетиранием небольшого объема рудного материала, его промывку и визуальное количественное определение знаков золота. Подготовленная руда сдается на специализированные фабрики. Такие мелкие объекты не представляют интереса для крупных и средних золотодобывающих компаний, но выгодны старателям-одиночкам и семейным артелям, добывающим в год от нескольких сотен грамм до первых килограммов металла, что в масштабах страны, учитывая очень большое число таких компаний, составляет заметный ежегодный прирост объемов добычи.

**Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН), Вихтер Б.Я. (ФГУП ЦНИГРИ).
БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В НАУЧНО-
МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА
ПРИМЕРЕ ОРОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА**

В сложившихся к настоящему времени научно-методических основах прогнозно-поисковых работ (ППР) на благородные и цветные металлы, целенаправленно разрабатывавшихся Геологической службой страны при участии научных организаций и изложенных в опубликованных Справочниках «Минеральное сырье», методических руководствах и целевых монографиях, статьях, задействован обширный арсенал понятий, аналитических методов, подходов, представлений. Рост знаний об объектах прогнозирования и поисков, а также изменения в идеологии и практике геолого-экономических оценок рудного сырья, как и в технологиях его обнаружения и освоения, определяют необходимость совершенствования научно-методических основ ППР.

Актуальные направления такого совершенствования, по нашим представлениям, более контрастно чем ранее, подразделяются на относящиеся к разномасштабным категориям работ: региональным (металлогенические зоны, пояса, области) и локальным (рудный район — поле, узел — месторождение).

Это относится как к базовым понятиям (рудные формации, модели формаций и месторождений, системы и др.), так и различиям методологических подходов в системном анализе геологической, минералого-геохимической и собственно геохимической информации. Не заняла должного места в этом перечне геофизическая информация. Конкретное выражение затронутых сторон научно-методических основ ППР отчетливо проявляется при анализе накопленной информации по орогенным золоторудным месторождениям, понимаемым нами согласно с первичным содержанием этого термина.

Применительно к этим месторождениям особенно остро проявляются в нашей стране актуальность металлогенического районирования с одновременной оценкой потенциальной рудоносности выделяемых разномасштабных таксонов, на территориях со сложной полициклической историей геологического развития и, соответственно, металлогенической историей. Остаются недостаточно изученными закономерности металлогенической специализации определенных геодинамических режимов, её соотношения с геохимической специализацией магматизма разнотерминных фаций, с металлогенией палеобассейнов, а также временные интервалы проявления металлогенических событий, их фоновое и аномальное выражение в разномасштабном измерении. Даже в относительно хорошо изученных металлогенических зонах

остаются не ясными причины дифференцированной металлоносности сходных крупномасштабных металлогенических таксонов — рудных районов, а в их пределах рудных полей, узлов. Вне системного анализа фанерозойских терригенно-сланцевых комплексов, остаются зависимости металлогенической специализации последних от петрохимических особенностей докембрийского основания даже в тех зонах, где представлены реальные геологические возможности для такого анализа. В методологии научно-методических основ локального прогнозирования возрастает важность использования генетической информации при упорядочении базовых понятий, в частности указанных выше, особенно применительно к золоторудным месторождениям терригенно-сланцевых комплексов. Накопленная разносторонняя информация, в том числе авторская, позволяет сделать вывод о целесообразности разграничения представлений о рудогенерирующих и рудообразующих (рудоформирующих) системах. Перспективные направления такого развития показаны авторами в ряде работ, отражающих результаты исследований в Кызылкумской (Мурунтау и др.), Восточно-Казахстанский (Бакырчик и др.), Северо-Енисейский (Олимпиада и др.), Бодайбинский (Сухой Лог, Вернинское-Первенец) провинциях. Эти результаты, как и новые опубликованные данные, в том числе, по зарубежным месторождениям (Пого и др.) позволяют выделить и новые подходы в методологии прогнозно-поисковых работ. Их определение и разработка возможны только в комплексных коллективных исследованиях.

**Столяров В.В. (ФГБУН ИАЗ НЦ РАН).
МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ИЗ РУД
ГИТЧЕ-ТЫРНЫАУЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

К важнейшим задачам, решаемых в рамках научно-методического сопровождения поисков месторождений золота, относятся: изучение вещественного состава руд и окорудных метасоматитов, установление последовательности минералообразования, определение размеров частиц золота, их морфологии и пробности, а также соотношений с другими рудными и нерудными минералами.

Гитче-Тырныаузское золоторудное месторождение открыто по результатам работ ООО «Каббалкгеология» в 2010-2015 годы. Характеристика и условия их локализации изложены в работах Парада С.Г., Столяров В.В., 2012; Маркин М.Ю., Столяров В.В., Шишкалов И.Ю., 2014. Промышленное золотое оруденение локализуется в пироксен-гранатовых скарнах (Зыгыркольская рудная зона), а так же в зонах кварцевого прожилкования биотитовых роговиков (Молибденовый штокверк, Сухие балки), с ресурсным потенциалом крупного месторождения. Определение крупности частиц самородного золота выполнено способом пробирного фракционного скрин-анализа соотношения фракций самородного золота менее и более 0,1мм (Столяров, В.В., 2012). Основная часть золота в руде (около 60%) обладает размерами менее 0,1 мм и представлена микроскопическим золотом, при этом более половины микроскопического золота можно отнести к пылевидному и тонкодисперсному классам (менее 0,05 мм). Остальные 40 % относятся к видимому золоту весьма мелкого (0,1–0,25 мм) и мелкого (0,25–1,0 мм) классов.

Морфологические исследования выделенных частиц проведены в лаборатории 3D-микроскопии Южного научного центра РАН на сканирующем лазерном конфокальном микроскопе KEYENCE VK-9700 (Япония), позволившем сформировать 3D визуализацию исследуемых золотин с точностью измерений по горизонтали 100 нм, по вертикали 10 нм.

Все выделенные частицы самородного золота выделенные из скарновых руд можно отнести к двум морфологическим типам: 1) идиоморфному и 2) неправильному. В составе идиоморфного типа выделены частицы следующих морфогенетических видов (по Н.В. Петровской, 1973): 1) кристаллы и 2) плохо огранённые и округлые индивиды и их сростки; в составе неправильного типа выделяются частицы, которые можно отнести к 3) цементационному и 4) интерстициальному морфогенетическим видам. Размер золотин от 250 до 900 мкм. Несколько частиц находятся в сростках с самородным висмутом.

Выделенные из руд кварцево-прожилкового типа частицы самородного золота так же можно отнести к двум морфологическим типам: 1) идиоморфному (кристаллы, их сростки — до 30 %) и 2) неправильному (подчиненному формам заполняемых золотом полостей — цементационному и интерстициальному морфогенетическим видам — 70% изученных частиц), в единичных случаях отмечены гемиидиоморфные (смешанные) типы. Размер золотинок от 20 до 350–400 мкм, т.е. оно относится к тонкодисперсным и пылевидным разновидностям, часто имеет сложную комковатую (угловатую) форму с множеством ответвлений, цвет желтый до медно-желтого цвета сильным блеском. При визуализации поверхность золотинок, неровная, шероховатая, ямчатая, что отражается повышенным коэффициентом неровности. Многочисленные понижения в рельефе золотинок (ямки, поры и т.п.) заполнены гидроксидами железа, а так же кристаллическими агрегатами инородных минеральных фаз.

Таким образом, свободное золото в изученных рудах Гитче-Тырныаузского месторождения проявлено в виде идиоморфных кристаллических, плохо ограненных и округлых форм, а также ксеноморфных комковатых массивных, ячеистых и петельчатых частиц и интерстициальных выделений. Зачастую самородное золото отлагалось в местах, где тектонические подвижки приводили к локальному растрескиванию и дроблению ранее образовавшихся минеральных агрегатов.

Тарасов А.В., Гурин Г.В. (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»).
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ
СУХОЛОЖСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

В 2013–2015 годах силами ФГУП ЦНИГРИ и ряда подрядных организаций, включая ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика», проводились поисковые работы на большеобъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-терригенных комплексах в пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций. (Госконтракт «Роснедра»). Одной из целей этих работ было создание обобщенной прогнозно-поисковой модели большеобъемных золоторудных месторождений, локализованных в углеродисто-терригенных комплексах. В рамках этой работы были созданы цифровые геофизические основы прогнозирования, включающие в основном крупномасштабные (1:25000 – 1: 50 000) геофизические материалы. Кроме того, в пределах каждой поисковой площади были пройдены серии опорных геолого-геофизических профилей, на которых проводились комплексные геолого-геохимические и геофизические исследования. Сухоложское рудное поле было пересечено двумя опорными профилями.

Наиболее ярко в геофизических поля проявлены структурно-тектонические и литолого-стратиграфические факторы контроля золотого оруденения сухоложского типа. К числу наиболее важных тектонических признаков относятся пространственная близость Сухоложского рудного поля к крупному региональному разлому надвиговой кинематики (Кадали-Сухоложскому надвигу), который выражен в поле силы тяжести сквозной линейной отрицательной аномалией. Разлом является основной рудоконтролирующей структурой и контролирует размещение, как зон гидротермально-метасоматических изменений, так и магматических тел (слабоэродированный Угаханский массив). Рядовые надвиги и сопряженные с ними зоны расланцевания отмечаются отрицательными аномалиями магнитного поля за счет образования пирротина (развитого в основном по углеродисто-сланцевым породам), а также сквозными линейными отрицательными аномалиями потенциала естественного электрического поля (U_{еп}) за счет выдавливания углеродистого вещества в плоскости сланцеватости и кливажа.

Литолого-стратиграфические факторы, а именно размещение Сухоложского рудного поля в углеродистых алевросланцах хомолхинской свиты, хорошо проявлены в электрических полях, прежде всего в поле U_{еп} (умеренно отрицательные аномалии), а также в гамма-полях (породы специализированные на калий).

В разрезе рудолокализирующая структура (осевая плоскость Сухоложской антиклинали) уверено опознается по наклонной проводящей зоне, которая хорошо выделяется различными методами электрических зондирований (АМТЗ, ВЭЗ-ВП).

Участки гидротермально-метасоматических изменений в пределах Сухоложского рудного поля в геофизических полях проявлены как области нарушения «нормальной» структуры геофизических полей, обусловленной сочетанием литологических и структурно-тектонических факторов. Наиболее ярко проявлено ослабление интенсивности аномального магнитного поля и «размытие» его структуры в замке Сухоложской антиклинали, за счет разрушения первично-метаморфогенного пирротина. В локальной составляющей поля силы тяжести ($\Delta g_{\text{лок}}$) положительными аномалиями интенсивностью от 0,3 до 0,7 мГал уверенно проявлены зоны крупнообъемной железо-магнезиальной карбонатизации. Причем для Сухоложского рудного поля положительная аномалия $\Delta g_{\text{лок}}$ почти точно оконтуривает область промышленной золотоносности. Эта аномалия обусловлена существенным повышением плотности пород (+0,11 г/см³) в пределах минерализованной зоны по за счет карбонатизации и сульфидизации. Рудная зона месторождения по данным электротомографии ВП выделяется аномалией высокой поляризуемости (от 20 до 80 %). В пределах этой аномалии намечается пространственная связь между концентрацией золота и поляризуемостью, вероятнее всего, опосредовано через текстурно-структурные особенности углеродистого вещества.

**Тельнова О.П. (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН).
ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕВОНСКИХ АЛМАЗСОДЕРЖАЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТИМАНА**

Тиманский регион является областью распространения многих полезных ископаемых, перспективных проявлений редких, редкоземельных, цветных и благородных металлов, алмазов и др. Проблема алмазности Тимана находится в центре внимания исследователей уже более шестидесяти лет. Проведенные за это время работы привели к открытию кимберлитовых трубок, в том числе с признаками алмазности, а также алмазопоявлений в среднедевонских терригенных отложениях. В то же время, вопрос об условиях формирования алмазных пород, их размещения и строения остается предметом дискуссий.

Стратиграфическое положение и возраст среднедевонских (позднейфельских) терригенных отложений Тимана в настоящее время определяется исключительно по флористическим фоссилиям, поскольку других определенных палеонтологических остатков они не содержат. В Ичетьюской депрессии (Средний Тиман) отложения этого стратиграфического интервала (нижняя подсвита пижемской свиты) детально изучены и могут служить своеобразным эталоном при палеофациальных и палеоклиматических реконструкциях обстановок осадконакопления на Тимане. Анализ палинокомплексов из однотипных серых глин серицит-каолинового состава, взятых из разных ритмов продуктивной толщи, позволил предположить, что их формирование происходило в области суши. Палинологические данные свидетельствуют о континентальном генезисе эйфельской части пижемских отложений.

Палинокомплекс базальной части асывожской свиты (Южный Тиман) аналогичен комплексу миоспор из продуктивных отложений пижемской свиты Среднего Тимана. Палинокомплексы, установленные в верхнеэйфельских отложениях Среднего и Южного Тимана, имеют не только идентичный таксономический состав, но и очень сходный состав мацерационного осадка. Это в свою очередь может свидетельствовать о сходных палеофациальных условиях осадконакопления, т.е. о том, что базальные отложения асывожской свиты на Южном Тимане формировались в таких же континентальных палеофациях, в каких накапливались продуктивные отложения пижемской свиты Среднего Тимана. В обоих случаях верхнеэйфельские отложения со стратиграфическим перерывом перекрываются возрастными аналогами ардамовских слоев (старооскольским горизонтом живетского яруса).

Среднедевонские отложения Северного Тимана содержат пачки грубообломочных пород, представляющих интерес для поисков древних россыпей. Они представлены травянской свитой, стратиграфическое расчленение которой, так же как и на Среднем и Южном Тимане, построено исключительно на основе изучения флористических остатков. Травянская свита охватывает стратиграфический интервал эйфельского (морсовского, мосоловского, чернораевского горизонтов) и живетского (старооскольского горизонта) ярусов. В строении и составе

разрезов среднедевонских и нижнефранских отложений Северного Тимана много общего с разрезами разновозрастных толщ Среднего Тимана. Для отложений травянской свиты, так же как и для пижемской, характерны бескарбонатность, мономинерально-кварцевый состав обломочного материала песчаников, резкое увеличение содержания каолинита в составе глинистых примесей, изобилие макро- и микрофлоры и отсутствие морской фауны.

Приведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что среднедевонские (позднеэфельские) отложения Тимана (на всем его протяжении) формировались в сходных палеоклиматических и палеофациальных условиях суши.

Тучина М.В (ФГУП ЦНИГРИ).

ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ СВИНЦА И ЦИНКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Территориальное размещение прогнозных ресурсов свинца и цинка по рудоносным площадям субъектов РФ имеет особенности и в целом коррелируется с размещением балансовых запасов. Апробированные ПР свинца по состоянию на 01.10.2015 учтены в 109 объектах в 16 субъектах Федерации. Наибольшее их количество сосредоточено в Сибирском (более 62% ПР кат. P_1+P_2 и 92 % ПР кат. P_3) и Дальневосточном (29 % ПР кат. P_1+P_2) Федеральных округах. ПР цинка учтены в 167 объектах в 20 субъектах Федерации, преимущественно в Сибирском (36 % кат. P_1+P_2 и 83 % кат. P_3), Дальневосточном (17% кат. P_1+P_2) ФО, а также в медноколчеданных объектах Урала и Приволжья (35 % кат. P_1+P_2 и 15% кат. P_3).

Структура распределения ПР по категориям учета по субъектам РФ показывает, что из общего количества ресурсов, апробированных по состоянию на 01.10.2015 г., на долю оцененных по кат. P_1 приходится: свинца — 7%, цинка — 12% ; по кат. P_2 свинца — 20 %, цинка — 21 %; доля прогнозных ресурсов, новых рудоносных площадей оцененных по кат. P_3 составляет: свинец — 73 %, цинк — 68 %. Преобладание ресурсов категории P_3 отличает ведущие по количеству балансовых запасов регионы, за исключением Уральского и Приволжского, где значительные ресурсы цинка оценены преимущественно по категориям P_1+P_2 .

Основная часть минерально-сырьевой базы свинца сосредоточена в четырех субъектах Федерации СФО — Красноярском, Забайкальском и Алтайском краях и Республике Бурятия. В сырьевой базе цинка наравне с отмеченными сибирскими регионами существенную роль играют медноколчеданные объекты в Республике Башкортостан, Челябинской и Свердловской областях, Ханты-Мансийском а.о. В Красноярском крае сосредоточено 36% балансовых запасов свинца и 3 % цинка (Горевское свинцово-цинковое месторождение, обеспечивающее более 74 % общероссийской добычи свинца), выявленных и оцененных прогнозных ресурсов кат. P_1+P_2 : свинца — 16 %, цинка — 13 % а также ПР кат. P_3 : свинца — 16 %, цинка — 14 %. Объекты сосредоточены в пределах Алтае Саянской минерагенической провинции. Все наиболее крупные из них представлены свинцово-цинковым геолого-промышленным типом в карбонатных вмещающих породах. В Республике Бурятия сосредоточено около 26 % балансовых запасов свинца и 50 % цинка, большая часть которых заключена в рудах двух месторождений, подготавливаемых к освоению — Озерном и Холоднинском. Доля ПР всех категорий здесь невелика. В Алтайском крае доля балансовых запасов составляет только 8% от РФ и по свинцу, и по цинку, однако, регион обладает большим потенциалом для постановки поисковых работ, так как здесь заключены порядка 53 % общероссийских ПР кат. P_3 свинца и 45 % — цинка. Доля выявленных и оцененных ПР кат P_1+P_2 составляет: по свинцу — 13 %, по цинку — 11 %. Все объекты представлены рудноалтайским колчеданно-полиметаллическим геолого-промышленным типом.

В Приволжском ФО в Республике Башкортостан и Оренбургской области в рудах 22 месторождений, 11 из которых разрабатываются, обеспечивая 30% общероссийской добычи, сосредоточено 16% балансовых запасов цинка. Доля прогнозных ресурсов кат. P_1+P_2 здесь составляет — 15%, прогнозные ресурсы категории P_3 практически отсутствуют.

В Уральском ФО учтены 20 месторождений с балансовыми запасами цинка (6% от об-

щероссийских), 11 из которых разрабатываются, обеспечивая 32 % добычи металла. Прогнозные ресурсы кат. P_1+P_2 составляют 21 % от общероссийских, а кат. P_3 — 16%.

На Дальнем Востоке основные прогнозные ресурсы и запасы свинца и цинка учтены в Приморском крае. Регион обеспечивает 6–7 % их добычи. Доля ПР кат. P_1+P_2 составляет: цинка — 29 %, свинца — 17 %, кат. P_3 отсутствует.

В Северо-Западном регионе разведутся Павловское свинцово-цинковое месторождение на Новой Земле, где помимо запасов оценено существенное количество ПР кат. P_1 .

В Северо-Кавказском ФО сосредоточено менее 2% балансовых запасов свинца и цинка и чуть больше ПР кат. P_1+P_2 , кат. P_3 практически отсутствует.

**Цикина М.А. (ФГУП ЦНИГРИ).
ТИПОМОРФНЫЕ ПРИЗНАКИ ЗОЛОТА ИЗ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ
ЕРАВНИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ**

В южном обрамлении Еравнинской депрессии в результате проведения геолого-поисковых работ ФГУП ЦНИГРИ (2013–2015 гг.) на всех выделенных перспективных участках впервые установлена золотоносность кор химического выветривания. В корах преобладает весьма мелкое ($-0,25 + 0,1$ мм) золото, в меньшей степени отмечается мелкое ($-0,5 + 0,25$ мм) и тонкое ($-0,1 + 0,05$ мм).

Особенности рудной минерализации участков, условия ее формирования нашли отражение в типоморфных особенностях золота.

В западной части южного обрамления депрессии, на участке Сосновка, преобладают золото «рудного» облика: кристаллы и их сростки, интерстициальные и трещинно — прожилковые формы с ровной, гладкой, не корродированной поверхностью. Главными элементами примесей являются: медь, в меньшей степени мышьяк, ртуть, теллур. Изучение внутреннего строения зерен золота выявило два его типа: низкопробное (799–700 ‰) и высокопробное (950–900 ‰). Часто присутствует высокопробная коррозионная оболочка, за счет гипергенного преобразования золота.

Южнее участка Сосновка, расположен участок Белюты, в пределах которого установлено три разновидности золота.

1. Тонкодисперсное остаточное в псевдоморфозах гидроксидов железа по сульфидам. Золото высокосеребристое (электрум), пробность варьирует в пределах 377–523 ‰.

2. Вторичное в колломорфных новообразованных агрегатах гётита, соосаждаясь с ним, в гипергенных условиях; затравкой для гипергенного золота являлось первичное остаточное. Золото этой разновидности имеет различную пробность (993, 887, 822, 647 ‰).

3. Самородное остаточное золото средней пробности (886 ‰), с фрагментами гипергенных преобразований в виде высокопробных кайм и прожилков. Элементы примеси: медь, ртуть, теллур, мышьяк. На поверхности золотин обнаружены никель и тантал.

В восточной части депрессии в пределах участка Холой присутствует самородное остаточное золото. Оно представлено неокатанными совершенными и несовершенными кристаллами, а также сростками, реже отмечаются трещинно — прожилковые, комковидные, интерстициальные, гемиидиоморфные и пластинчатые формы. Отдельные частицы окатаны. Встречаются золотины в сростании с прозрачным и сахаровидным кварцем. Выделяются следующие типы золота: высокопробное (920–972‰) наиболее широко распространено, единичные знаки средней пробности (853 ‰), низкопробное (644–649‰). Поверхность золотин пористая. Для всех разновидностей золота характерны высокопробные межзерновые прожилки и коррозионные каймы. Присутствуют примеси меди, цинка, кадмия, ртути, теллура, сурьмы, свинца.

Приведённые особенности типоморфных признаков золота, с учётом геологического строения участков, позволяют сделать вывод, что на опоискованной площади (как и в пределах соседнего Озернинского рудного узла) преобладают коренные источники колчеданно-полиметаллического (золотосодержащего) рудно-формационного типа (медно-свинцово-цинкового), имея на разных участках свои минералого-геохимические особенности. На участке Сосновка кора выветривания формируется по золотосодержащим зонам с полиметаллическим и

золото — кварцевым типом минерализации. По имеющимся данным на участке Белюты, можно предположить принадлежность первичного оруденения к золото-пирит-арсенопиритовому минеральному типу. Анализ и обобщение полученных результатов по золотоносности и вещественному составу кор выветривания участка Холой, позволяют сделать вывод о том, что источниками золота в коре выветривания были несколько минеральных типов оруденения: золото-сульфидный (медно-цинковый), магнетитовый и золото-кварцевый.

Цой В.Д. (ГП «НИИМР», Узбекистан).

ТОПОМИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО И СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОМ РЕГИОНЕ

На примере Чаткало-Кураминского региона разработана методика составления поминеральных и топоминералогической карт, в основе, которой лежат принципы детального количественного прогнозирования. В качестве элементов картирования выделены прямые признаки оруденения — рудообразующие минералы. Среди них минералы, имеющие строго определенное положение в схеме гипогенного минералообразования (магнетит, вольфрамит, висмутин, сфалерит, блеклая руда, самородные золото и серебро, антимонит, флюорит, киноварь). Сквозные минералы (пирит, халькопирит, галенит и др.) не учитывались. Установлено закономерное расположение ареалов рудообразующих минералов в регионе, обусловленное направленностью геолого-структурного развития и последовательностью отложения минеральных ассоциаций. Выделены очаги минералогической зональности трех порядков. В очагах первого порядка совмещены 5 и более минералов, второго порядка 3–4 минерала и третьего — 1–2.

Результаты топоминералогических исследований использованы при топоминералогическом прогнозировании. Основой топоминералогического прогнозирования является следующее:

1. Выявленные закономерности распределения рудообразующих минералов на различных месторождениях Чаткало-Кураминского региона. Установлено, что на различных месторождениях развиты унифицированные минеральные ассоциации, имеющие определенное место в обобщенной схеме гипогенного минералообразования. При этом одни из них имеют широкое распространение, другие менее распространены и третьи встречаются в виде редких находок, либо отсутствуют в силу геологических особенностей объектов.

2. Поминеральные и топоминералогические карты, составленные по специально разработанной методике, учитывающей распределение основных рудообразующих минералов в регионе и основанной на принципах детального количественного прогнозирования. На этих картах выделены очаги минералогической зональности трех порядков, которые имеют важное значение для прогнозирования.

3. Выделение в качестве объектов изучения и прогнозирования отдельных участков региона, названных общепринятым термином в методике детального количественного прогнозирования «геологически однородный блок» и составление для них формационных колонок, отражающих стратифицированные и интрузивные породы.

4. Оценка экстенсивности проявления рудообразующих минералов в выделенных геологически однородных блоках и сравнительное сопоставление их с эталонными блоками, включающими известные месторождения. В результате сопоставления выделяются перспективные блоки на золото-серебряное и свинцово-цинковое оруденение.

5. Составленные стратиграфо-минералогические таблицы (СМТ) для Кураминской и Чаткальской подзон, на которых по вертикали расположена стратиграфическая колонка со свитами, а по горизонтали сводная схема гипогенного минералообразования с парагенетическими минеральными ассоциациями (ПМА). На пересечении свит и ПМА показаны теоретически возможные рудноформационные типы месторождений. Выделены новые в регионе и комплексные рудноформационные типы месторождений. Представлены новые стратиграфические уровни локализации известных типов месторождений. Обосновано выделение нового в

регионе апокарбонатного золото-серебряного оруденения, формирующегося при взаимодействии гидротермальных растворов с карбонатными породами, в том числе, расположенными в вулканогенных толщах. Кварц-карбонат-золото-серебряный (апокарбонатный) рудноформационный тип широко распространен и в Западном Узбекистане, только связан с карбонатно-терригенными отложениями. Разработана схема формирования апокарбонатного золотого оруденения, в которой увязана и шеелитовая минерализация.

**Читалин А.Ф. (ООО «Институт геотехнологий»),
Николаев Ю.Н., Бакшеев И.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова)
ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПАДНОЙ ЧУКОТКИ**

В Олойской структурно-формационной зоне Западной Чукотки широко развиты позднеюрско-раннемеловые островодужные вулcano-плутонические комплексы, с которыми ассоциируют проявления Cu, Au и полиметаллов. Раннемеловой магматизм сопровождался медно-порфировой и эпитермальной Au-Ag минерализацией.

Были сформированы порфирово-эпитермальные системы (ПЭС). Это полихронные рудно-магматические системы с прожилково-вкрапленной минерализацией медно-порфирового типа и парагенетически связанной с ней эпитермальной золотосеребряной минерализацией. Медная минерализация развивается по порфировой гранитоидной интрузии и по вмещающим ее породам. Медно-порфировая система наследуется и обрамляется эпитермальными жилами и штокверками с полиметаллической и Au-Ag минерализацией. ПЭС обладают вертикальной и латеральной рудно-метасоматической зональностью. В истории развития ПЭС выделяется два этапа: ранний мезотермальный и поздний эпитермальный этапы, которые состоят из нескольких стадий.

Наиболее изучены нами ПЭС в Баимской рудной зоне (БРЗ) — на примере золото-молибден-медно-порфирового месторождения Песчанка, медно-порфировых участков Находкинского рудного поля, золотосеребряного месторождения Весеннее, рудопроявлений Мангазейской вулcano-плутонической структуры и многих других рудопроявлений.

ПЭС центральной части Баимской рудной зоны развивались в начале раннего мела (144–137 млн. лет). Положение ПЭС и их структурная эволюция контролировались глубинным правым сдвигом северо-западного простирания (Chitalin et al, 2012). Глубинный сдвиг контролирует размещение раннемеловых рудоносных интрузивов диоритового весеннинского и монцонитоидного егдыгкычского комплексов и парагенетически связанных с ними медно-порфировых систем и золотосеребряных и полиметаллических проявлений, являвшихся источников богатых россыпей золота. Рудоносные раннемеловые интрузии прорывают смятые в складки вулканогенно-осадочные отложения верхней юры-нижнего мела. Позднеаптская терригенная угленосная айнахургенская свита на северном фланге месторождения Песчанка несогласно залегает на размытых метасоматически измененных и оруденелых монцодиоритах и монцодиорит-порфирах Егдыгкычского плутона. На юго-востоке БРЗ перекрывается верхнемеловыми вулканитами Охотско-Чукотского магматического пояса и интродурируется комагматичными им интрузиями.

В поле напряжений правого сдвига раннемеловые медно-порфировые месторождения БРЗ сформировались в кулисообразных линейных ловушках растяжения (сбросы, отрывы) преимущественно меридионального простирания. Протяженные рудные штокверки рассечены пострудными сбросо-сдвигами. В Баимской рудной зоне нами установлены относительно разновозрастные надвиги, сбросы, раздвиги, сдвиги и сбросо-сдвиги.

В эволюции ПЭС БРЗ выделяется два этапа. Ранний мезотермальный Cu-Mo-Au порфировый этап состоит из двух стадий: ранней Мо-порфировой и поздней Au-Cu-порфировой. Последующий эпитермальный Au-Ag этап также состоит из двух стадий: ранней субэпитермальной полиметаллической и поздней эпитермальной золотосеребряной.

Изучена минералого-геохимическая зональность Песчанкинской и Находкинской ПЭС, зональность вторичных геохимических ореолов. Определен уровень эрозионного среза различных ПЭС. Установлен изотопный возраст рудовмещающих интрузивных пород, возраст

предрудных и синрудных метасоматитов.

Выявленные закономерности строения ПЭС позволили спрогнозировать новые месторождения в Баимской рудной зоне. Основные особенности строения ПЭС согласуются в целом с «классической» моделью порфирово-эпитермальной системы R. H. Sillitoe (2010).

**Шаповалов В. С., Конкина О.М., Тучина М.В., Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ
ТПИ РФ за 01.01.2014 – 01.10.2015**

По результатам оценки прогнозных ресурсов (ПР) 48 видов ТПИ по состоянию на 01.10.2015, выполненной ЦНИГРИ совместно с институтами ВИМС, ИМГРЭ, ЦНИИГеолне-руд и ВНИГРИуголь, проведён анализ изменения ПР по геолого-промышленным типам и территориальному размещению за период 01.01.2014 – 01.10.2015 с пополнением актуализированных прогнозных карт по каждому ПИ.

В общей оценке состояния и количественных изменений ПР за рассмотренный период учтено 3513 объектов, по некондиционным ресурсам — 710 объектов. В нераспределенном фонде недр сосредоточено 2723 объектов (77,5 %), в распределенном фонде — 790 объектов.

Мониторинг ПР за рассматриваемый период охватил изменения по 394 объектам 31 вида твердых полезных ископаемых, в т. ч. по 187 объектам 29 видов ТПИ по результатам завер-шенных ГРР. В нераспределенном фонде изменения зафиксированы по 252 объектам 29 видов ТПИ, в распределенном — по 142 объектам 16 видов ТПИ.

Относительное распределение ресурсов всех ТПИ (по категориям P_3 и сумме P_1+P_2), их изменение за изученный период и уровень вовлечённости в ГРР, показывает следующее.

Изменение состояния ПР категории P_3 произошло по 16 видам ТПИ, в т. ч. увеличение отмечается по 11 видам (U, Mn, Pb, W, Mo, Au, Ag, алмазы, графит, плавиковый шпат и сте-кольные пески), уменьшение — по 5 видам (уголь, Fe, Cu, Zn, Ni). Состояние ресурсов кате-горий P_1+P_2 возросло по 15 видам ПИ (уголь, U, Fe, W, Mo, TR, Ge, Li, Re, Ag, калиевые и магниевые соли, каолин, цеолиты и стекольные пески), уменьшилось — по 10 видам (Mn, Cr, Cu, Pb, Zn, Zr, бентониты, графит, плавиковый шпат и особо чистый кварц). Увеличение со-стояния ПР связано, в основном, с приростом ресурсов за счёт завершённых ГРР или пере-оценкой данных ГРР прошлых лет, а уменьшение — в связи с переводом ресурсов в более вы-сокие категории или запасы, реже — с их неподтверждением.

Анализ состояния и изменения ПР, выполненный в формате бывшего Кадастра для каж-дого из 48 видов ТПИ, может быть проиллюстрирован на примере коренного золота. В част-ности, анализ собранной информации по территориальному размещению ПР золота (по кате-гориям) и сравнению преобладающих геолого-промышленных типов показывает, что основ-ное количество объектов (более 950 из 1165 по РФ) и ресурсов золота всех категорий (более 80 %) сосредоточено в Сибирском и Дальневосточном округах, а преобладающим геолого-промышленным типом ПР коренного золота является золото-сульфидно-кварцевый, занима-ющий вместе с золото-сульфидным типом более 60% от ПР золота по РФ, далее — золото-кварцевый и золото-серебряный ГПТ.

На основе картографических и аналитических материалов всех институтов-соисполни-телей проведена актуализация электронных интерактивных карт размещения апробированных объектов по всем 48 видам ТПИ на 01.10.2015, хранящихся в электронном банке ЦНИГРИ.

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

**Авилова О.В., Андреев А.В., Гирфанов М.М. (ФГУП ЦНИГРИ).
КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ
ПРОЯВЛЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧУКОТКИ**

Исследования, выполненные авторами на медно-порфировых рудопрооявлениях Центральной Чукотки в пределах Удско-Мургальского островодужного вулcano-плутонического пояса (ВПП) (J_2 - K_1) — рудопрооявление Базовое и Охотско-Чукотского орогенно-активизационного ВПП (K_{1-2}) — рудопрооявление Ольховка, позволили разработать критерии прогноза объектов этого типа и провести их сравнение.

Рудопрооявление Базовое связано со становлением раннемеловой низкощелочной высоконатриевой габбро-диорит-тоналит-плагиогранитовой интрузивной формации (мургальский комплекс). Рудоносными являются тоналит-порфиры (119 млн. лет (U-Pb); их химический состав характеризуется следующими параметрами: $SiO_2 > 64\%$, $Na_2O/K_2O = 5,9-8,4$. Рудопрооявление Ольховка связано со становлением габбро-диорит-гранодиоритовой формации с монцитонитовидным уклоном поздних фаз (кавралянский комплекс). Породы комплекса характеризуются увеличением щелочности и соотношения K_2O/Na_2O от ранних фаз (нормальнощелочные) к поздним (умереннощелочные). Рудоносными являются монцогранодиорит-порфиры (79 млн. лет (U-Pb); их химический состав характеризуется следующими параметрами: $SiO_2 > 65\%$, $Na_2O/K_2O = 0,8-1,15$.

Морфология рудных тел обусловлена морфологией рудоносных порфировых интрузивов. На проявлении Базовое крутопадающие линейные минерализованные зоны контролируются сериями сближенных даек тоналит-порфиров, подчиненных разрывным нарушениям северо-западного простирания и сопровождаемые телами эксплозивных брекчий. На проявлении Ольховка рудоносный интрузив монцогранодиорит-порфиров вытянут в северо-восточном направлении и имеет в разрезе грибообразную форму с желобообразными понижениями кровли, в которых локализованы рудные тела.

Рудно-метасоматическая зональность, в целом, типовая для медно-порфировых месторождений: от внутренних частей, фиксируемых рудоносными интрузивами, к периферии последовательно сменяются зоны: филлизитовая, внутренняя пропилитовая и внешняя пропилитовая. Наиболее богатая прожилково-вкрапленная пирит-халькопиритовая меднорудная минерализация приурочена к области совмещения изменений различного состава. На рудопрооявлении Базовое наиболее проявлена латеральная зональность (от центра к периферии) с последовательной сменой типов руд: халькопиритового с борнитом, молибденитом, теннантитом, люцитом, халькозином, дигенитом — пирит-халькопиритовым — халькопирит-пиритовым — пиритовым — магнетитовым. На проявлении Ольховка наиболее проявлена вертикальная рудная зональность (снизу вверх): молибденит-халькопирит-пиритовая (в порфировом интрузиве); (молибденит-магнетит)-пирит-халькопиритовая продуктивная (надинтрузивная);

внешняя (халькопирит)-магнетитовая или магнетитовая.

Проявления выделяются контрастными комплексными геохимическими аномалиями Cu, Mo, Ag, обрамляющимися по периферии аномалиями Zn и Pb. В геофизических полях рудопроявления выражены положительными аномалиями ВП и пониженными значениями магнитного поля. В рудах проявления Базовое содержания полезных компонентов составляют: Cu до 1 %, Au в целом <0,01 г/т, редко достигая 0,1 г/т, Mo 0,001–0,016 %; их соотношения: Cu/Au 60000:1 – 1300000:1; Cu/Mo 60:1 – 1000:1. В рудах проявления Ольховка — Cu до 1 %, Au 0,1–0,49 г/т, Mo 0,001–0,016 %; их соотношения: Cu/Au 10000:1 – 50000:1; Cu/Mo 100:1 – 1800:1.

Выявленные критерии для различных обстановок формирования медно-порфировых проявлений Центральной Чукотки могут быть использованы для прогнозирования и предварительной оценки перспективных площадей в пределах рассмотренных ВПП и определять направления геолого-поисковых работ.

Александров В.В., Т.Н. Кривко (ОАО «Уральская ГСЭ»).
ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТА В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ
МУРЗИНСКОГО И ВЕРХИСЕТСКОГО ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ
(СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Как показала практика геологоразведочных работ последних десятилетий даже в сравнительно хорошо изученных «старых» горнорудных районах Урала оказалось возможным выявление новых золоторудных объектов золото-кварц-сульфидного и золото-сульфидного типа в виде минерализованных зон (Воронцовское, Светлинское и др.). Несмотря на почти трех вековую историю поисков, разведки и добычи золота на Среднем Урале можно констатировать, что степень изученности золотого оруденения на данной территории остается крайне неравномерной и во многих случаях является очень слабой. Такое положение вещей объясняется тем, что длительное время основной целью поисков был золото-кварцевый тип оруденения (до 60-х годов XX века), а в последствии в основном все поисковые работы сосредотачивались в пределах уже известных золоторудных полей и узлов и за их пределы практически не выходили. В то же время открытие в конце XX века месторождения Гагарское является примером обнаружения промышленного золоторудного объекта в новой обстановке за пределами известных рудно-россыпных узлов.

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. Предшествующими исследователями (Александров В.В. и др., 2014) зона Мурзинского разлома не рассматривалась как рудоперспективная, существовало мнение о её становлении без значимого участия гидротермально-метасоматических процессов. В то же время геологические работы последних лет показывают обратное. В ходе поисковых работ на Благодатской площади (Александров В.В. и др., 2014) в южной части зоны Мурзинского разлома в корях выветривания была выявлена значительная по размерам и интенсивности геохимическая аномалия. Протяженность аномалии составила около 3 км, ширина до 1 км. Аномалия представлена следующими элементами ($n \times 10^{-3}$): As 10–1000, Ag 0,01–0,3, Zn 20–200, Cu 20–900, Pb 2–30, Au 0,05–0,2 г/т, W 2–70. Проведенные в пределах аномалии 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. К северу по данным предшественников (Кузнецов, 1974; Копосов В.Д., 1977) также отмечаются близкие по спектру первичные и вторичные аномалии свидетельствующие о значительном распространении благоприятной на золотое оруденение сульфидной минерализации.

Верхисетский разлом является рудогенерирующим, в южной его части известны такие золоторудные месторождения и проявления золото-кварц-сульфидного и золото-сульфидного типов (Пышминско-Ключевское, Аятское, Верхотурское и др). В то же время северная часть Верхисетского разлома, входящая в предлагаемую площадь, изучена очень слабо, здесь известны только проявления Слудское и Башкарское.

Андреев А.В. (ФГУП ЦНИГРИ).

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА НОВОГОДНЕНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ), ТИПЫ РУД И ОБСТАНОВКИ НАХОЖДЕНИЯ

Новогодненское золоторудное поле с месторождениями Новогоднее-Монто и Петропавловское и серией рудопроявлений расположено в пределах Тоупугол-Ханмейшорского рудного района на севере Малоуральского (Войкарского) вулканоплутонического пояса (ВПП) Полярного Урала.

В результате изучения специалистами ЦНИГРИ месторождений Новогодненского рудного поля с использованием данных других организаций работавших на этой площади (ОАО «Ямалзолото», ОАО «Ямальская ГК», ОАО «ПУГГП», ФГУП «ИМГРЭ», ООО «Геосфера», ООО «Ямалгео» и др.), было выделено 3 структурно-вещественных типа золотого оруденения, являющихся продуктами длительно развивавшейся (D_1-C_1) рудно-магматической системы с многоактным полиформационным проявлением магматизма.

1) Руды золото-магнетит-сульфидные — приурочены к скарновым и скарново-магнетитовым залежам в области контакта туфогенно-осадочных пород с горизонтами и линзами карбонатных пород в области влияния интрузивных массивов и сопровождающих их дайковых тел (наиболее проявлен на месторождении Новогоднее-Монто, где ореол скарнирования имеет размеры 300 на 400 м). Руды образуют тела, которые имеют форму гнезд, линз и пластов мощностью от десятков сантиметров до первых метров. Главные рудные минералы представлены магнетитом, пиритом, кобальтином и халькопиритом. Золотоносность руд определяется как количеством сульфидов, так и их продуктивностью. В наибольшей степени обогащен самородным золотом кобальтин.

2) Руды золото-сульфидные прожилково-вкрапленные — локализованы в хлорит-альбитовых метасоматитах, образованным по вулканогенным породам (в меньшей степени по интрузивным), образуют сближенные зоны неправильной формы подчиненные экзоконтактам субвертикальных даек порфировидных диоритов и диорит-порфиров (наиболее проявлены на месторождении Петропавловское, где общая мощность минерализованных зон достигает 200 м при протяженности до 700 и более метров). Главным минералом этих руд является пирит с небольшим количеством магнетита. По данным Р.Х. Мансурова (2013 г.), содержание самородного золота целиком зависит от количества пирита в метасоматитах, при этом наибольшее его количество приурочено к зонам существенно альбитового метасоматоза.

3) Золото-сульфидно-кварцевые жильно-прожилковые руды — образуют субвертикальные маломощные (до нескольких метров) зоны серицит-хлорит-карбонат-кварцевых метасоматитов с кварц-карбонатными прожилками и осевыми кварцевыми жилами (присутствует на обоих месторождениях). Главный рудный минерал — пирит. Редким, но достаточно характерным для этих руд минералом является галенит. Самородное золото находится в ассоциации с пиритом и галенитом, отлагается также в кварце и хлорите.

По имеющимся минералогическим, физико-химическим, изотопным и др. данным (определения выполнены С.Г. Кряжевым) первые два типа сформированы на ранней высокотемпературной (600–380°C) стадии развития рудно-магматической системы на фоне снижения температуры и повышения кислотности растворов; формирование третьего типа связано с поздней низкотемпературной (270–130°C) стадией и может быть значительно оторвано во времени от высокотемпературного оруденения.

Анализ распространенности типов руд на месторождениях и рудопроявлениях Новогод-

ненского рудного поля показал, что промышленная значимость объектов обеспечивается пространственным совмещением «ранних» и «поздних» типов (что отражает длительность рудного процесса). Кроме того, «поздние» золотоносные зоны, как правило, не являющиеся промышленными, могут выступать в качестве характерного поискового признака (особенно в слабоэродированных частях Малоуральского ВПП), который указывает на возможность обнаружения на глубине более богатых и объемных «ранних» руд.

**Аристов В.В., Бабарина И.И. (ИГЕМ РАН).
СТРУКТУРНЫЙ КРИТЕРИЙ МАСШТАБА ЗОЛОТО-КВАРЦЕВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ. НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)**

Золото-кварцевые месторождения Верхояно-Колымской металлогенической провинции локализируются в терригенных породах, характеризуются однородным минеральным составом, сходным составом метасоматитов и являются источниками уникальных россыпей. Много мелких золото-кварцевых объектов было доизучено в последнее время. По аналогии с месторождением Наталка ожидалось расширение границ рудных тел за счет ореолов прожилковой и вкрапленной минерализации. В некоторых случаях буровые работы подтвердили перспективность выявления масштабных рудных тел (Дражное, Базовское, Павлик, Верхний Хакчан), в других — позволили выявить мощные ореолы прожилково-вкрапленной минерализации с субпромышленными содержаниями золота (Дегдекан, Делювиальное, Полярник). Чаще всего границы известных рудных тел практически не изменились, несмотря на существенное снижение оценочных кондиций.

Критерии, позволяющие отличать мелкие объекты с высокими содержаниями золота от крупных объектов с низкими содержаниями, выявлялись на основе сравнительного анализа структурного положения месторождений Адычанского, Жданинского и Тарынского рудных районов (Восточная Якутия). В пределах Адычанского района установлено промышленное значение мелких жильных (Соревнование, Темный — прогнозные ресурсы золота 3 т с содержанием 10–15 г/т), штокверковых (Лазо-Рудный — 10 т золота со средним содержанием около 5 г/т) и вкраплено-прожилковых (Делювиальное 167 т при среднем содержании 2 г/т) объектов с золотой и висмут-вольфрам-золотой минерализацией. По отдельным объектам Жданинского рудного района запасы и прогнозные ресурсы золота составляют от 1,2 до 1,6 т. Среднее содержание золота 15,2 и 22 г/т, максимальное. 5524,9 г/т. Наиболее крупным и изученным объектом Тарынского рудного района является месторождение Дражное. Запасы и прогнозные ресурсы золота составляют 127 т. Среднее содержание — 5,6 г/т. (до 366 г/т).

Основным элементом структурной модели золото-кварцевых месторождений являются поверхности внутриформационных срывов коллизионного этапа, рассеченные или не рассеченные сколовыми структурами орогенного этапа. Мелкие золоторудные объекты с жильной минерализацией и высокими содержаниями золота образуются над поверхностями внутриформационных срывов. Распределение объектов контролируется сколовыми структурами орогенного этапа. Мощные ореолы прожилково-вкрапленной минерализации с субпромышленными содержаниями золота (Делювиальное, Полярник) приурочены непосредственно к мощным зонам развития внутри- и межформационных срывов. Крупные объекты с комбинированной жильной и прожилково-вкрапленной минерализацией (Наталка) или прожилково-вкрапленной минерализацией (Дражное) также приурочены к сходным зонам внутри- и межформационных срывов при коаксиальности деформаций коллизионного и орогенного этапов.

Послойные срывы в терригенном Верхоянском комплексе, вероятно, контролируют вертикальную проницаемость призм осадочных пород, могут обеспечивать длительную сохранность кристаллизационных вод и накопление глубинных флюидов (и их полезной нагрузки). Отложение золота начиналось сразу же после развития сколов орогенного этапа приводивших к нарушению стабильности системы.

Проведенные исследования позволяют ориентировать геологразведочные работы в пределах Верхояно-Колымской провинции на выявление, прослеживание и оценку золотоносности крупных тектонических структур раннего деформационного этапа (внутри- и межформационных срывов). Мелкие золоторудные объекты играют роль индикаторов, указывающих на возможное положение крупных ореолов золотоносности в пределах этих структур.

Работа выполнена в рамках базового проекта НИР № 72-5 (ИГЕМ РАН).

Афанасьева Е.Н., Лебедев И.О. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗОЛОТОНОСНОСТИ
ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ КАРЕЛИИ

Западно-Пяозерская площадь размещается в пределах Койкарско-Корбозерской зеленокаменной структуры, являющейся фрагментом архейского Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса; площадь расположена в области его сопряжения с наложенным Онежским эпикратонным прогибом. На северном продолжении зеленокаменной структуры выделен Эльмусский рудный узел с рудопроявлениями золота Педроламп, Талпус, Гавшланоя и Южка (Булавин А.В. и др., 2013).

На начальной стадии работ были разработаны геолого-поисковые модели прогнозируемых типов месторождений. В качестве «внешних» эталонов приняты месторождения золота зеленокаменного пояса Хатту-Иломанси в Финляндии, в качестве «внутреннего» — золоторудные объекты Эльмусского узла. Элементы геолого-поисковых моделей месторождений предполагаемых рудно-формационных типов были адаптированы для территории ведения работ, в ходе проведения исследований уточнены и дополнены. Выделены ведущие типы оруденения: золото-кварцевый в породах коматиит-базальтового состава, золото-сульфидный в породах риолит-дацитового состава и золотосодержащий в связи с серно-колчеданной формацией.

По ландшафтным особенностям Западно-Пяозерская площадь неблагоприятна для проведения работ традиционными поисковыми методами, так как открытые и фрагментарно открытые районы, которым отвечают остаточные (механические) геохимические ореолы и потоки рассеяния рудных элементов, занимают лишь 30 % площади. Поисковая эффективность в закрытых районах может быть повышена, как свидетельствует отечественный и зарубежный опыт, только путем комплексного характера исследования с применения новых технологических приемов, а именно, глубинных геохимических поисков по вторичным ореолам с опробованием нижних горизонтов рыхлого покрова (тиллевая съемка).

В ходе выполнения работ на площади 50 км² проведено тиллевое геохимическое опробование по сети 250×250 м и последующие лабораторно-аналитические работы. Лабораторные исследования проведены прецизионными методами (ICP MS, AAA), что позволило на уровне низких содержаний элементов выделить аномалии слабой интенсивности Au, Ag, Sb и Bi. Проведен анализ выявленных аномалий применительно к геологическому строению территории. Комплексные геолого-геохимические исследования привели к выделению двух наиболее перспективных участков, в пределах которых проведены детальные геохимические поиски по сети 200×50 м.

На выделенных по результатам детальных геохимических поисков перспективных на золото участках проведено заверочное бурение; глубина бурения составила 150-200м. По результатам этих работ выделены и оконтурены потенциально рудоносные зоны, установлены их параметры, внутреннее строение, уточнены условия локализации прогнозируемого оруденения.

В результате проведенных комплексных опережающих геолого-геохимических работ в пределах Западно-Пяозерской площади локализован перспективный объект с прогнозными ресурсами золота по категории Р₂ в размере 5,8 т золота.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЕЙ И ИХ АДАПТАЦИИ К ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ОБСТАНОВКАМ

В последние десятилетия XX века в ЦНИГРИ проведены крупные исследования по созданию прогнозно-поисковых моделей ведущих геолого-промышленных типов месторождений цветных и благородных металлов. Разработки получили высокую оценку и внедрены в практику. Вместе с тем остается возможность совершенствования моделей и их адаптации к конкретным геологическим обстановкам на основе более полного использования системного подхода. В основе подхода лежит построение и анализ систем как целостной иерархической совокупности элементов, взаимосвязанных процессом развития или упорядоченных определенным образом и имеющих определенные соотношения с внешней средой. Прогнозно-поисковая модель призвана отражать главные критерии и признаки системы.

В существующих разработках моделей полно использован подход с позиции геологических и рудных формаций, которые объединяют в единые группы образования, упорядоченные определенным образом по сходству их состава. Связь с внешней средой по составу геологической формации учитывается при выделении типов месторождений. Генетическая сторона вопроса обсуждается преимущественно на уровне металлогенических формаций. Недостаточно используется генетический подход, обосновывающий взаимосвязь элементов системы с процессами их развития и с первичным магматическим очагом, определяющими выделение важного металлогенического таксона — магматогенно-рудного узла. Магматогенная тектоника определяет закономерную структуру узла. Фрагменты узла — рудные поля весьма разнообразны по строению в зависимости от типа их «вырезки». Прогноз и оценка рудных полей могут использовать основы закономерной структуры узлов.

Для стратиформных магматогенных месторождений, например колчеданных, явно недостаточно учитываются генетические закономерности вещественной эволюции и структуры надочаговых областей, а именно вулканогенно-рудных узлов, их периодического повторения через определенный шаг. Недостаточно используются геологические признаки, позволяющие выделять среди прочих кремнекислых тел наиболее близкие к базальтоидам высокотемпературные кремнекислые выплавки, образующие колчеданосные экструзивы. Недостаточно используется концентрация даек основных пород как показатель надочаговой области узла и соответственно выделения продуктивной части рудоносной формации.

Согласно В.И.Смирнову, основу рудоносной системы составляют: источник — пути движения — условия и место локализации полезного ископаемого. Исследования последних десятилетий показывают, что источник не всегда является глубинным, как это кажется с первого взгляда. Это влечет за собой недостаточную обоснованность использования глубинных неоднородностей земной коры, например, глубинных разломов, в качестве критерия прогноза. То же относится и к интрузивным телам, которые регенерируют руды, но не являются источником оруденения. Прогнозные критерии, входящие в модели, должны проходить тестирование их генетической обусловленностью, чтобы отсеять наблюдаемые в месторождениях свойства и структуры, не имеющие прямого отношения к накоплению полезного ископаемого, исключить из модельных критериев «информационный шум».

Адаптация моделей требует дополнительного анализа исторического развития геологии и металлогении территории, включая окружение, дополнительного построения тектонических и геолого-структурных карт и схем с отражением рудоконтролирующих элементов в изогипсах и изобатах, сочетания их с поисковыми признаками.

Совершенствование моделей на основе закономерностей структуры и размещения магматогенно-рудных узлов в докладе демонстрируется примерами Рудного Алтая, Чингиза, моделей ряда колчеданных месторождений. Вопросы источника руд, соотношение рудоносных систем с внешней средой особо актуальны для большой группы золоторудных месторождений в терригенно-сланцевых толщах. Вопросы их моделей и адаптации к конкретным геологическим обстановкам рассматриваются на примере тектоники и металлогении Патомско-Становой территории Центральной Азии.

Бочнева А.А., Лаломов А.В. РАН (ИГЕМ РАН).
ГЕОЛОГО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПОЛЯ
ЗАУРАЛЬСКОГО РОССЫПНОГО РАЙОНА (ПРАВОБЕРЕЖНЫЙ
УЧАСТОК, ХМАО)

В рамках Западно-Сибирской платформы выделяется редкометалльно-титановая мегапровинция, которая приурочена к границе западного, восточного и южного обрамления. В южной части этой провинции уже разведаны и отрабатываются редкометалльно-титановые россыпи (Обуховское, Туганское, Тарское и др.). В западной части этой провинции в настоящее время выявлена россыпь Умытынская. Геологическая позиция этого района и многочисленные выявленные россыпепроявления позволяют предположить возможность выявления средних по масштабу россыпных месторождений.

Объектом исследования послужил Правобережный участок Умытынской россыпи Ханты-Мансийского автономного округа, в настоящей работе использовались данные минерального анализа с этого участка.

Россыпемещающий комплекс Умытынской россыпи имеет трехчленное строение. Подстилают продуктивные отложения глины тавдинской свиты эоцена, а перекрывают аллювиально-озерные осадки плиоцена-плейстоцена. Толща продуктивных отложений куртамышской свиты олигоцена состоит из хорошо сортированных мелкозернистых песков: почти 70 % материала содержится в классе мелкозернистого песка (0,25–0,1 мм) и 11,6 % в классе алеврита (0,1–0,01 мм). При этом 68% общего содержания рудных минералов сосредоточено в алевритовом классе. В пределах промышленного контура содержания варьируют от 50 до 100 кг/куб.м. Рудные минералы составляют в среднем 88 % тяжелой фракции. По литологическому составу, металлоносности и фациальным особенностям в составе продуктивных олигоценовых отложений выделяются три горизонта. Металлоносными являются верхне-и нижне-куртамышские отложения.

С целью изучения закономерностей пространственного распределения статистических параметров неоднородности минеральных полей, а также выявление областей, характеризующихся повышенной/пониженной упорядоченностью минерального поля, была использована разновидность факторного анализа — метод главных компонент.

На первом этапе работ нами были выделены 5 наиболее продуктивных горизонтов: 87, 84, 82, 79 и 75 м. Далее были рассчитаны парные корреляции ильменита, рутила, циркона, лейкоксена и анатаза и простейшие статистические характеристики. Сфен ввиду его ничтожно малого содержания в анализе не участвовал. Максимальные устойчивые корреляции между минералами, показывающие их тесную связь, наблюдаются на горизонте 75 м. Важно отметить, что лейкоксен слабо коррелирует с ильменитом на горизонтах 79 и 75 м, что может свидетельствовать о наличии и вторичного лейкоксена.

В результате анализа методом главных компонент мы получили на каждый горизонт схемы распределения 1 главной компоненты (1ГК), а также ее состав и вес. Обращает на себя внимание то, что на всех погоризонтных срезах наблюдается «рудный» состав 1ГК, в который входят все рудные минералы, например $Ru_{0,98}Zr_{0,97}Ilm_{0,94}An_{0,78}Leu_{0,75}$ / — на уровне 79 м. «Вес» 1ГК достаточно значим на всех горизонтах (от 68,38% на уровне 84 м до 79,34 % на уровне 79 м). Это может свидетельствовать о том, что на этом горизонте россыпеобразующий процесс происходил более активно.

Схемы распределения 1ГК и 2ГК по всем срезам позволили нам в целом рассмотреть изменчивость минерального поля в объеме. В основном, контуры положительных значений 1ГК хорошо сопоставляются с распределением ильменита, но также вскрывают внутреннюю структуру минерального поля. 2ГК характеризуется инверсионной картиной, что может свидетельствовать о процессах вторичного преобразования лейкоксена.

Богославец Н.Н., Елшина С.Л. (ФГУП ЦНИГРИ).
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ КОНТРОЛЯ
ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ АЛЕКСАНДРОВО-ЗАВОДСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ
(ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Александрово-Заводское рудное поле расположено в Шахтаминском рудном районе Приаргунской минерагенической зоны.

В строении рудного поля принимают участие вулканогенные и терригенные отложения нижней субформации средне-позднеюрской гомотромной последовательно дифференцированной вулканогенно-кремнисто-терригенной формации и характеризуется 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, относящихся к жерловой фации. Прижерловые отложения характеризуются наличием в их пределах лавобрекчий, кластолав, крупнообломочных туфов основного и среднего, реже кислого составов. Промежуточные фации вулканизма — лавы от базальтового до дацитового состава, реже их туфы. Среди вулканитов основного состава примерно в равном количестве наблюдаются породы нормального и субщелочного ряда. Вулканогенные породы среднего и кислого состава, относятся к нормальному ряду с полным отсутствием субщелочных разностей и с повышенным содержанием кремнекислоты и глинозёма. Они относятся к калиевой серии с значительной дисперсией основных породообразующих окислов. Наблюдаются устойчивые корреляции: TiO_2 к Al_2O_3 , K_2O к Al_2O_3 , MgO к CaO , $FeO+Fe_2O_3$ к Al_2O_3 и K_2O . Вулканогенно-осадочные отложения удаленных фаций вулканизма представлены кремнисто-глинисто-терригенными и карбонатно-терригенными отложениями, в некоторых случаях с примесью С-органического в количестве до 1,5%. Карбонатная составляющая пород — известковистый доломит, реже доломитистый известняк до 25–30 % от массы породы.

Все рассмотренные выше вулканогенные и осадочные породы претерпели гидротермальный метаморфизм, выразившийся в умеренной (или частичной) гидратации и карбонатизации. В результате этих процессов породы серицитизированы, карбонатизированы, и в меньшей степени окварцованы. Породы изменены не более чем на 30 % от объема пород. Нацело измененные породы представлены метасоматитами кварц-серицит-карбонатного состава сформированы в процессе березитизации.

Общая структура рудного поля — пологая, участками субгоризонтальная складка волочения, осложненная флексурообразными и изоклинальными складками более высоких порядков и разбитая сериями тектонических нарушений двух основных направлений — субсогласными и секущими. Предположительно формирование складчатости происходило в три этапа деформации в результате которых были образованы соответственно куполовидные, асимметричные и симметричные флексурообразные пологие формы.

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 ороговикования

**Волков А.В., Сидоров А.А. (ИГЕМ РАН), Савва Н. Е (СВКНИИ ДВО РАН),
Прокофьев В.Ю., Чинова И.А. (ИГЕМ РАН), Колова Е.Е. (СВКНИИ ДВО РАН).
БОНАНЦЫ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Под бонанцами («bonanza») со времен конкистадоров понимают богатые золотом и серебром участки рудных тел месторождений. Термин бонанца имеет также и экономическое значение — «золотое дно» (источник большого дохода). Добыча золота (Au) и серебра (Ag) из бонанц экономически весьма выгодна даже в удаленных районах Северо-Востока России (Магаданская область, Чукотский АО). Только в 22 % из общего числа эпитеpmальных месторождений (более 500 объектов) содержание золота превышает 10 г/т, и лишь в 11 % месторождений концентрация серебра выше 300 г/т. Большинство бонанцевых месторождений относятся к низкосульфидизированному типу. По особенностям рудоотложения выделены несколько типов бонанц.

Бонанцы первого типа, сложены серией мелких и тонких адуляр-кварцевых прожилков выполнения с обильной вкрапленностью электрума, пираргирита и миаргирита, по морфологии напоминают дискообразные тела, что указывает на их формирование под литоэкранами. Такие бонанцы штокверкового типа, судя по характеристике золотосеребряных месторождений Северо-востока России, Северной Америки и Закарпатья, обычно не являются крупными.

Бонанцы второго главного типа относятся к жильным столбообразным образованиям с прерывистыми простыми метаколлоидными (метателевыми) текстурами. Они характеризуются густой вкрапленностью золота и сульфосолей серебра. Максимальные концентрации Au и Ag наблюдаются наиболее часто по периферии блоков с однообразными метателевыми текстурами, в зоне широкого развития первично кристаллизационных текстур. Они образуются в результате резких изменений РТ-параметров флюида коагулировали и выносились на более высокие горизонты потоками восходящих растворов. Это хорошо объясняет сочетание рудоносных кремнеземных гелей (со смешенными нередко ксенотермальными ассоциациями) с гидротермальными брекчиями в бонанцах крупнейшего эпитеpmального месторождения Купол.

Бонанцы третьего типа наиболее интересны, представлены апофизами главных жил, по сравнению с которыми они характеризуется меньшей мощностью и другим падением. При этом место сочленения не сопровождается обогащением главной жилы полезными компонентами. Они приурочены обычно к трещинам двух, а иногда и более систем, поэтому как в плане, так и в вертикальном поперечном разрезе имеют отчетливо выраженную ступенчатую морфологию. А гистограмма мощностей характеризуется несколькими максимумами. Для них характерен рост общей сульфидности за счет совмещения минерализации нескольких стадий.

Текстуры руд отражают всего лишь физико-химические условия жильного минералоотложения. На границах текстурных зон в ряде случаев формируются рудные столбы-бонанцы, обусловленные главным образом изменением РТ-условий. Однако размеры бонанц зависят, прежде всего, от эффективности источников рудного вещества. Для текстурного анализа руд необходимы детальные полевые наблюдения, что гарантирует от ошибок интерпретации результатов лабораторных исследований, отобранных на образцов и проб.

**Волчков А.Г., Никешин Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
УРОВНИ РУДОЛОКАЛИЗАЦИИ ВУЛКАНОГЕННЫХ КОЛЧЕДАНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА**

В пределах крупнейшей Уральской колчеданосной провинции (в том числе на Южном Урале) в последние десятилетия проводятся поисковые работы, нацеленные на выявление вулканогенных колчеданных месторождений на глубинах от 400–500м до 1000–1300м. При этом важная роль отводится рудоносным литолого-стратиграфическим уровням, контролирующим размещение оруденения в разрезах продуктивных колчеданосных формаций. В тезисах изложены наиболее важные характеристики уровней рудолокализации, учет которых необходим при прогнозе и поисках.

1. Колчеданное оруденение Южного Урала, приуроченное к вулканогенным образованиям продуктивных контрастной и непрерывной формаций, в разрезах этих формаций локализовано на нескольких литолого-стратиграфических уровнях, отстоящих друг от друга на десятки и сотни метров по вертикали и устойчиво прослеживающихся на значительные расстояния (первые десятки км) по латерали.

2. В разрезах продуктивных формаций отчетливо выделяются три типа уровней рудолокализации, соответственно приуроченные: 1) к верхним границам разрезов этих формаций; 2) к рудовмещающим (кремнекислым) производным продуктивных формаций и 3) к границам накопления продуктов отдельных ритмов кислого вулканизма.

3. Уровни рудолокализации отвечают перерывам вулканической деятельности, характеризуются наличием горизонтов вулканокластических и осадочных пород (в том числе, горизонтов кремнистых пород с оксидами железа и марганца), скоплением продуктов разрушения колчеданных залежей (рудокластов), а также развитием маломощных пластообразных тел метасоматитов кварц-серицит-хлоритового состава (нередко с присутствием прослоев сульфидных руд непромышленной сульфидной минерализации). В пределах рудоносных литолого-стратиграфических уровней позиция колчеданных залежей контролируется как отрицательными, так и положительными разнопорядковыми вулканическими структурами (например, склоновыми и межкупольными депрессиями, экструзивными куполами кислого состава) в совокупности с разрывными нарушениями.

4. Уровням рудолокализации отвечают значительные по размерам (до первых десятков кв. км) стратоидные эндогенные геохимические ореолы, характеризующиеся определенной латеральной зональностью и фиксирующиеся как на уровне эрозионного среза, так и в разрезах.

5. В разрезах продуктивных формаций Южного Урала известно от двух до пяти уровней рудолокализации, которые могут существенно отличаться по масштабам приуроченных к ним сульфидных руд. Максимальное рудонакопление характерно для двух основных уровней, отвечающих началу развития кислого вулканизма продуктивной формации и его завершению. В случае присутствия промышленных залежей на двух уровнях в пределах одной структуры, залежи верхнего уровня, как правило, незначительны по масштабам и характеризуются более высокими содержаниями полезных компонентов по сравнению с залежами нижнего уровня.

Тезисные положения иллюстрируются графическими материалами (картами, разрезами, схемами корреляции рудоносных уровней), накопленными в ходе многолетних исследований авторов по прогнозированию и поискам вулканогенных колчеданных месторождений Южного Урала.

Голобурдина М.Н., Лукьянова Л.И. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).
КРИТЕРИИ АЛМАЗОНОСТИ ЗАПАДНОГО СКЛОНА СЕВЕРНОГО И
СРЕДНЕГО УРАЛА

В настоящее время на западном склоне Северного и Среднего Урала в палеоген-неоген-четвертичных отложениях известны россыпные проявления и мелкие месторождения алмазов; установлены коренные источники россыпных алмазов — кимберлиты (PZ₂) (Голобурдина М.Н. и др., 2014), а также субвулканические флюидно-эксплозивные породы близкие по составу к лампроитам орендит-мадупитового ряда, к которым приурочены месторождения и проявления алмазов. (Лукьянова Л.И. и др., 2011). Перспективность рассматриваемой территории на выявление новых месторождений, определяется традиционными прогнозно-поисковыми региональными и локальными критериями (Ваганов В.И. и др., 2002; Голубев Ю.К. и др., 2004).

Структурно-тектонические критерии. Приуральская мегазона характеризуется присутствием кристаллического AR-PR₁ фундамента Камско-Башкирского стабильного блока древней платформы (на глубине 4–5 км), наличием коры континентального типа, перикратонного и переходного от внутрикратонно-перикратонного к рифтовому подтипам; мощность земной коры в среднем 42 км (36–51 км) (Берлянд Н.Г., 2007).

Красновишерский и Яйвинский алмазоносные районы приурочены к узлам пересечения трех региональных тектонических структур — рифейской Тиманской, нижнепротерозойской Пермской рифтогенных, и более поздних субмеридиональных структур. По геофизическим данным западная граница Приуральской мегазоны представляет собой шовную зону, глубинные разломы которой проникают в осадочный слой и фундамент до верхней мантии.

Известны региональные положительные кольцевые морфоструктуры, а также кольцевые и дугообразные разломы в верхних и нижних горизонтах осадочного чехла, образующие в совокупности радиально-концентрическую систему.

Магматический и геодинамический критерии. Внедрение пород габбродолеритовой и кимберлитовой формаций в среднепалеозойский наиболее продуктивный этап. Такая ассоциация магматических пород характерна для начальных стадий континентального рифтогенеза и установлена во многих алмазоносных провинциях мира.

Минералогические критерии. Присутствие в аллювиальных отложениях алмазов и минералов-спутников (пироп, пикроильменит, хромшпинелиды, хромдиопсид, оливин), степень износа которых позволяют прогнозировать кимберлиты и лампроиты в пределах Западно-Уральской мегазоны. Алмазы из месторождений и проявлений флюидно-эксплозивных пород и единичные кристаллы из брекчий кимберлитов чикманского комплекса представлены додекаэдроидными — типичными для алмазных месторождений Западного Урала.

**Голубев Ю.К., Прусакова Н.А. (ФГУП ЦНИГРИ).
КОРЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ АЛМАЗОВ РОССЫПЕЙ ЭБЕЛЯХСКОГО ТИПА
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ**

Севернее Полярного круга западнее р. Лена, до административной границы с Красноярским краем и расположена Лено-Анабарская алмазоносная субпровинция, где на площади свыше 400 тыс. кв. км открыто около сотни аллювиальных россыпей и россыпных проявлений алмазов. Запасы данных россыпей можно отнести к уникальным. На балансовом учете числится несколько десятков миллионов карат. Коренные источники всех этих россыпей не установлены. В тоже время подобные крупные запасы алмазов в россыпях позволяют предполагать, что их возможные коренные источники являются либо весьма богатыми, либо имеется их большое множество. Для россыпей данного региона характерна весьма специфическая ассоциация алмазов (Эбеляхский тип), не встречающаяся в известных коренных месторождениях Якутии среднепалеозойского возраста, что уже в течение длительного времени вызывает дискуссии об их первоисточниках. Аналогичная ассоциация алмазов известна в мезозойских осадках (рэтский и карнийский ярусы верхнего триаса), развитых в пределах той же Лено-Анабарской субпровинции. В рэтских прибрежно-морских осадках булунканской свиты С.А. Грахановым ранее была обнаружена площадная россыпь алмазов, в составе которой были отмечены алмазы Эбеляхского типа. Наличие площадной россыпи в составе прибрежно-морских осадков, отсутствие данных по наличию в этом районе крупных палеоводотоков, которые могли бы транспортировать алмазы в рэтское время на значительные расстояния, позволило предполагать наличие коренных источников алмазов вблизи палеобереговой линии рэтского времени. Данные предположения явились основанием для постановки поисковых работ на коренные источники алмазов. Работы выполнялись в рамках Государственного контракта № 09/13 от 13 мая 2013 года по объекту «Поисковые работы на выявление нетрадиционных для России месторождений алмазов триасового возраста на севере Оленекского поднятия (Республика Саха (Якутия))».

ГРР проводились с использованием методических подходов, разработанных ФГУП ЦНИГРИ. При этом значительный упор был сделан с одной стороны на локализацию объекта поисков на основе геолого-структурных и геофизических предпосылок (критериев), являющихся индикаторами потенциально алмазоносных кимберлитовых полей и кустов тел в их пределах; с другой стороны, на проведение соответствующих палеогеографических реконструкций и районированию территории по условиям ведения поисков, позволивших определить участок сноса алмазов в россыпь.

В результате выполненных работ была обоснована возможность обнаружения в пределах Арктической зоны Якутии богатых коренных месторождений алмазов триасового возраста. На севере Оленекского поднятия были вскрыты кратерные части кимберлитовых трубок, представленные вулканогенно-осадочными породами щелочно-ультраосновного состава, сформированными условиями кратерного маара. По своему положению в разрезе данные трубки прорывают пермские отложения и выходят на уровень триаса. Данные образования локализованы в пределах прогнозируемого по комплексу геолого-геофизических предпосылок участка ранга куста кимберлитовых тел и вскрыты при буровой заверке локальных магнитных аномалий трубчатого типа. Изучение вещественного состава данных образований позволили достаточно уверенно диагностировать их как породы щелочно-ультраосновного состава, вероятнее всего, как кимберлиты. По их положению в геологическом разрезе возраст данных образований соответствует нижнему триасу. С локальным участком ранга куста тел, где были вскрыты данные тела связана богатая россыпь алмазов долины р. Никабыт и, кроме того, к тому же участку примыкает наиболее богатый участок россыпи алмазов в прибрежно-морских осадках булунканской свиты рэтского яруса верхнего триаса. Данные факты позволили с высокой степенью вероятности предполагать, что были вскрыты потенциальные коренные источники алмазов «северного» типа нижнетриасового возраста.

**Голубева Ю.Ю., Колесникова Т.И. (ФГУП ЦНИГРИ).
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КРАТЕРНЫХ ЧАСТЕЙ ВОЗМОЖНЫХ КОРЕННЫХ
ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ ТРИАСОВОГО ВОЗРАСТА НА СЕВЕРЕ
ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ (ЯКУТИЯ)**

В ходе работ по Госконтракту № 09/13 от 13.05.2013 г. «Поисковые работы на выявление нетрадиционных для России месторождений алмазов триасового возраста на севере Оленекского поднятия (Республика Саха (Якутия)», в верховьях р. Никабыт, при заверке бурением локальных магнитных аномалий АРР 230 и 306 на глубине 4–10,2 м, были вскрыты вулканогенно-осадочные породы зеленовато-серого цвета, которые рассматриваются нами как возможные кратерные части кимберлитовых (лампроитовых) тел. Мощность отложений 0,9–1,8 м, по своему стратиграфическому положению породы расположены на уровне нижнего триаса, подстилающими являются пермские песчаники, алевролиты и аргиллиты. Породы содержат большое количество материала ультраосновного состава, представленного измененным и свежим оливином, слюдой, хлоритизированными обломками щелочно-ультраосновных пород. Среди включений отмечаются также гальки (до 2 см) кислого состава, кремней, кварца, халцедона, обломков карбонатных пород, аргиллитов, фауна. Породы сильно ожелезнены, по ним развита хлоритизация, кальцитизация и пиритизация. По результатам рентгенофазового анализа, породы содержат: кальцит — 33 %, кварц — 24 %, сидерит — 15 %, анатаз — 12 %; в подчиненном количестве присутствует нонтронит, хлорит, ильменит, оливин, магнетит и хромит. Текстура пород массивная, субгоризонтальная, местами наблюдается градиционная слоистость и плохая сортировка обломочного материала. Породы высокомагнитные: замеры каппа достигают $250\text{--}300 \times 10^{-3}$ ед. СИ. Изучение минерального состава протоочных проб показало высокий выход магнитной фракции, представленной магнетитом, в подчиненном количестве отмечаются титаномагнетит, рутил, анатаз, гранат, пирит-марказит, лейкоксен, в единичных знаках — циркон, турмалин, слюда, фосфаты. Из минералов-индикаторов кимберлитов (лампроитов) встречены единичные зерна пиропов, бледно лилового цвета, пироп-альмандинов, хромшпинелидов. Пиропы по соотношению Cr_2O_3 и CaO относятся к низко-среднехромистым, умеренно кальциевым гранатам лерцолитового парагенезиса. Хромшпинелиды характеризуются умеренным содержанием хрома (33,44–51,56 мас. %), относительно повышенным — магния (9,6–15,85 мас. %) и титана (3,41–6,0 мас. %). По результатам анализов ICP-MS, породы характеризуются сопоставимыми с мезозойскими и палеозойскими кимберлитами Якутии содержаниями Cr, Co, Zr, Nb, Ta, Sr, Th, U, Ba, LREE. Наибольшее сходство по составу наблюдается с высокотитанистыми разновидностями — трубкой Гранатовая Куойского поля, дайкой ан. 7 Верхне-Моторчунского поля.

На основании изучения вещественного состава, вулканогенно-осадочные породы аномалий АGR 230 и 306 можно считать производными щелочно-ультраосновных пород — кимберлитов или лампроитов. Породы являются переотложенным вулканическим материалом, расположенным, по-видимому, в мааровой структуре, обрамляющей жерловую часть кимберлитового (лампроитового) тела (Махоткин, 2008). Изменения вулканогенно-осадочных пород происходили на протяжении всего мезокайнозоя при воздействии минерализованных пластовых вод и пластических деформаций в условиях сжатия во время формирования Верхоянской складчатости. Необходимо отметить, что вскрытый материал локализуется в пределах Верхненикабытского участка возможной локализации куста кимберлитовых тел. В непосредственной близости от аномалий были обнаружены локальные ореолы пиропов и богатая россыпь алмазов эбеляхского типа долины реки Никабыт, а также россыпь алмазов в прибрежно-морских отложениях рэтского яруса верхнего триаса (булунканская свита) (Граханов, 2010). Это позволяет предположить, что жерловые части вскрытых объектов могут быть алмазоносными.

Гонгальский Б.И. (ИГЕМ РАН).

ПРИРОДА СУПЕРКРУПНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТАЛЛОВ УДОКАН-ЧИНЕЙСКОГО РАЙОНА (ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ АЛДАНСКОГО ЩИТА)

Удокан-Чинейский рудный район представляет собой уникальный металлогенический таксон, в котором совмещены крупные — гигантские месторождения осадочного, гидротермального и магматического происхождения (Удоканское Fe-Ag-Cu; Чинейские Ag-Au-PGE-Fe-Ti-V-Cu; Катугинское U-Ta-Nb-Zr-REE). Изучение геологического строения, изотопных Sm-Nd и U-Pb (SHRIMP-II) систем в породах и цирконах пород района (Гонгальский, 2015) свидетельствует о палеопротерозоском времени их формирования.

Район расположен в западном окончании Алданского щита. Здесь выделяются породы фундамента и платформенного чехла. Фундамент представлен архейскими образованиями чарской серии, сложенной гранито-гнейсами, кристаллическими сланцами. На этом основании был заложен внутрикратонный прогиб, фрагмент которого представлен Кодаро-Удоканским прогибом с нижнепротерозойскими карбонатно-терригенными отложениями удоканского комплекса мощностью до 15 км. По всему разрезу устанавливаются горизонты сульфидизации, которые отвечают формации медистых песчаников. Аномальные концентрации различных металлов в осадочных и магматических породах связаны с фракционированием мантийных магм, контаминированных веществом: нижней коры. Более 50 млн. т меди подсчитано в месторождениях Удокан-Чинейского района, из них 26,7 — Удоканское, более 15 млн. т. месторождения Чинейского массива (Рудное, Верхнечинейское, Сквозное, Контактное) и более 12 млн. т — ресурсы месторождений, локализованных в осадочных породах (Правоингамитское, Сакинское, Ункурское, Красное, Бурпала и другие).

В строении Чинейского массива наблюдается совмещение трех типов оруденения: ранне- и позднемагматических титаномагнетитовых руд (пироксен- и плагиоклаз-титаномагнетитовых), сульфидных экзо- и эндоконтактовых, штокверковых руд в средней части разреза и уран-редкоземельных в пропилитизированных титаномагнетитовых рудах.

Значительные перемещения блоков земной коры вывели на поверхность разноглубинные месторождения меди, залегающие в магматических и осадочных породах. На одном уровне оказались месторождения глубинных магматических камер и верхних горизонтов осадочных пород, что дает уникальную возможность решения фундаментальных проблем рудообразования и планирования геологоразведочных работ по расширению ресурсной базы стратегических полезных ископаемых.

3D-моделирование глубинного строения района с использованием гравитационных и магнитных полей (программный комплекс CosCAD-3D, МГГРИ-РГГРУ) показывает, что изученные расслоенные ультрабазит-базитовые массивы (Чинейский, Луктурский) завершают строение вертикальных колонн пород высокой плотности. Такие колонны представляют собой серию разноглубинных магматических камер и на глубине 18–20 км соединяются, образуя бо-

лее крупную магматическую камеру, которая в свою очередь является промежуточной и питающей верхние камеры — расслоенные массивы.

Распределенные месторождения Удокан-Чинейского района на протяжении четверти века стали заложниками неумелой стратегии, так называемых собственников, когда складированные массивные руды норильского типа с месторождения Рудное более 10 лет подвергаются природному выщелачиванию, «обогащая» реки комплексом металлов, составляющих добрую половину таблицы Д.И.Менделеева. Комплексные Fe-Ti-V руды месторождения Этырко, Cu с Au, Ag, Pt, Pd месторождения Контактное с наложенной U-REE минерализацией в западной части Чинейского массива еще не распределены, они сопоставимы с оксидными оксидно-золото-медными рудами типа Олимпик-Дам.

**Гурин Г. В., Тарасов А.В. (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»),
Звездов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Захаров С. Н. (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»).**
**ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-
РОССЫПНОГО УЗЛА НА ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ
РАЗЛИЧНОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА
(РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))**

В период с 1930-х по конец 1950-х годов шло интенсивное геологическое изучение Лебединского рудно-россыпного узла (ЛРУ). В частности, найдены, оценены и вовлечены в эксплуатацию рудные тела «лебединского» типа (залежи и жилы кварц-сульфидного состава в нижней части доломитовой толщи платформенного чехла) золоторудных месторождений Лебединого, Колтыконского, Самодумовского, Радостного и многочисленные золотоносные россыпи. К 1988 году богатые рудные тела этих месторождений полностью отработаны. К началу 2000-х годов запасы и ресурсы коренного золота ЛРУ были исчерпаны (на 01.01.2003 прогнозные ресурсы категории P_1 составляли 12,2 т).

Анализ материалов предшествующих поисково-разведочных работ показал, что основным объектом поисков являлись богатые золоторудные тела «лебединского» типа, а прожилковой и вкрапленной золоторудной минерализации не уделялось должного внимания. В частности, по этой причине часть рудных тел на месторождениях золота ЛРУ остались изученными недостаточно — вскрыты единичными выработками, не прослежены на глубину и по простиранию. О возможности пропуска крупного золоторудного объекта в ходе предшествующих геологоразведочных работ свидетельствуют данные поисковых работ ГУГГП РС (Я) «Якутскгеология», по результатам которых найдено золотое месторождение Гора Рудная с новым (для ЛРУ) геолого-промышленным (морфологическим) типом золотого оруденения (запасы по категориям C_1+C_2 составляют более 45 т): крутопадающие зоны убогих вкраплено-прожилковых руд в мезозойских интрузивах и минерализованные зоны дробления с рядовыми рудами в архейском фундаменте. Открытие месторождения нового геолого-промышленного типа позволяет полагать, что существует вероятность выявления других месторождений золота на территории ЛРУ пропущенных при проведении предшествующих геологоразведочных работ.

В сложившейся ситуации, когда дальнейшее расширение сырьевой базы золота Алданского района определяется обнаружением и освоением новых месторождений, прогнозная оценка территории ЛРУ на выявление объектов с различным типом золотого оруденения (включая новый) приобретает первостепенное значение для постановки дальнейших поисковых работ в его пределах.

В частности, в период с 2013 по 2015 год ФГУП ЦНИГРИ совместно с ГУГГП РС (Я) «Якутскгеология» и ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика» проведены поисковые работы на площади ЛРУ с целью переоценки известных проявлений прожилково-вкрапленных (штокверковых) и жильно-прожилковых золото-сульфидно-кварцевых руд. По результатам выполненных работ, обобщения геологических, геохимических, геофизических материалов предшествующих исследователей дана прогнозная оценка перспективности ЛРУ на выявление золоторудных объектов различного геолого-промышленного типа.

Прогноз проведен в три этапа на каждом из которых различными методами выполнен экспертный и/или формализованный анализ: структурно-формационной (геологической) и геофизической основ; данных геофизических и геохимических работ на опорных профилях и участках детализации; материалов поисковых и геологоразведочных работ 2008–2015 годов.

По результатам выполненного прогноза:

установлено, что наибольшим потенциалом по наращиванию запасов коренного золота обладают рудные поля, расположенные в центральной и северной частях ЛРУ;

доказана необходимость доразведки флангов, изучения на глубину ряда отработанных золоторудных объектов и потенциально перспективных золотоносных зон;

в южной части ЛРУ выделена площадь, перспективная на выявление золоторудных месторождений, в пределах которой рекомендуется постановка поисковых работ.

**Жанибеков Б.О., Турапов М.К. (ГП «НИИМР»), Дулабова Н.Ю.,
(Госкомгеология, Узбекистан), Зокиров О.Т. (ГИ «Саноатгеоконтехназорат»).**
**ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ И ДЕФОРМИРОВАННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В АУМИНЗАТАУ-БЕЛЬТАУСКОМ
РУДНОМ РАЙОНЕ (ЮЖНОМ ТЯНЬ-ШАНЬ)**

Ауминзатау-Бельтауский рудный район расположен в южной части Центральных Кызылкумов. Его позиция определяется приуроченностью к южной части приграничной зоны Зарафшано-Туркестанского структурно-формационной зоны. Такая тектоническая позиция определила их структурное строение. Общее напряженно-деформированное состояние площади рудного района в этапах тектонической деформации региона, выражающееся, в основном горизонтальными сжимающими усилиями определяется его позицией в структурах региона. Тектонические усилия, направленные на регион со стороны Казахской микроплиты с севера преодолевая сопротивление многочисленных природных барьеров в форме разломов, складок, вулканических аппаратов и других структур постепенно теряли энергию. И доходя до южной части Центральных Кызылкумов значительно ослабевали. И это отразилось на тектонической напряженности и деформированности пород Ауминзатау-Бельтауского района. Анализ формирования и развития структурных элементов (складок, разрывов) и их взаимоотношение с процессами рудообразования указывает, что в площади региона, в целом и всего района до — и в процессах рудообразования (C_3-P_1) тектонический режим постоянно менялся. Сжатие сменялось растяжением и наоборот. Каждое изменение тектонического режима приводило к общему изменению деформаций, а также к новообразованием. Не равномерное и не повсеместное развитие тех или иных систем структурных элементов по всей площади района, указывает на локальные изменения деформации, напряженности и геодинамической обстановки, которая по всей видимости зависит от его блокового строения. Каждый тектонический блок, находясь под общим влиянием региональных тектонических усилий развивался под воздействием локальных изменений этих усилий. Для блоков характерны свои напряженно-деформированные особенности, набор структурных элементов, картина тектонической напряженности и геодинамическая обстановка. В основе этих изменений, помимо геологической среды, лежат тектоно-магматические процессы. Выявлены факторы, непосредственно влияющих на напряженно-деформированное состояние блоков, их геодинамику. В их ряд включены: позиция блока в общей структуре региона; морфология; форма и пространственное положение разломов, являющихся граничными элементами блоков; степень, форма и направление активности граничных разломов, а также их морфология, от которой зависит их геодинамика; активность блока в форме вертикально-горизонтальных движений, определяющихся геодинамикой (активностью) его граничных разломов. Тектонофизическое состояние района в рудном этапе его развития продиктовано региональной тектонической деформацией, воздействующей на него в СВ направлении перпендикулярной зоне спрединга. При такой региональной геодинамической обстановке площадь района находилась в тектонофизически пассивном состоянии. Повышение тектонической напряженности отмечалось в узлах сопря-

жений и пересечений разломов. Основными элементами, определяющими общее тектонофизическое состояние площади района являются разрывные структуры, которые под воздействием тектонических усилий сжатия активизировались в вертикально-горизонтальной плоскостях. Их активность вызвала движение тектонических блоков, т.к. они являются граничными элементами блоков.

**Жанибеков Б.О., Турапов М.К. (ГП «НИИМР»), Дулабова Н.Ю.
(Госкомгеология, Узбекистан), Уматов Н.Ф., Хамроев Ж.З., Тошходжаева М.А.
(Ташкентский гос. технич. университет).**

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ АУМИНЗАТАУ- БЕЛЬТАУСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Одной из структурных особенностей Ауминзатау-Белтауского рудного района является наличие поперечного глубинного разлома, протягивающегося в СВ направлении по восточному окончанию Бельтау. На юге структура сопрягается с граничным разломом структурно-формационных зон (СФЗ). На поверхности глубинный разлом представлен зоной разрывных структур СВ, СЗ и меридионального направлений. Вся система рудоконтролирующих разломов Бельтау является составной частью этой структуры. По геохимическим данным и дешифрования аэрокосмоснимков эта структура протягивается на север под чехлом мезо-кайнозойских образований и ее элементы вырисовываются на юге Тамдытау. К участкам сопряжений и пересечений зоны и с системами крупных СВ и субширотных разломов приурочены эталонные месторождения золота Тамдытау (Мурунтау, Мютенбай) и Бельтау (Даугызтау, Амантайтау). Другой важной структурной особенностью района является его ограничение на юге граничным разломом СФЗ одновременно являющиеся южной границей Ауминзатау. Такая структурная позиция Ауминзатау предопределила его геолого-структурное развитие. Особый интерес вызывают структурные элементы, контролирующие размещение золотого оруденения. В формировании и дальнейшем их развитии важнейшим фактором является граничный разлом СФЗ. С его тектонической активностью связаны заложение СЗ разломов. Сопрягаясь с СФЗ образовали серию клиновидных структур. Активность этих структур обусловило формирование грабена, в пределах которого произошло размещение золоторудной минерализации. Основными элементами, определяющими общее тектонофизическое состояние площади района и его отдельных участков являются разрывные структуры, которые под воздействием горизонтальных усилий активизировались. Их активность вызвала смещение тектонических блоков. Направление и степень активности структур прямо пропорциональна позиции разлома в геологическом пространстве по отношению к направлению сжимающих усилий. До процессов рудоотложения наиболее активными являлись СВ и СЗ разломы, тогда как широтные и меридиональные испытывали тектоническое затишье. Активность разломов сопровождалась потерей значительной энергии тектонических усилий, что не могло не отразиться на тектонической напряженности, деформированности и геодинамике. Активность определила понижение напряженности и характер распределения напряжений, провоцируя тектонические блоки на смещение. Геодинамическая обстановка взаимосвязанная с деформацией и повлекла за собой формирование ряда геолого-структурных обстоятельств, в последствии повлиявших на ход рудообразования. К ним относятся: приоткрывание граней разломов; приоткрываний участков сопряжений и пересечений разломов; дробление пород, формирование зон трещиноватости в участках искривлений разломов; формирование трещин скола и отрыва; формирование клиновидных структур; зон локальных растяжений. Все эти геологические явления сопровождались процессом понижения, вплоть до полной нейтрализации тектонической напряженности и способствовали повышению проницаемости вмещающей среды, что явилось весьма благоприятной обстановкой для циркуляции рудоносных субстанций и размещения золотого оруденения.

**Закирова Ф.А., Красникова Е.В., Дрешер М.М., Вассерман В.А.,
Семенов Ф.В. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»).**
**ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГАЛОГЕННЫХ
БОРНЫХ РУД В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ**

В России, в Приморском крае разрабатывается лишь одно Дальнегорское месторождение бора скарнового типа, продукция которого не удовлетворяет потребности российского рынка. Если до недавнего времени, рост объемов импорта, осуществлялся преимущественно из Турции, создавшаяся в мире ситуация, лишила Россию и этого источника.

Учитывая возрастающий спрос на борное сырье не только в России, но и за рубежом, ликвидность и стратегическое значение, встает вопрос о необходимости создания минерально-сырьевой базы (МСБ) борных руд в европейской части России.

Галогенные месторождения бора размещены в соляных куполах и связаны с калийно-магниевыми солями нижнепермской кунгурской галогенной формации. Галогенно-остаточные (элювиальные) месторождения бора генетически связаны с галогенными. Они возникли в результате выщелачивания боросодержащих руд и образования из них выше уровня соляного зеркала бороносных гипсовых шляп.

Известные месторождения бора галогенного типа Индерское и Сатимолла находятся на территории Республики Казахстан. В зависимости от типа куполов, с которыми связаны месторождения, борные руды залегают либо неглубоко (15–40 м) от земной поверхности — индерский тип, либо на более значительных глубинах (от 150 до 400 м) — сатимоллинский тип.

В России галогенные месторождения бора не выявлены.

Анализ материалов по бороносности нижнепермской кунгурской галогенной формации Северного Прикаспия позволил разработать модель образования борных руд галогенного типа на основе известных месторождений Индерское и Сатимолла.

При разработке геолого-поисковой модели были учтены следующие факторы: структурный (наличие соляного купола), литологический (гипсовая шляпа, наличие продуктивных горизонтов — розовых гипсов и нижней элювиальной зоны), стратиграфический (отложения кунгурского яруса P_1), фациальный (карналлит-сильвинит-галитовая фациальная зона), минералогический (борные минералы кургантаит и пандермит), биогеохимический (ПКСА растений-фреатофитов, в которых содержания бора в сотни раз превышают фоновые значения). Кроме того, при разработке геолого-поисковой модели, учтены данные геофизических исследований, полученные методом ВЭЗ: параметры гипсовой шляпы: глубина залегания, литологический состав, мощность, наличие продуктивных горизонтов.

Совокупность перечисленных факторов определяет формирование борного оруденения галогенного типа в пределах Северного Прикаспия.

Геолого-поисковая модель, была апробирована на Линевском соляном куполе при постановке работ на борные руды в рамках проводимого ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» Государственного контракта «Поисковые работы на борные руды в пределах Линевской площади (Оренбургская область)» и на солянокупольной структуре Баскунчак — в ходе выполнения Государственного контракта «Комплексная оценка минерально-сырьевой базы горнохимического сырья Северного Прикаспия» (2010 г.).

В ходе проведения буровых работ было выявлено, что Линевская площадь сочетает в себе черты как индерского, так и сатимоллинского типа борного оруденения, что может свидетельствовать о перспективности Линевской площади на выявление залежей галогенных боратов как индерского, так и сатимоллинского типа.

Проведение прогнозно-ревизионных работ на солянокупольной структуре Баскунчак, позволило выявить первый в России объект с апробированными прогнозными ресурсами элювиальных борных руд категории P_2 , выделить участки для постановки ГРП, где содержания бора в подземных водах намного превышают промышленные. На Баскунчаке возможно выявление крупных залежей элювиальных боратов индерского типа с неглубоким залеганием рудных тел и их отработкой карьерным способом. Однако постановка ГРП на боропроявлении Бас-

кунчак сдерживается тем, что объект находится на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника.

**Звездов В.С., Куприков Д.Н., Остапенко Л.А., Столяренко В.В.,
Чернов Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ).**

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПЛОЩАДИ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА

Для переоценки проявлений новых (в промышленном значении) типов золотоносных руд — сравнительно бедных прожилково-вкрапленных и жильно-прожилковых — на площади Лебединского рудно-россыпного узла (ЛРУ) проведены поисковые работы. На первом этапе построены прогнозно-поисковые модели ЛРУ и рудных полей (РП); созданы структурно-формационная, дистанционная, геофизическая и геохимическая основы прогнозирования; составлена карта золотоносности территории; по 9 опорным профилям вкрест простирания основных рудоконтролирующих структур выполнены геологические и геолого-поисковые маршруты, литогеохимическое опробование по ВОР и ПО, магниторазведка, электроразведка (методом ВП-СГ и 2D электротомографии), шлихоминералогические исследования; выделены наиболее перспективные РП и поисковые участки. На втором этапе на перспективных площадях проведены детализационные работы, включая проходку канав (механизированных и с БВР) и колонковое бурение, для заверки выявленных золоторудных объектов.

В результате установлено, что руды упомянутых типов сосредоточены в линейных крутопадающих разрывных зонах сбросо-взбросовой кинематики, принадлежащих Томмот-Эльконской (СВ простирания), Нимгерканской (СЗ) и Орто-Салинской (ССЗ) системам глубинных разломов. Они пересекают осадочный чехол юрских терригенных и вендских карбонатных пород, лакколиты, штоки, силлы мезозойских субщелочных интрузивных комплексов (гольцы Гора Рудная, Лебединый, Зверева, Якокутский и др.) и прослеживаются на глубину в архей-протерозойские гнейсы, кристаллосланцы, гранитоиды фундамента Алданского щита, где мощность зон и содержание золота в рудах быстро снижаются. Изученные минерализованные зоны (Мятежная, Мерзлая и Мраморная Колтыкон-Самодумовского РП, Косогорная, Случайная I и М. Горького-Надежная Орто-Сала-Верхнекуранахского РП и др.) могут представлять собой «рудоподводящие каналы» для богатых стратойдных золото-карбонат-сульфидных залежей лебединского типа в известняково-доломитовой толще венда. В стержневых частях таких зон нередко отмечаются золото-сульфидно-кварцевые жилы, образующие на верхних уровнях разреза вместе с залежами сложные, иногда многоярусные тела.

Анализ эффективности примененных поисковых методов показал, что результаты геофизических и геохимических съемок могут использоваться для прослеживания рудоконтролирующих структур (зон дробления, гидротермального изменения и сульфидизации пород, контактов интрузивов и пр.), но не однозначны для прогноза золоторудных зон. Ряд из них — Мятежная, Случайная I и др. фиксируются линейными зонами пониженных значений ΔT_a , ρ_k и повышенных η_k , а во ВОР и ПО — аномалиями с высокими содержаниями Au, Ag, Pb, W, Mo. Напротив, рудные зоны месторождения Гора Рудная — Главная и Возрождения — в магнитном и электрическом полях проявлены слабо, что объясняется развитием мощной (до 100 м) зоны окисления, во ВО и ПО отражаются сравнительно низкими содержаниями Au и сопутствующих элементов, а в гравитационном поле фиксируются узкими линейными резко отрицательными аномалиями, что не характерно для Мятежной и других рудных зон.

Более информативным оказалось шлихоминералогическое изучение (по пробам из копушей и шурфов) перекрывающих элювиально-делювиальных отложений, позволившее по характеру распределения и морфологии золотин прогнозировать природу и удаленность коренных источников — залежей или субвертикальных рудных зон и, соответственно, уточнять места заложения канав для их вскрытия на ранних стадиях поисковых работ.

В итоге выполненных исследований опойскаваны золоторудные зоны (Мятежная, Косогорная, Случайная I и II, Структура 25а, М. Горького-Надежная, Узкая и др.) и жилы (Влажная,

Пролетарская I, М. Горького, Другая, Осенняя-3, Открытая и др.), оценены и апробированы их прогнозные ресурсы категорий P_1 — 27 т (при 3,0 г/т) и P_2 — 25 т (4,0 г/т); подготовлены рекомендации к проведению дальнейших ГРР на южном фланге ЛРУ.

**Звездов В.С., Минина О.В., Остапенко Л.А., Столяренко В.В.,
Чернов Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ).**

**ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ
ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА
(РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))**

Для воспроизводства МСБ Центрально-Алданского горнорудного района, в пределах которого золоторудные залежные и жильные месторождения лебединского типа (с богатыми рудами) почти полностью отработаны, за счет средств федерального бюджета ФГУП ЦНИГРИ, ЗАО НПП «ВИРГ-Рудгеофизика» и Алданским филиалом ГУГПП РС (Я) «Якутскгеология» проведены поисковые работы. Основной целью являлась переоценка проявлений сравнительно бедных штокверковых (прожилково-вкрапленных и жильно-прожилковых) золото-сульфидно-кварцевых руд на площади Лебединского рудно-россыпного узла (ЛРУ). Промышленное значение (с учетом современных кондиций) подобных объектов доказано результатами поисково-оценочных работ последнего десятилетия в центральной части ЛРУ — на месторождении Гора Рудная, запасы коренного золота которого (более 45 т категорий C_1+C_2 при среднем содержании 1,22 г/т) в настоящее время находятся на утверждении в ГКЗ.

По материалам предшествующих ГРР определены поисковые критерии и признаки коренной золотоносности ЛРУ — формационные, литолого-стратиграфические, структурные, морфологические, метасоматические, минералогические, геохимические, геофизические. Построены две прогнозно-поисковые модели (ППМ) рудных полей (РП). Первая — для северного, центрального и ЮЗ флангов узла, где эрозией вскрыты породы докембрийского кристаллического фундамента, перекрывающей его вендской известняково-доломитовой толщи (мощностью до 150 м) и мезозойских щелочноземельных и субщелочных интрузивных комплексов (лакколиты и штоки — Гора Рудная, Якокутский, Лебединский, Зверева, Дефективный и др., силлы, дайки). Здесь выделены Орто-Сала-Верхнекурахское, Малокурахское, Гора Рудная, Колтыкон-Самодумовское и Радостное РП, Верхнеякокутское и Таежное потенциальные РП. Структурно-морфологические типы руд: субгоризонтальные стратоидные лентовидные залежи золото-карбонат-сульфидных и окисленных золото-лимонитовых (преобладают) руд на нескольких уровнях разреза карбонатной толщи, сопряженные с ними крутопадающие золото-сульфидно-кварцевые жилы и комбинированные (иногда многоярусные) тела (лебединский тип); линейные крутопадающие зоны прожилково-вкрапленной и жильно-прожилковой золотосодержащей пиритовой (иногда с арсенопиритом, халькопиритом, галенитом), существенно окисленной, минерализации со стержневыми пирит-кварцевыми золотоносными жилами, рассекающие интрузивы монзонит-сиенит-порфиров, породы осадочного чехла и фундамента («рудоподводящие каналы» для залежей); сложные по форме тела золотоносных магнетит-сульфидных скарнов в экзоконтактах лакколитов и силлов; ореолы рассеянной сульфидной вкрапленности в эруптивных брекчиях. Содержания золота в рудах: г/т — десятки г/т и выше — для первого типа, десятые — первые (редко десятки) г/т — для второго; десятые г/т — для третьего и четвертого.

Вторая модель разработана для ЮВ фланга ЛРУ, где в пределах Верхнеякокутской грабен-впадины с мощностью осадочного чехла не менее 450 м выделено Юрское потенциальное РП, площадь которого сложена раннеюрскими терригенными отложениями, а мезозойский магматизм проявлен в виде множества крутопадающих даек и силлов щелочного состава. Структурно-морфологические типы руд: крутопадающие зоны прожилково-вкрапленной минерализации по разломам, нередко с оруденелыми дайками; полого залегающие тела золото-сульфидных и окисленных золото-лимонитовых руд в прослоях углеродсодержащих алевролитов в песчано-сланцевой толще; карстовые полости с золотоносной корой выветривания

(куранахский тип) на контакте юрской терригенной и вендской карбонатной толщ. Содержания золота в рудах — десятые — первые г/т.

Выполненные модельные построения учтены при проведении поисковых работ на вышеперечисленных рудных полях, локализации и оценке их прогнозных ресурсов, подготовке рекомендаций для дальнейших ГРР.

Зинчук Н.Н. (ЗЯНЦ АН РС(Я).

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ ПОИСКАХ АЛМАЗНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Очень важным для древних платформ мира является вопрос *возрастного становления кимберлитов* — главнейшей ультраосновной породы, содержащей алмазы. Ранее показано, что на ряде древних платформ мира основными эпохами мощного корообразования и эндогенного рудообразования (в том числе и алмазоносного магматизма) являлись: ранний докембрий (4000–1650 млн.лет), поздний протерозой (1650–570 млн.лет), каледонский этап (570–400 млн.лет), раннегерцинский (400–310 млн.лет) и позднегерцинский (310–205 млн.лет) этапы, киммерийский (205–137 млн.лет), раннеальпийский (137–65 млн.лет) и позднеальпийский (65 млн.лет) этапы. Несмотря на то, что на Африканской платформе все эти временные интервалы являются промышленно алмазоносными, на Сибирской платформе (СП) практически значимыми признаются только среднепалеозойские кимберлиты и, с большими оговорками, триасовые. Во многом причина различной продуктивности территории СП связана с неодинаковой степенью изученности различных её частей. Рассматривая по выделенным временным срезам-этапам процесс становления продуктивных магматитов в пределах СП, можно увидеть, что отдельные её части оказались в разные интервалы в различных историко-минералогических провинциях (ИМП), пространственное совмещение которых отражает миграцию кимберлитообразования в пространстве и времени. Историко-минерагеническими провинциями (ИМП) мы именуем площади континентов и океанических бассейнов Земли с массовыми проявлениями аккумуляций рудного и нерудного вещества, сформировавшегося в определённый историко-минерагенический этап. На СП нами выделено более 20 ИМП, характеризующихся различной прогнозной продуктивностью. Следует подвергать тщательному анализу *геолого-тектоническую (структурно-тектоническую и геодинамическую)* позицию перспективных территорий, так как в сложных геологических условиях структурно-тектонические критерии могут иметь решающее значение при определении перспективности той или иной площади и стадийности проведения на ней дальнейших поисковых работ. Для получения сведений о структурно-тектонических особенностях региона и конкретных перспективных участков применяется комплекс *геофизических исследований*, включающий *грави- и магнитометрию, сейсмические, электроразведочные и другие методы*. Выделенные и обработанные геофизические аномалии в большинстве случаев подвергаются геологической заверке для выяснения их природы. Важной задачей при прогнозно-поисковых работах на алмазы является наличие *дробной стратиграфической схемы* отложений и древних коллекторов, в составе которых установлены алмазы и их минералы-спутники (ИМК), а также продукты *древних кор выветривания*, развитых на этих территориях. Основным методом поисков алмазных месторождений был, есть в большинстве геолого-поисковых обстановок и останется *минералогический* с использованием которого в очень короткие сроки создана мощная алмазодобывающая промышленность. Поскольку *алмаз* является главным минералом объекта поисков, представляется весьма важным привлечь к решению прогнозно-поисковых задач широкое разнообразие его типоморфных особенностей. Имеющиеся неравноценные и неравномерно распределённые материалы позволяют различать два мегаэтапа в формировании алмазоносности СП. Ранний охватывает время от архея до рифея включительно. Для мегаэтапа характерны полицентризм, тяготение к периферийным частям платформы и разнообразие транспортёров. Второй мегаэтап (средний палеозой-эоцен) отличался от первого пространственным расположением проявлений, моноцентризмом и преобладанием диатрем кимберлитов. Эффективность стратиграфических построений на перспективных территориях во многом зависит от детальности построений и выделения толщ, обогащённых материалом из местных источников сноса

(в том числе и кимберлитовых трубок). Следует усилить и расширить исследования типоморфных особенностей продуктов выветривания различных пород с целью более уверенной диагностики переотложенного кимберлитового материала в продуктивных осадочных толщах, а также изучение полигенеза ИМК онтогеническим и типоморфным методами морфогенетических рядов и парастерическим анализом, позволяющим реконструировать историю индивидуального развития района и отдельных его участков.

**Зинчук Н.Н. (ЗЯНЦ АН РС(Я).
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОРМАЦИИ ДРЕВНИХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ПРИ
АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ**

Выветривание представляет собой глобальный процесс физико-химического преобразования их как в субаквальных, так и в субаэральных условиях, затрагивающих практически все слагающие верхнюю оболочку Земли породы (изверженные, метаморфические и осадочные, включая карбонатные и хемогенные разности последних). Наиболее четкие закономерности указанного процесса наблюдаются в профилях выветривания алюмосиликатных пород (особенно изверженных), отдельные разности которых характеризуются выраженной контрастностью по составу. В алмазонасных регионах древние коры выветривания (КВ) развиты на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя, долеритах, туфах и туфогенных породах, а также кимберлитах, существенно отличающихся по минералогическим и химическим особенностям продуктов выветривания. Кроме различий в составе минералов легкой и тяжелой фракций различных типов КВ, существенно отличаются они по составу глинистых минералов. Уже в нижней зоне КВ терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя СП содержится диоктаэдрическая гидрослюда ($b = 0,900$ нм) в виде смеси политипных модификаций 1М и 2М1 ($1М > 2М1$), триоктаэдрический хлорит ($b = 0,922$ нм) и серпентин ($b = 0,935$ нм). В средней зоне КВ хлорит и серпентин полностью исчезают. Подвергается существенной деградации также гидрослюда 1М (как менее устойчивая по сравнению с 2М1), причем трансформационные процессы в структуры гидрослюды 1М обуславливает значительное увеличение количества разбухающих слоев, в то время как гидрослюда 2М1 остается относительно стабильной. В результате указанных трансформаций содержание гидрослюды 1М к верхам профиля резко снижается, поэтому здесь наблюдается преобладание политипа 2М1 ($2М1 > 1М$). Характерными для КВ пород трапповой формации являются $Mg-Fe^{3+}$ монтмориллонит, ассоциирующий с примесью вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования и каолинита. Для изученных нами разностей ультраосновных пород (кимберлитов) СП характерны агрегаты 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 нижней зоне КВ таких пород содержится примесь хлорита ($b = 0,920$ нм), сепиолита, ди- триоктаэдрического $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита ($b = 0,905$ нм) и гидрослюды ($b = 0,900$ нм) 1М, ассоциирующей с монтмориллонит-гидрослюдистыми смешанослойными образованиями, относящимися в последних двух случаях в продуктах частичной диоктаэдризации флогопита. В средней зоне отмечается последовательное увеличение количества гидрослюды, а серпентин представлен только слоями А. Увеличивается также содержание как $Mg-Fe$ -хлорита, так и близкого к собственно Mg -разновидности, а также $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита. В нижних зонах КВ является возникновение за счет первичных гипогенных минералов гипергенного хлорита. В средней зоне наибольшее развитие имеют разбухающие минералы, в основных и ультраосновных породах относящиеся не только к собственно диоктаэдрическому, но и близкому к триоктаэдрическому с прогрессирующей диоктаэдризацией типу, увеличивающемуся по концентрации вверх по профилям выветривания. Сравнительный анализ рассмотренных выше 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. Указанная методология позволяет дифференцировать в КВ и продуктах их переотложения на структурном уровне одни и те же видовые разновидности первичных минералов, а также идентифицировать вторичные слоистые силикаты, различающиеся в последнем случае либо характером заселения октаэдрических позиций в их структуре, либо способом взаимного наложения отдельных силикатных слоев в структуре этих минералов, или их политипией.

Змиевский Ю.П. (АО «Дальгеофизика»).
НОВЫЙ ОБЪЕКТ ЗОЛОТО–МЕДНОПОРФИРОВОГО ТИПА
В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ
(РУДОПРОЯВЛЕНИЕ МЕДНОЕ, ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

На Дальнем Востоке в последние годы выявлены крупные месторождения и перспективные рудопроявления золото-меднопорфирового типа — Песчанка, Малмыж, Лазурное, Малиновское и др. По результатам проведенных АО «Дальгеофизика» в 2013–2015 гг. поисковых работ в пределах Пони-Мулинского рудно-россыпного узла, прогнозируется ещё один крупный объект данного типа – рудопроявление Медное. Рудопроявление расположено на правом берегу р. Амур в 60 км к юго-востоку от г. Комсомольска-на-Амуре. Находится в пределах Приамурской подзоны Сихотэ-Алинской складчатой системы. Здесь развиты преимущественно песчано-алевролитовые отложения горнопротокской свиты альб-апта, прорванные позднемеловыми интрузивами габбро-монзонит-диоритовой формации. Золото-медное оруденение связано с поздней фазой, представленной мелкими штоками и дайкообразными телами кварцевых диорит-порфириров, которые контролируются Понийской зоной разлома северо-восточного простирания.

Рудопроявление Медное открыто в результате заверки горно-буровыми работами, контрастной вторичной аномалии золота (0,006–2,0 г/т) и меди (0,006–0,3%), с висмутом и молибденом.

Представлено рудопроявление минерализованной дайкой кварцевых диорит-порфириров, которые превращены в кварц-калишпат-серицитовые и кварц-хлорит-калишпат-альбитовые метасоматиты с жилами и прожилками кварц-магнетитового состава. Протяженность рудного тела по геолого-геофизическим данным 2000 м. Вскрыто с поверхности одной канавой и двумя скважинами на глубину до 240 м. Горизонтальная мощность рудного тела изменяется от 38,2 м на поверхности до 74,8 м на глубине (средняя 47,1 м). Содержания золота колеблются от 1,08 г/т до 3,07 г/т (среднее 2,52 г/т), меди — от 1,09 % до 1,74 % (среднее 1,52 %). В отдельных пробах содержания золота достигают 9,5 г/т, меди — 4,8 %. Минеральный состав руд: магнетит, гематит, пирит, пирротин, халькопирит, золото самородное, халькозин, ковеллин, марказит, борнит, блеклая руда, гидроокислы железа.

Оцененные и апробированные ресурсы по категории P₂, подсчитанные по заданным оценочным параметрам для золота (2,5 г/т), составили: золота — 66,0 т, меди — 395,0 тыс. т (среднее содержание 1,5 %).

Некоторые локальные критерии и факторы к прогнозной модели: связь оруденения с малыми порфировыми интрузиями умереннокислого среднего состава; отношение содержаний меди к молибдену в рудах составляет не менее 250; аномалии золота и меди, фиксирующие рудопроявления, обрамляются аномалиями свинца и цинка; развитие кварц-калишпат-серицитовых и серицит-кварц-калишпат-альбитовых метасоматитов с жилами и прожилками кварц-магнетитового состава, присутствие биотита; латеральная зональность метасоматических фаций от центра рудных тел: кварц-калишпатовые метасоматиты → альбит-калишпатовые → биотит-альбитовые (серицит-альбитовые); смена существенно калишпатовых метасоматитов на существенно калиево-натриево-полевошпатовые метасоматиты, при увеличении роли молибдена, с глубиной; приуроченность к положительным магнитным и гравиметрическим аномалиям.

Региональные закономерности: расположение в перивулканической зоне альб-палеогенового Восточно-Сихотэ-Алинского вулcano-плутонического пояса; типовой геодинамической обстановкой формирования оруденения является пояс малых интрузий тыловой зоны активной окраины континента, сменяющийся к западу поясом тыловодужных гранитоидных батолитов с более широким спектром рудных формаций. Анализ геофизических данных позволяет предположить, что оруденение золото-меднопорфирового типа контролируется также линейными структурами северо-западной, ортогональной системой расколов трансформного типа, раскрытие которых происходило в период релаксации и в связи с изменением движения субдущирующей плиты с северо-западного на север-северо-западное, отражением которого является Центральный Сихотэалинский сдвиг.

**Иванов А.И., Конкин В.Д., Котельников Е.Е., Захаров И.О.,
Тихомиров И.П. (ФГУП ЦНИГРИ).**

ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РУДНЫХ ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ БОДАЙБИНСКОГО РАЙОНА

Анализ информации о критериях и признаках золотоносности Бодайбинского рудного района показал, что в его пределах проявлены прямые и косвенные поисковые признаки, отражающие закономерности размещения золоторудной минерализации золото-кварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций. Ведущую роль имеют месторождения с рудными залежами золотосульфидно-кварцевой формаций с двумя геолого-промышленными типами — жильного и минерализованных зон на различных литолого-стратиграфических уровнях разреза черносланцевой формации. Черносланцевые толщи, вмещающие золотое оруденение, размещаются на всех иерархических уровнях от среднего рифея до венда включительно, входя в состав разрезов бужуйхтинской свиты, верхов хомолхинской — низов имнянской свит, середины-верхов аунакитской свиты, середины догалдынской свиты и илигирской свиты.

Золотоносность, как рудного района, так и его рудных узлов, обусловлена наличием сходных элементов-признаков:

- структурные — участки нарушения линейной складчатости флексуро- и коленообразными изгибами и разноамплитудными системами складок более высоких порядков с формированием складок волочения, зон «вязких» разломов; ундуляции шарниров складок, участки максимального проявления тектонического расщепления субпараллельных осевым плоскостям складчатых структур зоны повышенного тектонического расщепления в призмковых частях антиклинальных складок;
- литолого-фациальные — комплексы и толщи пород, характеризующиеся наличием карбонатной составляющей как в матрице пород (карбонатсодержащие песчано-алевро-аргиллитовые пачки и горизонты), так и прослоев, и линз карбонатных пород, пачки с горизонтами, вмещающими сингенитичную пиритовую минерализацию;
- метасоматические — метасоматиты железо-магнезиально-карбонатного и березит-лиственитового составов с жильной, жильно-прожилково-вкрапленной кварц-сульфидной минерализацией, часто со стержневыми (столбовыми) жилами;
- геохимические — аномалии вторичных ореолов рассеяния золота с изоконцентрами — более 0,003 г/т и мышьяка более 0,01 %, которые имеют широкое площадное распространение; площади вытянуты в субширотном направлении и приурочены к ареалам развития гидротермально-метасоматических образований;
- шлихо-минералогические — наличие золотых россыпей промышленного значения, присутствие знаков россыпного золота рудного облика;
- рудно-минералогические — месторождения и рудопроявления золото-кварц-сульфидной и золото-кварцевой формаций; пункты золоторудной минерализации неясной рудноформационной принадлежности;
- геофизические — зоны «распада» магнитного поля, отвечающие крупным тектоническим нарушениям и локальным осложнениям складчатых структур;

Прогнозные критерии и признаки золотоносности основных обстановок нахождения эталонных месторождений золота учтены при металлогеническом районировании территории. Они легли в основу прогнозно-поисковой модели рудных полей золото-кварц-сульфидной и золото-кварцевой формации в черносланцевых толщах, для которой установлены «сквозные» поисковые признаки золотоносности черносланцевых толщ: ЗСРД третьего и более высоких порядков, осложненные субсогласными со складчатостью тектоническими нарушениями; зоны метасоматитов березит-лиственитового и железо-магнезиально-карбонатного типов с жильной и жильно-прожилковой сульфидной минерализацией; геохимические аномалии золота и мышьяка.

В качестве элементов модели (поисковых критериев и признаков) в табличном виде описаны формационные, литологические, структурные, морфологические, метасоматические, минералогические, геохимические и геофизические характеристики промышленных золоторудных объектов Бодайбинского рудного района.

Элементы созданной прогнозно-поисковой модели, соответствующие поисковым критериям и признакам учтены при выделении и оконтуривании перспективных золоторудных полей — Аунакитское, Анангское, Глубокое, Накатаминское, Владимировское, Волманское, Иллигирское, Ходар-Бериканское, Балахнинское, Бодайбокское, Кяхтинское, Тамаракское, Верхнеэнгажиминское, Сорго, Мало-Макалакское, Макалакское, Додыхтинское — и поисковых участков в их пределах, на которых были проведены детализационные литогеохимические (по ВОР и ПО) съемки, специализированные шлихо-минералогические исследования и заверочные горные (канавы, расчистки) и буровые работы.

Казаков И.И., Стороженко Е.В., Кривко Т.Н. (ОАО «Уральская ГСЭ»). **ПЕРСПЕКТИВЫ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ МАХНЕВСКО-** **АЛТЫНАЙСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ**

Махневско-Алтынайская рудоносная зона расположена на восточном склоне Среднего Урала, протягиваясь узкой субмеридиональной полосой шириной 4–10 км от г. Сухой Лог на юге до р. Синячиха на севере, вдоль Алапаевско-Челябинского глубинного разлома. Далее на север островодужные комплексы, слагающие зону, перекрыты маломощным чехлом Западно-Сибирской платформы. Рудоносная зона представлена вулканогенно-осадочными породами раннего — среднего девона, интродуцированными небольшими габбро-диорит-гранитовыми массивами близкого им возраста (алтынайский комплекс): Верхне-Синячихинский, Ялуниногорский, Исаковский, Гостьковский, Восточно-Артемовский. Вблизи массивов вулканогенно-осадочные породы вмещают многочисленные дайковые тела диоритоидов, гранитоидов, реже габброидов. В пределах зоны известны многочисленные медно- и золоторудные проявления и зоны сульфидной вкрапленности, часто приуроченные к указанным массивам и их обрамлению.

Данная зона выделялась рядом исследователей как перспективная на выявление месторождений медно-порфирикового типа под названиями Махневско-Алтынайской структурно-фациальной зоны (Федорова И.Б. и др., 1978), Алапаевско-Сухоложской зоны меднопорфировой минерализации (Грабежев А.И., 2015) и др.

В ходе работ по геологическому доизучению масштаба 1:200 000 (объект «Алапаевская площадь») в 2015 году ОАО УГСЭ был пройден субширотный профиль картировочных скважин через центральную часть Восточно-Артемовского массива. Скважинами вскрыты кварцевые диорит-порфиры, плагиогранодиорит-порфиры, плагиогранит-порфиры интенсивно метасоматически измененные, участками брекчиевидные, с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией. Наиболее интенсивно метасоматическая проработка, сопровождаемая сульфидной минерализацией, отмечается в керне скважин 10 и 11 в западном эндоконтакте массива. По указанным скважинам произведено керновое опробование в количестве 60 проб общей длиной 100,6 пог.м (средняя длина пробы — 1,5 м). По результатам количественного анализа проб атомно-абсорбционным методом на Cu, Zn, Pb в скважине 11 получены промышленные концентрации меди — в интервале глубин 4,9–24,0 м среднее содержание Cu

— 0,43% (минимальное 0,29 %, максимальное 0,7 %), в интервале 54,0–58,5 м — 0,31 % Cu. Выявленное проявление было названо нами Северо-Артемовским.

В 1,2 км к ЮВ расположено Восточно-Артемовское проявление меди, выявленное в диоритоидах по результатам ранее проведенных поисковых работ на Шогринской площади (Коровко А.В., 2004). Доказана его принадлежность к объектам медно-порфирового семейства. Оба проявления локализуются в пределах выделенной рудоперспективной Артемовской зоны СЗ простирания, характеризующейся на плане изолиний ВП-СГ аномальными значениями η_k , — до 3–4%. Длина зоны 2200 м, ширина 600–700 м, площадь 1 423 000 м². Содержания меди составляют 0,2–0,5 %, иногда до 0,77 %. При проведении поисковых и геологосъемочных работ в пределах Артемовской зоны пробурено 24 скважины глубиной от 9,5 до 100 м. Общий объем бурения составил 457 м. Выявлено 8 интервалов рудной минерализации с содержанием меди 0,3% и выше. Мощность интервалов составляет 1,5–19,1 м, суммарная мощность 49,4 м, среднее содержание меди — 0,41 %. Коэффициент рудоносности составил 0,177. Авторские прогнозные ресурсы меди категории Р₂ до глубины 100 м оцениваются в 260 тыс. т. При вовлечении в расчет интервалов с содержанием меди от 0,2 % и выше, суммарная мощность вскрытых рудных интервалов увеличивается до 72,9 м, а коэффициент рудоносности до 0,261. Среднее содержание меди при этом уменьшается до 0,36 %, а прогнозные ресурсы возрастают до 340 тыс.т.

Артемовская рудоперспективная зона является частью выделяемого нами Восточно-Артемовского меднорудного потенциального поля, пространственно совпадающего с областью развития диоритоидов Восточно-Артемовского массива. Здесь известно также Западно-Мостовское проявление, расположенное в 4,7 км к ССЗ от Северо-Артемовского проявления, на простирании Артемовской рудоперспективной зоны. А.В.Коровко (2004) выделяет здесь рудоперспективную Западно-Мостовскую зону длиной 1200 м. Прогнозные ресурсы меди кат. Р₁ определены им для этой зоны до глубины 100 м в количестве 90 тыс.т, при среднем содержании меди 0,31%. Эти ресурсы не были утверждены, так как не соответствуют современным Требованиям. Рассматриваются нами как ресурсы кат. Р₂. Суммарные прогнозные ресурсы меди кат. Р₂ по Восточно-Артемовскому потенциальному меднорудному полю оцениваются нами на сегодняшний день в количестве 260 + 90 = 350 тыс.т.

Таким образом, проведенными работами выявлено перспективное Северо-Артемовское проявление, подтверждена перспективность Махневско-Алтынайской рудоносной зоны на молибден-меднопорфировое оруденение. Прогнозные ресурсы меди рудоносной зоны в целом оцениваются по категории Р₃ для листа О-41-XX в количестве 740 тыс.т. Необходимо дальнейшее изучение зоны прогнозно-поисковыми работами. Севернее (лист О-41-XIV), под маломощным осадочным чехлом, изучение необходимо начинать с региональных геологосъемочных работ с небольшим объемом буровых работ (ГДП-200, объект «Махневская площадь»).

**Коваленкер В.А., Абрамов С.С., Киселева Г.Д., Крылова Т.Л.,
Языкова Ю.И. (ИГЕМ РАН).**

ТИПОМОРФНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ КАК ОСНОВА ИХ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Интерес к порфировым месторождениям определяется их выдающейся ролью в обеспечении мировой экономики Cu, Mo, а также Au, Re и другими металлами (Seedorff et al., 2005). В последние годы после открытия гигантских Au-Cu-Mo порфировых месторождений на СВ Китая и Ю. Тибете (Hou et al., 2009) внимание привлечено к месторождениям, ассоциированным с высококалийевыми известково-щелочными и шошонитовыми магматическими сериями, в т.ч. с адакитами во внутриплитных внесубдукционных обстановках. Такие месторождения известны главным образом в Центрально-Азиатском складчатом поясе и его обрамлении.

Близкое геодинамическое развитие и природа магматизма характерны и для Восточного

Забайкалья, который представляет собой южную окраину Монголо-Охотского орогенного пояса, тяготеет к северо-восточной окраине Восточно-Монгольской области позднемезозойского внутриплитного высоко-К известково-щелочного (шошонитового) магматизма, в том числе адакитового (Тausон и др., 1985; Берзина и др., 2013?), магматизма и развивался в зоне палеосубдукции в обстановке коллизии континентов при закрытии Монголо-Охотского океана (Зоненшайн и др. 1990; Ярмолук и др., 2013). Сидерофильно-халькофильный металлогенический профиль этого региона обусловлен развитием месторождений Mo, W, Fe, Cu, Au, Pb-Zn, U, TR, т.ч. крупных и гигантских, и множества рудопроявлений. В плане прогнозирования здесь новых промышленно-важных объектов наибольший интерес нами связывается с Mo(W)–порфировым и Cu- Au- скарново-порфировым типами месторождений, представленных здесь соответственно Бугдаинским и Быстринским месторождениями.

Выполненные нами сравнительные детальные исследования минералогии и геохимии руд, петрогеохимической специфики магматизма, флюидного режима, источников рудного вещества и минералообразующих растворов позволили выявить характерные признаки этих месторождений, обладающих отчетливо контрастной, соответственно молибденовой и медной, геохимической специализацией. Показано, что основными индикаторными характеристиками этих месторождений являются: (1) адакитовый характер ассоциированного с минералообразованием магматизма; (2) многообразие минеральных форм и многоэлементность (Fe, Cu, Au, Ag, Ni, Co, Zn, Pb, Mo, Te, W, U, Th, REE, TR, PGE и др.) руд; (2) мультистадийность и телескопирование в развитии рудообразующего процесса; (3) широкие вариации РТ-параметров, солености и состава минералообразующих флюидов, (4) магматическая природа флюидов на ранних (порфировых) стадиях процесса с увеличением доли метеорной составляющей по мере его развития; (5) гибридный (мантийно-коровый) состав источника основных рудогенных компонентов. Эти характеристики, указывающие на сходство изученных месторождений с гигантскими Cu-Mo-, Cu-Au- и Mo- порфировыми и скарново-порфировыми месторождениями Большого Хингана и Тибета в Китае (Hou et al., 2009), предлагается использовать в совокупности с геологическими и структурно-тектоническими критериями на стадии прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ в областях развития внутриплитного магматизма повышенной щелочности.

Работа выполнена в рамках проекта 72-4 «Типоморфные характеристики рудообразующих систем магматогенных месторождений в геолого-тектонических обстановках с многометальной специализацией (Au, Ag — Cu, Pb, Zn — Mo, Sn, W, TR)» НИР ИГЕМ РАН при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-05-00622).

**Конкин В.Д., Иванов А.И., Котельников Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ).
К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ РУДНОГО ЗОЛОТА
ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩ БОДАЙБИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА**

Бодайбинский золотоносный рудный район выделен в составе Мамско-Бодайбинской структурно-металлогенической зоны Байкало-Патомской (Ленской) золотоносной провинции. В геологическом плане его площадь эквивалентна структурно-формационной подзоне одноименного Мамско-Бодайбинского *мегасинклинорного прогиба*. В данном сообщении обобщены результаты работ по оценке прогнозных ресурсов, отраженных в работах геологов ВСНИИГГиМС «Иркутскгеофизика» (Г.Л. Митрофанов, В.В. Коткин и др.), ЦНИГРИ (И.Ф. Мигачев, И.А. Карпенко). Основой доклада служат результаты работ авторов за 2013–2015 гг. по оценке перспектив золотоносности черносланцевых толщ Бодайбинского района.

Золотоносность Бодайбинского района доказана прямыми признаками золотого оруденения — 16 месторождений (в том числе сверхкрупное по запасам месторождение Сухой Лог) с рудными залежами в толщах черносланцевой формации и десятки рудопроявлений, наличием уникальных месторождений россыпного золота, из которых добыто более 1,5 тыс. т золота. В соответствии с принятой классификацией золоторудных месторождений выделяются два геолого-промышленных типа: *золото-сульфидно-кварцевый* (минерализованные зоны с

жильно-прожилковыми и прожилково-вкрапленными залежами — месторождения Сухой Лог, Голец Высочайший, Верное, Невское, Перевальное) и *золото-кварцевый* (жилы и системы жил — месторождения Кавказ, Догалдынская жила). На ряде месторождений оба этих типа пространственно совмещены (Западное, Первенец, Копыловское, Красное, Сухой Лог и др.)

Месторождения и рудопроявления золота в *толщах флишеидного строения различных иерархических уровней черносланцевой формации* контролируются зонами разнопорядковых складчато-разрывных дислокаций (ЗСРД) с до- и синрудным рассланцеванием. Как правило к ним приурочены *рудовмещающие минерализованные зоны* с метаморфогенно-метасоматическими образованиями железо-магнезиально-карбонатного состава и более поздними гидротермально-метасоматическими образованиями березитоподобного состава (серицит ± мусковит, пирит ± пирротин, доломит ± анкерит ± кварц) и жильное и жильно-прожилковое окварцевание. ЗСРД характеризуется следующими параметрами: длина зон варьирует от 40 км до 50 км (средняя 45 км), ширина от 3 км до 7 км (средняя 4 км). Средняя площадь = 180 км², которая соответствует площади рудного поля в черносланцевых толщах флишеидного строения.

Минерализованные зоны (от 1 до 3) мощностью до 500 м и протяженностью до 15-25 км, локализуются в различных фрагментах ЗСРД. При средней длине = 15 км и общей мощности 3-х рудовмещающих зон — 1500 м, средняя площадь минерализованных зон составит = 22,5 км², которая принимается как *средняя площадь месторождения* в черносланцевых толщах флишеидного строения Южно-Бодайбинского РУ.

В их пределах локализуются от 1 до 5 *рудных зон* мощностью от 1 до 55 метров (средняя = 25 м) и протяженностью от 0,5 км до 5 км (средняя 3 км) с золоторудными телами (*по данным опробования*), как правило, той же мощности.

На основе составленной карты золотоносности масштаба 1:100 000 на структурно-формационной основе с использованием комплекса информации масштабов 1:100000 — 1:50 000 и детальнее о золотоносности площади, определены особенности геолого-структурного плана строения рудных узлов, рудных и потенциально рудных полей и проведено уточненное металлогеническое районирование Бодайбинского золоторудного района.

Согласно принципам соподчиненности, металлогенических таксонов их геологическим эквивалентам выделены структурно-вещественные комплексы площадей рудных узлов, а в их пределах и рудных полей с совмещенными в пространстве рудными телами прожилково-вкрапленных и жильно-прожилковых руд золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой рудных формаций в черносланцевых толщах. Это позволило авторам уточнить алгоритм для оценки прогнозных ресурсов рудного золота категории P_3 и P_2 и предложить комбинированный подход — сочетание прямого расчета (по формуле Быховера с учетом площадной продуктивности) и *экспертной оценки потенциально рудных узлов* с учетом коэффициента их подобия эталонному объекту.

С учетом новых данных о запасах золота в месторождениях с золоторудными телами различных геолого-промышленных типов использован *алгоритм расчета удельной площадной продуктивности рудных полей* (сумма запасов на месторождениях рудного поля и апробированных прогнозных ресурсов категории P_1 и P_2 с переводными коэффициентами в запасы 0,25 и 0,5 соответственно) и *введением коэффициента 0,5 для оценки прогнозных ресурсов категории P_3 рудных узлов* с установленными и перспективными рудными полями.

Для оценки прогнозных ресурсов рудного золота категории P_3 применен комбинированный подход — сочетание прямого расчета (по формуле Быховера с учетом площадной продуктивности эталонных рудных полей для каждого из выделенных рудных узлов) и *экспертной оценки площадей потенциально рудных узлов* с учетом коэффициента их подобия эталонному объекту. Это позволило провести оценку прогнозных ресурсов категории P_3 как рудного района в целом, так и выделенных в его пределах рудных и потенциально рудных узлов.

Выделены и оценены прогнозные ресурсы рудного золота 3-х золоторудных узлов с установленными золоторудными полями (выявлены месторождения и рудопроявления) и 2-х с прогнозируемыми золоторудными полями. Уточнена принадлежность установленных, но не доизученных золоторудных проявлений к площадям потенциально рудных полей и проведена

актуализация оценки их прогнозных ресурсов по состоянию на 01.01.2016. При этом из оценки прогнозных ресурсов категории P_3 были исключены прогнозные ресурсы, реализованные по категориям P_2 и P_1 и в запасы.

В результате в нераспределенном фонде недропользования по состоянию на 01.01. 2016 на площади Бодайбинского рудного района остаточные прогнозные ресурсы рудного золота категории P_3 составляют 2360 т. В том числе на площади рудных узлов: Кулебрянский ПРУ — 150 т, Хомолхинский РУ — 280 т, Маракано-Тунгусский — 1240 т, Анангро-Аунакитский — 137 т и Южно-Бодайбинский — 553 т.

Для оценки прогнозных ресурсов рудного золота категории P_2 согласно уточненным требованиям, необходима информация о параметрах минерализованных и рудных зон на площади рудного поля опоискованного комплексом геологических, геохимических, геофизических работ в масштабе 1:25000 – 1:10000 и детальнее с горными выработками для выявления параметров рудных зон с рудными пересечениями на двух-трех профилях (шаг 100–200 м). Для оценки прогнозных ресурсов категории P_1 , кроме указанной выше информации, необходима заверка рудных пересечений по их падению буровыми выработками на двух профилях с шагом 100м.

Доклад иллюстрируется картой масштаба 1:100 000 (с врезками масштаба 1:50000) золотоносности на структурно-формационной основе, схемой масштаба 1:100 000 золотоносности на геохимической основе с метаморфогенно-метасоматическими образованиями, картой аномалий магнитного поля с элементами золотоносности, картой аномалий гравитационного поля с элементами золотоносности и схемой металлогенического районирования на рудное золото Бодайбинского рудного района.

Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПРОГНОЗ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КРУПНООБЪЕМНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С БОНАНЦАМИ ЗОЛОТА В РОССЫПНЫХ РАЙОНАХ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Коренные источники россыпей могут долгое время оставаться неустановленными.

Так, на Успенско-Троицком участке Шаманского узла Западных Саян, где до 1956 года из крупной россыпи было добыто 19,3 т золота, поиски коренных источников на склонах золотоносных долин оказались безрезультатными. Лишь в 2007 году в восточной части полигона этой россыпи под отвалами вскрышных пород были обнаружены 4 тела с прогнозными ресурсами P_2 — 23 т золота при среднем содержании 9,8 г/т. Два из них имели продольную и два — поперечную напластованию пород ориентировку. На пересечениях рудоносных структур под богатыми участками россыпи, в гравелитах и черных сланцах флишевой верхнешаманской подсквиты раннего кембрия, прогнозируются 4 штокверка золото-сульфидно-кварцевых руд в альбит-кварц-анкеритовых метасоматитах. Зоны окисления этих штокверков, с содержаниями до 19,7 г/м³, были отработаны нашими предками по россыпной технологии до глубины 18 м. По проектируемым буровым работам ожидается локализовать прогнозные ресурсы категории P_1 — 60 т в первичных рудах.

В Верхнеамыльском золотоносном узле Западных Саян из россыпей рек Акулька, Изинзоль и Кундус-Суг с притоками с 1838 по 2012 годы добыто свыше 20 т золота. Этот узел сложен толлейтовой андезибазальтовой формацией с элементами сланцевой углеродистой и флишеидной. Породы смяты в складки СВ простирания и прорваны продольными дайками гранитоидов. Коренная золотоносность на уровне 1,2–1,5 г/т установлена в дайках гранитоидов, пронизанных поперечными жилами и прожилками золото-сульфидно-кварцевого состава, аналогичными лестничным жилам уникального Березовского месторождения Среднего Урала.

Однако, основная роль в размещении богатых россыпей принадлежит не дайкам, а поперечным к ним оруденелым зонам рассланцевания, брекчирования и сульфидизации в андезибазальтах. Они идентичны богатым красичным жилам Березовского месторождения-аналога. Одно разведочное пересечение мощностью 4 м с содержанием золота 19,6 г/т было получено

по целику красичной зоны на участке Седьмой Ручей в плотике отработанной россыпи. Окисленные руды других подобных зон были отработаны на глубину в первые десятки метров открытым и подземным способами под аллювием рек и элювиально-делювиальными отложениями в бортах долин. Ожидается буровыми работами под богатыми «струями» россыпей на участках Успенский, Седьмой ручей и Лагерный выявить красичные жилы и минерализованных зоны и локализовать прогнозные ресурсы золота категории P_1 — 60 т.

Для Ортон-Балыксинского рудного района Кузнецкого Алатау характерны стратоидные залежи прожилково-вкрапленных руд в горизонтах граувакковых песчаников флишевой толщи. Крупнообъемная залежь месторождения Федоровское 1 (протяженность 1560 м, мощность 66 м, глубина до 224 м), имеет прогнозные ресурсы категории P_1 — 92 т при содержании 1,75 г/т. Эта залежь отделена водоразделом от знаменитой россыпи р. Федоровка, из которой в 1-ой половине XIX века было добыто 12 т золота. В качестве коренного источника россыпи прогнозируются 3 стратоидные зоны под делювиальными отложениями бортов реки и аллювием в ее днище. Именно там, наши предки многоэтажными подземными лавами разрабатывали окисленные части рудных зон с бонанцами золота. Проектируется разбурить зоны под отработанными окисленными рудами в долине р. Федоровка и локализовать в них прогнозные ресурсы категории P_1 — 60 т.

Определение фактических содержаний золота в прогнозируемых залежах с бонанцами золота выполняется по балансу металла, извлеченного в продукты обогащения из групповых проб, составленных из полных масс рядовых проб разведочных пересечений. На методику имеется патент на изобретение RU № 2383889 С1. 10.03.2010. Протоколом ЭТС ФБУ ГКЗ от 18 ноября 2014 г. рекомендовано легитимное использование методики в качестве способа контроля качества рядового опробования при оценке прогнозных ресурсов и подсчете запасов.

**Кузнецова Т.П., Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ И
РУДНОГО АЛТАЯ**

Полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения Рудного Алтая локализованы в отложениях контрастной базальт-риолит-кремнисто-терригенной формации среднего и позднего девона. Большинство рудных тел приурочено к дистальным фациям вулканизма и имеют пластовую, пластообразную или линзообразную форму, согласную с напластованием вмещающих пород. Главные рудные тела располагаются в разрезе среди тонкого чередования вулканогенных и осадочных пород. Здесь они занимают определенное стратиграфическое положение, локализуясь среди первично кремнистых фаций. Такое положение оруженения прослеживается на многие сотни метров, как по падению, так и по простиранию рудных зон. Минеральный состав руд месторождений довольно простой, главными минералами являются: пирит и сфалерит, второстепенными — галенит, халькопирит и блеклая руда, редкими — марказит, пирротин, рутил, магнетит, сульфосоли и др. Стратиформные залежи и штокверковые рудные тела зон подводящих каналов претерпели контактовой метаморфизм. Рудные тела изученных месторождений и выделенные в их пределах минеральные ассоциации в достаточно полной мере отвечают стадийному, характеру гидротермально-осадочного и метаморфогенного минералообразования. В рудах развиты три генетические группы структур и текстур руд. Структуры и текстуры первой группы (седиментационные) имеют подчиненное распространение, занимая около 25–30 %. Вторая группа — это структуры и текстуры, возникшие в результате метаморфической перекристаллизации под действием позднедевонских гранитоидов. Эта группа текстур и структур руд пользуется на месторождении наименьшим распространением. Третья группа представлена структурами и текстурами, образующимися в процессе метасоматического замещения пород и руд и в результате заполнения открытых полостей. Эта группа пользуется на месторождении наибольшим распространением, занимая около 70 %.

Серебро-полиметаллические колчеданно-полиметаллические месторождения, Приаргунской СФЗ локализованы в отложениях средне-позднеюрской последовательно дифференцированной вулканогенно-кремнисто-терригенной формации. Рудные тела и зоны рудной минерализации имеют пластообразную форму, приурочены к проксимальным фациям вулканизма и контролируются синвулканическими нарушениями и связанными с ними зонами трещиноватости. Минеральный состав руд характеризуется большим разнообразием. Следует отметить, что наряду с традиционными для свинцово-цинковых и полиметаллических руд главными и второстепенными минералами, (сфалерит, галенит, пирит, арсенопирит, марказит, халькопирит), в рудах наблюдаются аномально высокие содержания сульфосолей свинца и серебра. Редко встречаются самородные золото и серебро, касситерит, молибденит, станнин, висмутин. Преобладающим развитием в рудах пользуются вкрапленные, гнездово-прожилково-вкрапленные текстуры и кристаллически-зернистые структуры, свидетельствующие об отложении минеральных агрегатов метасоматическим путем или в результате заполнения открытых полостей. В то же время, структурным травлением в сульфидных агрегатах выявлены участки гранобластовой структуры с реликтами почковидного, зонально-коллоидного и тонкодисперсного строения, типичного для руд вулканогенно-осадочного генезиса.

Таким образом, серебро-полиметаллические месторождения Восточного Забайкалья в отличие от месторождений Рудного Алтая, характеризуются большим разнообразием химического и минерального состава руд, аномальными содержаниями сульфосолей свинца и серебра, преимущественным развитием метасоматических структур и текстур и другими особенностями. По-видимому, эти различия отражают изменение условий локализации оруденения, обусловленные изменением характера вулканизма от существенно риалитоидного (Рудный Алтай) к существенно базальтоидному (Восточное Забайкалье).

Кузнецов О.Б., Кузнецова В.Г. (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»).
ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГРАФИТА В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Для России основным геолого-промышленным типом (ГПТ) месторождений кристаллического графита является тип вкрапленных чешуйчатых графитовых руд, объединяющий несколько подтипов: расположенных в гнейсово-мигматитовых комплексах (тайгинский подтип-Тайгинское месторождение); в мраморно-гнейсовых, мраморно-сланцевых слабо мигматизированных комплексах (завальевский Союзное месторождение); в кристаллических сланцах, плагиогнейсах, кварцитах (надеждинский-Надеждинское месторождение).

В качестве геолого-генетической модели для графитовых месторождений тайгинского подтипа предлагается следующая схема событий, происходивших в районе Тайгинского месторождения и других, близко расположенных Развитие Сысертско-Ильменогорского гнейсово-мигматитового комплекса, происходило в течение двух этапов регионального метаморфизма: плагиогранитного и гранитного, каждый из которых сопровождался на заключительной стадии процессами кислотного выщелачивания и окварцевания. В результате плагиогранитного метаморфизма формируются вкрапленные графитовые руды

Поведение графита в условиях начавшейся гранитизации и мигматизации, сопровождавшихся интенсивной калишпатизацией локально наложившейся оказывался неустойчивым и в результате горения переходил в газ, образуя СО и СО₂, из которых он мог снова образоваться только по мере снижения фугитивности кислорода и возрастания отношения углерода к водороду. Одним из важных факторов, влияющих на устойчивость графита, кроме температуры и соотношения С-О-Н, были окислительно-восстановительные условия.

Основными факторами реализации геолого-генетической модели графитовых месторождений тайгинского типа являются: исходные породы с рассеянным органическим веществом, тектоническая подготовленность структуры, определенные физико-химические условия, проявляющиеся в амфиболитовую и гранулитовую фации метаморфизма, и отсутствие широкого развития гранитного анатексиса и калишпатовой минерализации.

К завальевскому подтипу графитовых месторождений на территории России отнесено

Союзное месторождение. В нижнепротерозойское время в условиях существовавшего в районе М. Хингана протогеосинклинального геодинамического режима сформировалась структура Союзного месторождения, имеющая складчато-блоковое строение. На рубеже нижнего и верхнего протерозоя складчато-блоковая структура перекрывается надвинутым на нее верхнепротерозойским хинганским комплексом пород, в основании которых лежит нижекарбонатная, или дитурская свита. Последняя, преимущественно карбонатная, образовала своего рода непроницаемый экран на пути глубинных и внутривулканических флюидов.

Флюидные потоки, содержащие в своем составе углеродистую компоненту удерживались непроницаемым экраном карбонатных пород и проникали в рассланцованные, трещиноватые толщи союзненской и промежуточной свит, отлагая в областях охлаждения и смены щелочно-кислотного режима, углеродистую составляющую в виде графита.

В формировании месторождений кристаллического графита надеждинского подтипа выделяются три этапа: прерудный, рудный и пострудный. В прерудный этап вещественные неоднородности в земной коре положили начало формированию Иенгского литоплинта, а в его составе гранито-гнейсовых овалов, в том числе Нижнетимптонского. Инфраструктура литоплинта образовалась под влиянием подвижных зон протеразломов с формированием комплексов пород, которые были подвержены региональному метаморфизму гранулитовой фации и послемигматитовому метасоматозу. В прерудный этап проявились натриевые и натрий-калиевые флюиды, в результате которых формировались плагиограниты, мигматиты, энтербиты и слабо проявленные метасоматиты фации кислотного выщелачивания. Формирование существенно плагиоклазовых пород связано с изменением флюидного режима в сторону усиления окисленных компонентов (Н, СО, О) и привноса — выноса элементов. На завершающей стадии усиливается роль К₂О, Н₂О, серы во флюидном потоке, образуются вкрапленные графитовые руды. В рудный этап в краевых частях сводов по глубинным зонам разломов поступают углеродсодержащие флюиды, из которых формируются массивные графитовые руды трассирующие осевые части зон разломов.

В пострудный этап на графитовые руды накладывается катаклаз и бластез в зонах активизированных разломов.

Кряжев С.Г., Васюта Ю.В., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Применяемый в ЦНИГРИ комплекс поисковых термобарогеохимических методов разработан на основе результатов многолетних исследований эталонных месторождений золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой и золото-серебряной формаций. Установленная закономерная связь между уровнем продуктивности (золотоносности) жильно-прожилковых зон и составом включений в жильном кварце позволяет использовать термобарогеохимические данные в качестве эффективных прогнозно-поисковых критериев.

В наиболее полном варианте комплекс включает три метода.

Термолюминесцентный анализ заключается в регистрации интенсивности свечения кварца в процессе повышения температуры от 100 до 400°С. Получаемый спектр является наиболее доступным и вместе с тем весьма чувствительным индикатором условий минералообразования. Параметры спектра определяются всевозможными вариациями составов и концентраций точечных (структурных) включений в минерале, РТ-условий его кристаллизации и перекристаллизации и т.п. В большинстве случаев золотоносный кварц в отличие от «фоновый» характеризуется аномально высокой пиковой интенсивностью термовысвечивания. Эффективность, экспрессность и малозатратность метода позволяет выполнять большое число анализов и применять его в качестве «базового» при термобарогеохимическом картировании с целью выделения областей развития кварца продуктивных генераций, выявления элементов температурной зональности и оценки относительного уровня эрозионного среза жильных зон.

Валовый анализ включений обеспечивает количественное определение воды, углекислоты и углеводов газовой хроматографией, анионов (Cl, SO₄ и др.) ионной хроматографией, катионов (Na, K, Ca, Mg) и микроэлементов (As, Sb, Au, Ag и др.) методом ICP MS в одной навеске минерала (1 г, 0.5–0.25 мм). На практике полный цикл анализа выполняется только при проведении опытно-методических работ на эталонных рудных объектах с целью выявления и обоснования поисковых термобарогеохимических критериев применительно к конкретному типу оруденения. По результатам этих работ из большого числа признаков выбирают наиболее информативные показатели, что позволяет существенно сократить затраты времени и средств на выполнение анализа. Например, для золото-кварцевых объектов весьма устойчивым признаком, позволяющим дифференцировать минерализованные зоны по степени перспективности, является содержание газовой фазы (CO₂+CH₄) в жильном кварце, закономерно возрастающее в ряду «безрудные жилы → рудопроявления и мелкие месторождения → крупные золоторудные поля». Немаловажным обстоятельством является то, что размеры газовых ореолов значительно превосходят размеры рудных тел. При этом максимальное количество газовых включений фиксируется в верхнерудной зоне месторождений, что позволяет предполагать существование газогеохимических аномалий и над скрытыми рудными телами.

Микротермометрия флюидных включений является наиболее точным методом определения температур и давлений минерало- и рудообразования, а также концентраций солей и газов в минералообразующих растворах.

Адаптация данного комплекса методов к конкретным условиям поисков заключается в разработке оптимального сочетания термобарогеохимических показателей и определении их точных числовых характеристик. В большинстве случаев критериями выделения и оценки потенциально перспективных участков жильно-прожилковых зон служат температуры и интенсивности пиков термолюминесценции в комплексе с параметрами газовой фазы флюидных включений в кварце (CO₂+CH₄, CO₂/CH₄).

В докладе приводятся примеры использования термобарогеохимических методов при поисковых работах на золото в различных геологических обстановках.

Лаломов А.В. (ИГЕМ РАН).

ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РОССЫПИ ОЛОВА ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСТУПОВ

В мире доля россыпных месторождений в общем объеме добычи составляет 53.4 % (в Азии — 80,5 %), в России (на конец 1990-х гг.) из россыпей добывалось 25 %. Запасы олова в россыпях по категориями А+В+С₁ составляют 210 393 т (12,4 % общероссийских запасов).

После резкого падения цен на олово и перехода к рыночным экономическим отношениям в начале 90-х XX века добыча олова в России практически прекратилась. В последние годы стоимость олова стабильно выросла до 20–25 тыс. долларов за тонну. Преобладание олова в балансе добычи по сравнению с балансом запасов указывает на интерес горнодобывающей промышленности к этому типу месторождений и более высокую экономическую эффективность при отработке россыпей.

Наиболее широко распространенным перспективным типом считаются гетерогенные оловянные россыпи тектонических уступов (ОРТУ), содержащие около 70% балансовых запасов и ресурсов. Наиболее известные месторождения этого типа: Валькумей (Чаунская губа), Чокурдах (Ванькина губа), Тирехтях (Депутатский оловоносный район), Западная (Ляховский оловоносный район)

Среди прогнозно-поисковых критериев ОРТУ можно выделить:

1. Региональные:

Приуроченность к крупным провинциям развития оловорудной минерализации.

Области блоковой неотектонической активизации в пределах континентальных окраин пассивного типа

Приуроченность к межгорным структурно-тектоническим впадинам, приморским равнинам и шельфовым областям.

Региональное развитие россыпей олова.

2. Локальные:

положение потенциальной россыпи в зоне активного тектонического уступа с разнонаправленными движениями в пределах стыкующихся блоков в зонах шельфовых прогибов и областей периконтинентального опускания, внутригорных впадин областей континентального рифтогенеза и тектоно-магматической активизации.

Пространственная связь с интрузиями гранитоидов (вскрытыми или нескрытыми), а также породами дайкового комплекса, расположенными в пределах приподнятых блоков.

Наличие оловорудной минерализации касситерит-кварцевого и касситерит-силикатного типов в виде кварц-сульфидных жил, линейных прожилково-жильных зон и минерализованных штокверков вне зависимости от масштаба коренных объектов.

3. Геофизические:

аномалии типа «гравитационная ступень», кулисно смещенные относительно друг друга с изменением поля до 100 мгл отвечают зонам тектонических уступов.

примыкающие к ним отрицательные гравитационные аномалии с контрастностью 15–17 мгл изометричной формы могут свидетельствовать о наличии гранитоидных интрузий.

совмещенные с изометричными отрицательными гравитационными аномалиями положительные магнитные аномалии дугообразной формы могут быть интерпретированы как экзоконтактовые зоны массивов.

4. Литолого-геоморфологические:

Наличие кор химического выветривания раннекайнозойского этапа, сохранившихся, как правило, только в пределах опущенных блоков.

Расположение россыпей в пределах склонов положительных структур и опущенных блоков в непосредственной близости от коренных источников.

Ориентировка россыпей контролируется структурно-тектоническими факторами: в пределах приподнятых блоков — вкрест простираения уступа, в пределах, опущенных — вдоль уступа.

Лаптев М.М. (ФГУП ЦНИГРИ).

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ МЕТОДОМ СДВР ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ УЧАСТКОВ РАНГА КУСТА КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ ПРИ ПОИСКАХ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ

Связь кимберлитовых тел с зонами разломов, с оперяющими и поперечными тектоническими нарушениями, с узлами их пересечения установлена на территориях Архангельской и Якутской алмазодобывающих провинций. Тектонические зоны повышенной проницаемости являются элементами разработанной в ЦНИГРИ геолого-геофизической прогнозно-поисковой модели куста кимберлитовых тел. Они, как правило, выделяются аномалиями горизонтального градиента поля силы тяжести, зонами положительных высокочастотных аномалий магнитного поля и аномалиями повышенной электрической проводимости. Поэтому, для выделения перспективных локальных участков ранга куста кимберлитовых тел используются данные гравиметрических, аэромагнитных и электроразведочных съемок. При этом, по нашему многолетнему опыту, с положительной стороны зарекомендовали себя электроразведочные методы, применяемые в варианте наземных измерений (СДВР, ПЕЭП, ПЕМП и др.) или в варианте аэроизмерений (ДИП-А, СДВР-А), с помощью которых выполняется структурно-геофизическое картирование изучаемых площадей.

Примерами применения метода сверхдлинноволнового радиоэлектромагнитного профилирования — СДВР для структурно-геофизического картирования могут служить материалы, полученные нами на Кольском полуострове в 2011–2012 гг. (Пялицкая площадь) и в Якутии в 2014 г. (Оленекская площадь), характеризующие соответственно поисковые обстановки Балтийского кристаллического щита и северо-востока Сибирской платформы. Цель картирования — выявление тектонических структур, контролирующих размещение проявлений кимберлитового (лампроитового) магматизма.

В методе СДВР в качестве источника сигнала используются электромагнитные поля радиостанций сверхдлинноволнового диапазона (10–30 кГц), удаленных на сотни и тысячи километров от участков проведения работ. Так, в упомянутых съемках были использованы радиостанции JL (Япония) и ДНО-38 (Германия). Отсутствие собственного генераторного устройства существенно упрощает производство наблюдений. Глубинность исследования геологического разреза, оцениваемая толщиной скин-слоя (в диапазоне СДВ $\delta \approx 3,6 \cdot \sqrt{\rho}$), для кристаллических пород Кольского полуострова достигала 300 м, а для карбонатных и находящихся в криогенном состоянии терригенных пород севера Якутии — 100 м и более. Постановка СДВР при структурно-геофизическом картировании проводится в профильном (маршрутном) варианте с учетом покрытия предварительно выделенных по гравимагнитным данным участков ранга куста кимберлитовых тел сетью субпараллельных маршрутов при расстояниях между ними 500–1000 м. Детализация выполняется при обнаружении линейных и площадных аномалий повышенной электрической проводимости. Шаг наблюдений по профилям 25–50 м. Нами применяется отечественная аппаратура — измерители СДВР-4, разработанные в ЦНИГРИ. В каждой точке профиля измеряются две составляющие электромагнитного поля — электрическая E_r при помощи заземляемой приемной линии MN и магнитная H_ϕ при помощи встроенного в аппаратуру датчика магнитного поля, которые пересчитываются в импеданс $Z = E_r / H_\phi$, а затем по известным формулам в эффективное удельное сопротивление породного массива ρ_z .

Проведенными электроразведочными съемками на Пялицкой и на Оленекской площадях выявлены тектонические нарушения, выраженные линейными аномалиями повышенной электрической проводимости, либо нарушениями прослеживаемости таких аномалий. Применение СДВР позволило уточнить позицию и границы перспективных локальных участков ранга куста кимберлитовых тел, выделенных по гравитационным и магнитным данным, и сконцентрировать заверочные геофизические работы на аэромагнитных аномалиях трубчатого типа, занимающих благоприятную структурно-тектоническую позицию в их пределах.

Мансуров М.И., Каландаров В.Г., Мамедова А.Г., Шамиев Р.А.

(Бакинский государственный университет).

К ЗОЛОТОНОСНОСТИ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕХМАНИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (МАЛЫЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)

Мехманинский рудный район, расположенный в юго-восточной части Лок-Гарабагской зоны на пересечении Агдамского антиклинория с поперечным Далидаг-Мехманинским поднятием; характеризуется телескопированностью разнотипных оруденений, выраженной в одном случае сочетанием медно-порфирового оруденением более поздней наложенной сульфидной минерализаций, а в другом, значительной концентраций сульфидной минерализации на некотором удалении, образуя промышленные скопления руд жильного типа.

Формирование месторождений медно-порфировых руд Лок-Гарабагской зоны, включая Мехманинский рудный район, в частности, происходило в островодужных условиях в тесной связи с вулcano-плутонической ассоциацией в узком интервале времени (поздняя юра-ранний мел). Золотосодержащим комплексным порфировым месторождениями относятся медно-порфировые и медно-молибден-порфировые, а также собственно золото-порфировые рудные объекты.

В структурной схеме рудного района главная роль принадлежит разрывным нарушениям. Комплексом дистанционных наблюдений (геофизических и аэрокосмических) установлено наличие скрытых нарушений северо-западного (300–350°) — субмеридионального, северо-восточного (30–60°) и субширотного направлений. Субмеридиональная линияментная зона, которая аналогична Гедабей-Далидаг-Зангезурской, четко контролирует Джанятагский интрузив и связанные с ним месторождения и рудопроявления, расположенные за пределами рудного района. Распределение золота в медно-порфировых месторождениях Мехманинского

рудного района во многом определяется минералого-геохимическим их обликом, обусловленным закономерным сочетанием в объеме минерализованных пространств нескольких типов руд. Состав же последних определяется набором определенных минеральных ассоциаций, постоянно повторяющихся на подавляющем большинстве объектов и отличающихся по степени золотоносности. В пределах Мехманинского рудного района наиболее крупным месторождением является Демирлинское медно-порфировое месторождение с дайковыми образованиями, представленными различными дорудными порфирами диоритового, кварц-диоритового, гранодиоритового составов, секущими породы Мехманинского интрузива и вулканиты среднеюрского возраста. Интрузив прорывает батскую вулканогенную толщу и перекрывается трансгрессивно, базальными конгломератами в основании, верхнесенонскими карбонатными отложениями. Анализ процесса рудоотложения в медно-порфировых месторождениях Мехманинского рудного района отражает, длительный и многостадийный характер оруденения. В порядке формирования наблюдается следующий ряд: 1) допродуктивный (кварц-магнетит-серицитовая, кварц-пиритовая); 2) I продуктивный (кварц-молибденитовая, кварц-халькопиритовая); 3) II продуктивный (кварц-халькозин-пирит-халькопиритая, сфалерит-галенит-золото-редкометальная); 4) послепродуктивный (карбонат-бассанитовая). Распределение золота в медно-порфировых месторождениях во многом определяется минералого-геохимическим их обликом, обусловленным закономерным сочетанием в объеме минерализованных пространств нескольких типов руд. Анализ золотоносности минеральных ассоциаций медно-порфировых месторождений показывает, что продуктивная минерализация осуществлялась в две стадии: 1) кварц-молибденитовая и кварц-халькопиритовая; 2) кварц-халькозин-пирит-халькопиритая и сфалерит-галенит-золото-редкометальная. Концентрация золота в них составляет от следов до 4,1 г/т. Повышенная золотоносность медно-порфировых месторождений может быть связана с развитием в пределах рудных тел наложенной полисульфидной и собственно золоторудной минерализацией. Прогнозно-поисковые работы на благородные металлы в первую очередь следует проводить в апикальных частях порфировых интрузий и в тех регионах, где активно проявилась субвулканическая деятельность гранитоидных интрузий благодаря процессам тектоно-магматической активизации структур.

**Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Тарасов А.В.
(ЗАО НПП «ВИРГ-Рудгеофизика»).**

РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ЗОНЫ СКЛАДЧАТО-РАЗРЫВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В СРЕДНЕ-ВЕРХНЕРИФЕЙСКИХ КАРБОНАТНО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ЕНИСЕЙСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ПРОВИНЦИИ

Большинство золоторудных месторождений на Енисейском кряже локализуется в флиш-оидных углеродсодержащих вулканогенно-карбонатно-терригенных отложениях сухопитской серии нижнего и среднего рифея: удерейской (Васильевское, Советское, Удерейское), горбилоской (Боголюбовское, Раздольнинское) и кординской (Аяхтинское, Олимпиадинское, Титимухта, Тырадинское) свитах, а также в пенченгинской свите (Герфедское) нижнего протерозоя. Более молодые отложения, получившие развитие, преимущественно, в восточной части структуры, до последнего времени считались бесперспективными для поисков золоторудных объектов. Помимо литолого-стратиграфического критерия отрицательные перспективы восточной части Енисейского кряжа подкрепляются амагматичностью этой территории, а также удаленностью от крупных рудоконтролирующих структур — систем Татарского и Ишимбинского глубинных разломов.

Вместе с тем, результаты поисковых работ на большеобъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-карбонатно-терригенных комплексах в пределах Средне-Ишимбинской площади в восточной части Енисейской золоторудной провинции, выполненных ЦНИГРИ в рамках госконтракта Роснедра, свидетельствуют о наличии прямых признаков золотоносности территории: коренные и россыпные проявления золота, шлиховые, первичные ореолы и вторичные ореолы рассеяния, потоки рассеяния золота. В частности, эти признаки установлены для средне-верхнерифейского углеродсодержащего терригенно-карбонатного

комплекса (потоскуйская, аладьинская, карточки и погоройская свиты).

В ходе поисковых работ установлены наиболее перспективные для формирования золоторудных объектов структурно осложненные участки — рудоконтролирующие зоны складчато-разрывных деформаций (ЗСРД), приуроченные к зонам потенциально рудоносных структур — глубинным разломам фундамента второго порядка. ЗСРД представляют собой зоны интенсивного расслаивания, кливажа с формированием осложняющих флексурных перегибов, мелкой складчатости высоких порядков. Для них характерно широкое развитие бурошпатизации (железо-магнезиальной карбонатизации), пиритизации. В пределах ЗСРД установлены перспективные на выявление золоторудной минерализации участки в ранге рудных полей, характеризующиеся следующими основными поисковыми критериями и признаками: 1) *структурно-тектонические*: участки деформаций потенциально рудоконтролирующих зон расслаивания, приуроченные к узлам пересечения разрывных нарушений нескольких направлений, в том числе сонаправленных к Ишимбинской системе глубинных рудоконтролирующих разломов; 2) *литолого-стратиграфические*: углеродсодержащие терригенно-карбонатные отложения свит аладьинской и карточки среднего рифея; 3) *метаморфические*: низкие ступени (хлорит-серицитовая субфация) регионального метаморфизма; 4) *гидротермально-метасоматические*: бурошпатизация, кварцевые жильно-прожилковые образования, прожилково-вкрапленная сульфидизация; 5) *минералого-геохимические*: потоки рассеяния золота (более 0,01 г/т), шлиховые ореолы золота в нижних продуктивных слоях делювиально-элювиальных отложений, первичные ореолы и ВОР в средних и нижних горизонтах делювиальных отложений (более 0,03 г/т); 6) *геофизические*: зоны “распада” рисунка магнитного поля, пониженные аномалии калия, урана и тория в АГСМ.

Результатом поисковых работ на Средне-Ишимбинской площади явилось выявление золотоносных минерализованных зон в пределах ЗСРД поискового участка Южный. Таким образом, установлена перспективность на выявление золоторудных объектов в восточной части Енисейской провинции средне-верхнерифейского литолого-стратиграфического уровня, считавшегося ранее незолотоносным.

**Молчанов В.П. (ДВГИ ДВО РАН).
ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ПОРОД ВСКРЫШИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

В последние годы резко возросло внимание горнодобывающих предприятий к вскрышным породам угольных месторождений юга Дальнего Востока. В них зачастую отмечают высокие содержания не только благородных металлов (золота, платины, серебра), но и других рудогенных элементов (германия). Это позволяет рассматривать вскрышные породы, в качестве потенциального источника полезных компонентов. Базовым объектом наших исследований избрано Павловское месторождение, которое является крупнейшим в мире по запасам германиеносных бурых углей. Оно находится в центральной части Приморского края, характеризующейся развитой инфраструктурой и близостью крупных промышленных центров. Годовой объем вскрыши здесь достигает 18 млн. м³. Можно представить, сколько сотен миллионов кубических метров вскрышных пород скопилось в отвалах за более, чем за 30-летнюю историю эксплуатации объекта. Одной из характерных особенностей этих техногенных образований является присутствие промышленно значимых концентраций золота. Проблема происхождения золотой минерализации трактуется неоднозначно. По гранулометрии изученное самородное золото преимущественно относится, в понимании, к мелкому классу (<0,25 мм). Количество частиц средней крупности (до 1,0 мм) обычно не превышает 2–3 %. Морфология зерен не отличается большим разнообразием. Преобладают изометричные (комковидные, гипидиоморфные) и уплощенные (пластинчатые, чешуйчатые) золотины. По особенностям химизма все исследованные образцы можно разделить на 4 группы: серебристую, ртутистую, медистую и палладистую. В составе серебристой группы доминируют низко- высокопробные разновидности. Низкопробные фазы характеризуются сравнительно узким диапазоном коле-

баний пробы от 650 до 700 промилле. На периферии зерен довольно часто наблюдаются коррозионные оболочки толщиной 30-50 мкм, где концентрации Ag (1,6–1,8 мас.%) значительно понижены по сравнению с центральной частью. Переход от матрицы к кайме резкий и хорошо прослеживается. Появление этих оболочек, по-видимому, связано с выносом примесей из золота в зоне гипергенеза. Другая разновидность характеризуется более высокими значениями пробы (свыше 900 промилле). В ртутистой группе преобладают низкопробные фазы (Au от 58,7 до 65,4 мас.%, Ag от 39,1 до 41,5 мас.%, Hg от 0,9 до 2,3 мас.%). Единичными микрондовыми анализами установлено присутствие выделений амальгамы золота (до 12–15 % Hg). Ртутистые золотины характеризуются невысокой гипергенной устойчивостью. Своеобразие вторичных преобразований выразилось в образовании высокопробной пористой диффузионной зоны шириной до 100 мкм, в которой практически полностью отсутствует Hg. Подобные изменения претерпевало гипогенное ртутистое золото в процессе формирования многих россыпей Урала. Отличительными чертами такого золота являются пониженные значения пробы, прямая корреляция концентраций Ag и Hg. Подобными характеристиками обладают изученные ртутистые фазы. Изложенные данные позволяют уверенно относить изученное ртутистое золото к природным твердым растворам системы Au-Ag-Hg. Медистая группа состоит из, золотин высокой пробы (более 900 промилле) с заметной примесью Si (0,1–3,2 ат. %). Установлен неравномерный характер распределения Si в пределах золотин. Размер гомогенных участков редко превышает десятки микронов. Среди обособлений четвертой группы наиболее широко распространены частицы палладистого золота (Au-Pd). В отдельных случаях отмечаются субмикронные выделения интерметаллидов золота, палладия и никеля (Au-Pd-Ni), состав их варьирует в широких пределах. Присутствие ртутистых, золото-палладиевых и золото-палладий-никелевых фаз трудно считать случайным явлением. В пользу этого предположения может послужить обнаружение в делювиальных и аллювиальных отложениях Фадеевского узла, расположенного вблизи от изученного объекта, шлиховой ассоциации Pd, Cu, Hg — золота с киноварью, платиноидами, самородными металлами (Pb, Fe, Cu, Zn), интерметаллическими соединениями (Pb-Sn, Fe-Cr) — практически тот же спектр минералов, что и в тяжелой фракции пород вскрыши Павловского месторождения. Для объяснения причин появления необычной минерализации предлагается рассмотреть модель, основанную на предположении о эндогенной природе ассоциации золота, ртути, палладия и платины, пространственно совпадающей с глубинными рудоподводящими каналами, по которым осуществлялась дегазация жидкого ядра Земли. В таком случае находки соединений Au-Hg-Cu и Au-Pd-Ni трассируют в осадочном чехле Ханкайского террейна, где расположены изученные объекты, флюидоподводящие системы, «корни» которых связаны с мантией.

Мясников Ф.В.

**ЛОКАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ НА
ЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ (ПО МАТЕРИАЛАМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ
ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ
НИЖНЕ-БОТУОБИНСКОЙ ПАЛЕОВОЗВЫШЕННОСТИ)**

Объектом изучения является участок Водораздельный Чернышевско-Лапчанской площади. Поисковыми работами на участке Водораздельный в 1990–1994 гг. выявлен контрастный ореол рассеяния минералов спутников-алмазов (МСА). Здесь в ряде скважин зафиксированы представительные пробы с выходом МСА 1–2 класса сохранности, достигающим 60–80 % от общего их количества. В 1998–2002 гг. на расположенной севернее от участка Водораздельный Нижне-Ботуобинской площади в скважинах 74/295 и 76/325 установлено 4 обломка кимберлита. Это свидетельствует о наличии на Нижне-Ботуобинской площади и ее обрамлении кимберлитовых тел.

Ретроспективный анализ данных крупномасштабных геолого-геофизических работ на Водораздельном участке, примыкающем с юга к Нижне-Ботуобинской площади, позволил выделить здесь три локальных участка, перспективных на выявление в их пределах кимберлитовых тел. Положение и обоснование участков будет приведено ниже, а сейчас остановимся на

характеристике поисковой обстановки Водораздельного участка.

1. На участке, наряду с изометричными ореолами, установлен линейный ореол высоко-сохранных МСА, который протягивается от южной границы Водораздельного участка (разведочный профиль 66, магистрали 28-31) к северной границе участка (профиль 72, магистрали 27-30). Отмечается идентичность распределения типоморфных особенностей МСА и их соразмерность. Это свойственно и другим относительно быстро меняющимся в пространстве параметрам типоморфизма МСА.

Анализ МСА пробы из скважины 71.75/290, расположенной в головной части ореола, который выполнен В.П. Афанасьевым еще в 1994 году, показал на высокую сохранность пикроильменитов из этой выработки, что позволило ему сделать вывод о близости к данной точке опробования кимберлитового тела. Единичные пиропы из этой пробы не имеют износа и, что особенно важно, признаков гипергенной коррозии. Рассмотрение плана распределения пикроильменит-пиропового отношения, выхода сохранных пикроильменитов и выхода сохранных пиропов в пространстве указывает не только на их, относительно сопредельных участков, высокие значения, но и на высокую изменчивость этих векторных характеристик типоморфизма МСА вблизи северной рамки Водораздельного участка (профиля 72).

2. В северной части Водораздельного участка зафиксированы слабопроявленные в карбонатном основании тектонические структуры сжатия и растяжения, предположительно, среднепалеозойского возраста.

Эти структуры в виде непротяженных узких грабенов и взбросов, преимущественно, субширотного простирания устанавливаются по кровле мирнинской свиты в северной части Водораздельного участка при сечении изогипс в 2–4 м. При сечении изогипс 10–20 метров такие структуры проявляются значительно слабее.

Наиболее контрастно проявлена тектоническая структура, расположенная южнее профиля 72 между пикетами 29.5–30.5. Она характеризуется резкими тектоническими границами, локальным характером. Структура не проявлена на поверхности холмолохской свиты, что указывает на ее возраст, как доверхнепалеозойский: она входит в субширотную зону разломов, в пределах которой находится поле среднепалеозойских туфовых трубок (Маар-Сиене, Ан. 328, выявленная в 2015 скважиной 75/345.05 новая трубка). Возможно, это свидетельствует об их одинаковом возрасте. На участке имеются гребневидные складки, указывающие на присутствие зон сжатия (например, профиль 70.2, пикеты 28.0–29.4) и сопряженные с ними менее выраженные структуры растяжения.

Отмеченные тектонические структуры расположены в узле пересечения разнонаправленных известных систем тектонических нарушений: Мунурского разлома, Чоппо-Биетахской зоны, субширотных и северо-западных тектонических зон. Подобные локальные структуры установлены на кимберлитовых полях Западной Якутии и отражают, как следует из работ Гладкова А.С., Игнатова П.А. и других исследователей, проявленность сдвиговой тектоники, которая приводит к образованию флюидопроницаемых участков, благоприятных для формирования кимберлитовых трубок.

3. Охарактеризованные тектонические структуры находят подтверждение в магнитном и гравиметрическом полях.

В магнитном поле находит, несмотря на ее незначительную амплитуду (до 10м по кровле мирнинской свиты), подтверждение вышеотмеченная тектоническая структура растяжения. Здесь фиксируется развитие субширотных тектонических нарушений, которые особенно отчетливо проявлены между профилями 71–73.

Субширотные и, в меньшей степени, субмеридиональные линейные аномалии, а также цепочки линейных аномалий северо-западного простирания, с которыми мы связываем отображение соответствующих тектонических нарушений в толще карбонатного основания, устанавливаются визуально, без всяких процедур по преобразованию наблюдаемого магнитного поля.

В гравиметрических материалах съемок отчетливо отображается субширотная тектони-

ческая структура вблизи профиля 72. Совпадает положение этой структуры с локальной отрицательной гравиметрической аномалией, расположенной между профилями 71.2–72 и пикетами 28.5–30. Хорошо коррессируют границы структуры: северная более контрастная граница грабена отмечается высокими значениями градиента гравиметрического поля, в отличие от южной границы данного тектонического образования.

4. Выявленный в центральной части Водораздельного участка и кратко охарактеризованный выше линейно-вытянутый высококонтрастный ореол рассеяния МСА приурочен к ботубинским отложениям. Векторные характеристики типоморфных особенностей МСА и его субмеридиальное простираивание указывают, что перенос кимберлитового материала осуществлялся, преимущественно, от северной рамки участка в южном направлении. Это утверждение согласуется с палеогеографическими построениями, приведенными в отчетах по объектам Южно-Лапчанский и Нижне-Ботубинский.

С целью уточнения положения палеоводотока, к которому может быть приурочена шлиховая аномалия (скв. 71.75/290), построена схема изопакит верхнепалеозойских отложений участка. На схеме в виде локального повышения мощности верхнепалеозойских отложений фиксируется осевая или стержневая часть мелкого палеоводотока. Он трассируется от профиля 73 в субмеридиальном направлении вблизи магистрали 29 до профиля 72, где меняет направление на юго-западное и в своей устьевой части открывается в низменную равнину, расположенную на западе Водораздельного участка. Палеоводоток фиксируется также пониженными значениями остаточной мощности холмоложской свиты. При этом, севернее 72 профиля положение палеоводотока подтверждается бурением скважин, которыми зафиксирован уступ амплитудой 10–15 метров как по кровле мирнинской свиты, так и, с меньшей амплитудой, по эродированной поверхности карбонатного цоколя.

5. Таким образом, вблизи профиля 72 плюс-минус 2 километра между магистралями 27–31 устанавливается следующее:

- сложнопостроенный узел тектонических нарушений субмеридиального, субширотного, северо-восточного и северо-западных направлений с развитием в его пределах флюидопроницаемых структур растяжения и сжатия, благоприятных для проявления среднепалеозойского кимберлитового магматизма;

- высококонтрастный линейный ореол рассеяния МСА, приуроченный к тектоническому узлу, векторные характеристики которого указывают на его формирование за счет первоисточников, расположенных севернее профиля 72 между магистралями 27–31;

- палеоводоток высокого порядка, к которому тяготеет линейный ореол рассеяния МСА и который трассируется в северном от профиля 72 направлении вблизи магистрали 29.

Изложенные выводы послужили основанием для анализа результатов крупномасштабных геофизических съемок, выделения трех перспективных локальных участков и выработки рекомендаций, переданных Ботубинской ГРЭ, по их оценке бурением. Эпицентры участков показаны на слайде голубыми звездочками (эпицентр третьего участка расположен севернее профиля 73, его координаты в системе «профиль-пикет» ПР-73550 и ПК 27350).

Онищенко С. А. (ЗАО «Голд Минералс»).
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОНОСНЫХ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ
(МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГОЛЕЦ ВЫСОЧАЙШИЙ, ЛЕНСКИЙ РАЙОН)

Золоторудные месторождения Ленского района (Байкало-Патомское нагорье) заключены в мощной (несколько км) толще докембрийских углеродсодержащих карбонатно-терригенных отложений, слагающих Бодайбинский синклиниорий. Золото концентрируется на нескольких стратиграфических уровнях, к отложениям хомолхинской свиты рифейского возраста приурочено месторождение Голец Высочайший (нижняя подсвита), а также крупнейшее месторождение России — Сухой Лог (верхняя подсвита).

Отложения нижней подсвиты хомолхинской свиты представлены тонким переслаиванием черных и темно-серых углеродсодержащих филлитовидных и алевроитистых сланцев с

вкрапленностью, линзочками, линзовидными выделениями и тонкими прослоями пирит-пиротинового состава. Толщина сульфидных линз и прослоев от 0,3 до 3 см, длина 0,3–2 м. При фоновом содержании сульфидных минералов в отложениях подсвиты 0,5–1 %, выделяются участки протяженностью 0,5–5 км, в которых содержание сульфидов составляет 1–3 %. К наиболее крупному пластовому скоплению сульфидной минерализации протяженностью 2–2,5 км, мощностью около 100 м с содержанием сульфидов 2–5 % приурочено месторождение Голец Высочайший.

Золото, мышьяк, серебро и сера образуют в черносланцевых отложениях нижней подсвиты хомолхинской свиты единую геохимическую ассоциацию. Распределение Au, As и Ag в сульфидсодержащей толще имеет субпластовый характер с элементами вертикальной зональности. Золоторудная залежь в границах, проведенных по бортовому содержанию Au 0,4 г/т, имеет уплощенную форму, характеризуется наличием сателлитов, раздувов и пережимов; при протяженности залежи около 2 км ее мощность колеблется от 5 до 120 м. Распределение золота в рудной залежи весьма неравномерное. Самородное золото связано с сульфидными выделениями, но прямой зависимости между содержаниями золота и сульфидов в породе нет.

Аномальные содержания мышьяка приурочены к подрудной части разреза, причем размеры аномалий по изолинии 100 г/т As значительно меньше размеров рудной залежи. Серебро сконцентрировано в основании хомолхинской свиты, образует по изолинии 1 г/т Ag протяженный, но прерывистый ореол мощностью до 30 м, частично перекрывающийся с ореолом мышьяка.

Таким образом, наиболее мощные аномалии на фоне сульфидной серы образует только золото.

Изучение удаленных от месторождения Голец Высочайший разрезов хомолхинской свиты показало, что региональное обогащение золотом этого стратиграфического интервала отсутствует. На расстоянии 5–10 км от месторождения содержание золота в соответствующих отложениях не превышает, как правило, кларкового для терригенных осадочных пород даже при содержании сульфидов 0,5–2 %. Таким образом, золоторудные месторождения в черносланцевых сульфидсодержащих толщах сопровождаются латеральными ореолами золота ограниченных размеров, ориентировочно 3–5 км. Потенциально золотоносными являются все сульфидсодержащие черносланцевые отложения в Ленском районе и аналогичные отложения в других районах со сходным геотектоническим режимом. Реальная рудоносность пород определяется только путем прямого анализа на золото.

Основной метод поисков золоторудных месторождений — бороздовое и керновое опробование черносланцевых отложений на полную мощность сульфидсодержащих пачек (сульфидов 0,5 % и выше). Расстояние между линиями опробования не более 0,5 км.

Охунов А.Х. (ГП «НИИМР»).

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО УЗБЕКИСТАНА

Как известно, структурный фактор является одним из самых важных в формировании рудных месторождений. Ранее на ртутно-сурьмяных, сурьмяных, полиметаллических и золоторудных месторождениях тематической группой В.Я. Зималиной разработана методика изучения внутреннего строения рудных зон и тел с выделением благоприятных геолого-структурных позиций с количественной их характеристикой. Эта методика внедрена и успешно применялась в разведочных экспедициях и комбинатах. Выделенные благоприятные структурные позиции способствуют прогнозированию оруденения в разведуемом, либо отрабатываемом пространстве.

Используя накопленные за годы разведки на одном из месторождений западного Узбекистана фактические данные по рудным телам, проведены исследования по структурному анализу в несколько ином плане. Все рудные тела (жилы) вынесены на погоризонтный план, а также разломы разных порядков с элементами залегания, дайки, контакты разнородных пород,

т.е. структурные элементы, влияющие на локализацию золотого оруденения. На площади месторождения в рудных телах выделено 11 геолого-структурных позиций. Каждая из выделенных позиций охарактеризована количественно усреднёнными значениями содержания и мощности по разведочным сечениям. При анализе статистических данных в зависимости от структурных позиций установлено, что наиболее богатые руды по содержанию золота локализуются в одиночных рудных телах, параллельных Караулхана-Чармитанской зоне смятия в ее висячем боку и рудных телах, пересекающихся с Караулхана-Чармитанской зоной под острым углом.

Используя многолетние данные разведки на одном из месторождений Восточного Узбекистана, проведены аналогичные исследования. Промышленное оруденение локализуется в пределах основных рудоносных структур, а также приурочено к небольшим зонам окварцевания между ними и к оперяющим трещинам.

Изучение характера локализации промышленного оруденения привело к выводу о ведущей роли структурного фактора в локализации оруденения.

Рудоконтролирующая роль разломов проявилась в следующем. С одной стороны, системы сближенных трещин с глиной трения служили структурным экраном для гидротермальных растворов, с другой — системы разрывов, сопровождающихся зонами трещиноватости и характеризующиеся повышенной проницаемостью. Они явились благоприятной средой для рудоотложения.

Зоны рудоконтролирующих разломов имеют сложное строение, изменчивое по падению и простиранию, участки трещиноватости в них могут сменяться участками с существенной ролью глины трения. Разлом, контролирующий оруденение в висячем боку рудного тела, выделен как система субпараллельных предрудных трещин, сопровождаемых зонами дробления в кварце и останцах вмещающих пород.

Необходимо отметить, что роль вмещающих пород в рудоотложении проявляется лишь при наличии благоприятной структурной обстановки. Размещение промышленного оруденения в пределах рудоносных структур носит столбообразный характер.

Сопряжение рудоносных структур с поперечными разломами. Этот фактор является одним из наиболее благоприятных, так, например, в одном из рудных тел максимальные мощности и содержания золота и серебра приурочены к сопряжению рудоносной структуры с Диагональным разломом. Аналогичная картина наблюдается и в другом рудном теле. На участке сопряжения с тем же разломом отмечается резкое увеличение мощности и содержаний полезных ископаемых.

Таким образом, проведенные исследования на площади месторождений позволяют прогнозировать золотое оруденение как по простиранию минерализованной зоны, так и на глубину, и целенаправленно проводить геологоразведочные и добычные работы.

**Паленова Е.Е., Белогуб Е.В., Котляров В.А., Новоселов К.А., Заботина М.В.
(ИМин УрО РАН).**

МИНЕРАЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОРЕННОГО ЗОЛОТА В ЧЕРНЫХ СЛАНЦАХ АРТЕМОВСКОГО РУДНОГО УЗЛА (БОДАЙБИНСКИЙ РАЙОН)

Месторождения золота Копыловское (5.2 т Au по данным ГРП 2010–2012 гг.), Кавказ (5 т Au) и Красное (34.5 т Au) располагаются в Артемовском рудном узле Бодайбинского района и приурочены к антиклинальным структурам высоких порядков и зоне регионального Миллионного разлома (Кавказ). Рудовмещающие верхнепротерозойские углеродистые толщи догалдынской (Копыловское и Кавказ) и вачской (Красное) свит перекрывают отложения хомолхинской свиты, вмещающей месторождение Сухой Лог (около 3000 т Au). Метапесчаники, глинистые и углеродисто-глинистые сланцы и метаалевролиты, слагающие объекты исследования, метаморфизованы в условиях серицитовой и серицит-хлоритовой субфаций зеленосланцевой фации.

Сульфидная минерализация представлена послойной и рассеянной вкрапленностью во

вмещающих породах, послойными кварц-пиритовыми прожилками и просечками в штокверковых зонах, рассеянной вкрапленностью в кварцевых жилах. Главный рудный минерал — пирит, его ранняя син- и диагенетическая генерация характеризуется повышенными концентрациями микропримесей золота, серебра и халькофильных элементов по сравнению с более поздней катагенетической и метаморфогенной (Паленова и др., 2015). Второстепенные и редкие — халькопирит, галенит, сфалерит, пирротин, минералы Ni и Co, золото и др. — формируют включения в позднем пирите и свободные зерна в кварцевых жилах. Пробность золота 800–950 ‰, в кварцевых жилах опускается до 500 ‰. Для золота характерна примесь серебра, реже меди и ртути. Собственные минералы серебра — гессит, кервеллеит, бенлеонардит, сульфосоли — встречены на Красном (Паленова и др., 2015₂).

Изотопный состав кислорода жильного кварца составляет ($\delta^{18}\text{O}$, ‰): 16,7–17,2 для Копыловского; 17,7–18,7 для Кавказа; 18,5–19,3 для Красного. Эти данные близки к полученным для Сухого Лога ($\delta^{18}\text{O}$ 16–18 ‰), где установлен метаморфогенный источник флюида (Иконникова и др., 2009). Изотопный состав свинца в сульфидах свидетельствует о едином геохимическом типе его источника, который по модели Доу-Зартмана идентифицируется как «коровый» (Belogub et al., 2014). Тренд распределения изотопного состава свинца совпадает с данными для месторождений Сухой Лог, Голец Высочайший и Вернинское (Чернышев и др., 2009).

Таким образом, золотоносная минерализация формировалась при катагенезе и/или метаморфизме. Источником металла, вероятно, являлись вмещающие углеродистые толщи.

Работы выполнены при поддержке РФФИ, проект № 16-05-00580а.

**Плотинская О.Ю., Чугаев А.В. (ИГЕМ РАН).
ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ
РУДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ ЮЖНОГО УРАЛА
(НА ПРИМЕРЕ БИРГИЛЬДИНСКО-ТОМИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА)**

Биргильдинско-Томинский рудный узел, расположенный примерно в 30 км к юго-западу от г. Челябинска, приурочен к западной периферии Восточно-Уральской вулканогенной зоны, которая считается фрагментом вулканической островной дуги силурийского возраста (Пучков, 2010 и цитируемая литература). Территория имеет блоковое строение, которое обусловило совмещение на сравнительно небольшой площади месторождений, сформировавшихся на различных уровнях глубинности, т.е. порфировых и эпитеpmальных. Так, андезит-дацитовые вулканы вмещают Березняковское Au-Ag эпитеpmальное рудное поле, ордовик-силурийские мрамора– стратиформное полиметаллическое рудопроявление Биксизак, а к подстилающей их базальтоидной толще ордовика приурочены Cu-порфировые месторождения Томинское, Калиновское и Биргильдинское (Грабежев и др., 1998). Каждое месторождение или рудопроявление Биргильдинско-Томинского узла было образовано в самостоятельной порфирово-эпитеpmальной системе, которая функционировала вокруг штокообразной интрузии, сложенной диоритовыми или андезитовыми порфиритами силурийского Биргильдинско-Томинского комплекса.

Нами изучен изотопный состав свинца в рудных минералах месторождений и рудопроявлений рудного узла, а также в плагиоклазах из диоритов Биргильдинско-Томинского комплекса.

На объектах *Березняковского Au-Ag рудного поля* изотопный состав Pb отличается высокой степенью однородности: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от 18,00 до 18,047, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от 15,570 до 15,581 и $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от 37,836 до 37,862. Различия в изотопном составе Pb между сульфидами, превышающие аналитические погрешности MC-ICP-MS метода, устанавливаются только по содержанию ^{206}Pb . Наиболее высокие величины отношения $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ получены для ранней энэргитовой ассоциации месторождения Березняковское, а самые низкие– для поздней галенит-сфалеритовой ассоциации Депутатского месторождения.

Рудные объекты, локализованные среди мраморов и подстилающих их базальтов, в целом характеризуются более «примитивным» изотопным составом Pb. Для *рудопроявления*

Биксизак значения изотонных отношений Pb составили: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17,894\text{--}18,031$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,552\text{--}15,563$ и $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 37,724\text{--}37,760$, а для Калиновского месторождения $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17,940\text{--}18,141$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,540\text{--}15,567$ и $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 37,917\text{--}38,140$.

Значения изотопного состава свинца в плагиоклазах из интрузивных пород Биргильдинско-Томинского комплекса ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от 18,072 до 18,331, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от 15,558 до 15,590, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от 37,878 до 38,120) близки к таковому в рудных минералах, что подтверждает общий источник вещества для магматических пород и для эпитермального Au-Ag и Cu-порфирового оруденения. В пользу этого вывода свидетельствуют и Pb-Pb модельные датировки, среднее значение (417 ± 27 млн. лет) по которым в пределах погрешности совпадает с возрастом пород рудоносного Биргильдинско-Томинского комплекса 427 ± 6 млн. лет (Грабежев и др., 2013). По своим U-Th-Pb характеристикам ($\mu_2 = 9,6\text{--}9,7$, $\omega_2 = 36,4\text{--}36,9$) этот источник имеет смешанную мантийно-коровую природу, что согласуется с представлениями о формировании порфирово-эпитермального оруденения в обстановке зрелой островной дуги.

Тарбаев М.Б., Попов М.Я.

(Департамент по недропользованию по СЗФО, Комигеофонд).

РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ЗОЛОТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ГЕОЛОГОПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Действуют 7 лицензий на золото: 5 на добычу, 2 на разведку и добычу и 2 поисковых.

Россыпное золото Ведущий тип представлен аллювиальными россыпями. Известны запасы и прогнозные ресурсы в древних (девонских) полиминеральных россыпях (Среднетиманский район), элювиально-делювиальных россыпях и корах химического выветривания. В пределах Уральской провинции запасы и ресурсы учитываются по 4 районам: Енганэпейско-Манитанырскому, Лемвинскому, Кожимскому и Верхнепечорскому.

Практически все разведанные запасы и значительная часть ресурсов золота сосредоточена в Кожимском районе. Подавляющая часть ($\sim 83\%$) запасов золота сконцентрировано в россыпях. С 1980–2000 гг. проводилась добыча (около 3,5 тонн). Добыча золота была остановлена в связи с тем, что Кожимский район вошел в состав национального парка «Югыд ва». В настоящее время все 36 месторождений россыпного золота с запасами 44 тонны находятся в нераспределенном фонде. Кроме этого, ресурсная оценка составляет 27 т (кат. P_1 — 1 т, P_2 — 8 т, кат. P_3 — 18 т). Лицензий на россыпное золото нет.

На территории Енганэпейско-Манитанырского района действует 1 лицензия на поиски и разведку россыпного золота. В 2009 году утверждены запасы месторождения Естошорское (45,6 кг). Прогнозируется ряд мелких аллювиальных россыпей ложкового типа с ресурсами 3 т (кат. P_3).

Среднетиманский район. Россыпная золотоносности Среднего Тимана связывается с аллювиальными кайнозойскими россыпями и с полиминеральными россыпями девонского возраста. Действуют 6 лицензий на россыпное золото: 4 на добычу и 2 — на геологическое изучение. Работы проводятся только кайнозойские россыпи. В результате работ 2011–2014 гг. на баланс поставлены запасы по 4 россыпям Кывожского россыпного узла. Суммарные запасы составляют по кат C_1 — 137 кг, C_2 — 161 кг. Работы на кайнозойские россыпи продолжаются.

Коренное золото Апробированная оценка ресурсов по Республике Коми составляет 215,3 тонны, в том числе по P_1 — 9,3 т., по P_2 — 41 и по P_3 — 165 тонны.

Основные запасы и ресурсы коренной золоторудной минерализации сконцентрированы в Кожимском рудно-россыпном районе.

В настоящее время на территории Кожимского района работает ЗАО «Голд минералс», имеющее лицензию на разведку и добычу коренного золота на месторождении Чудное. В 2011–2012 гг. проведен комплекс геологоразведочных работ по доразведке месторождения, в 2014 г. утверждены запасы — 9,4 т, ср. содержания 8,86 г/т. Перспективы месторождения связываются с глубокими горизонтами. В настоящее время работы на месторождении законсервированы, до решения вопроса по границам национального парка «Югыд ва».

В Енганэпейско-Манитаньрдском районе прогнозируется наличие ряда мелких — средних золоторудных месторождений. Ресурсная оценка составляет 5 т. по P_1 . В настоящее время на территории района действуют 1 лицензия на разведку и добычу коренного золота.

Большой интерес представляет Среднетиманский район. Перспективы связываются с углеродсодержащими сланцами с наложенной на нее гидротермально-метасоматической сульфидной минерализацией золото-сульфидного или золото — сульфидно-кварцевого типов. В связи, с низкой степенью изученности этой территории в районе целесообразно проведение прогнозно-поисковых исследований в рамках ГДП-200 (или ГМК-200) с целью более обоснованной прогнозной оценки и выделения первоочередных конкретных площадей для дальнейшего лицензирования.

В Уральском ФО учтены 20 месторождений с балансовыми запасами цинка (6 % от общероссийских), 11 из которых разрабатываются, обеспечивая 32 % добычи металла. Прогнозные ресурсы кат. P_1+P_2 составляют 21 % от общероссийских, а кат. P_3 — 16 %.

На Дальнем Востоке основные прогнозные ресурсы и запасы свинца и цинка учтены в Приморском крае. Регион обеспечивает 6–7 % их добычи. Доля ПР кат. P_1+P_2 составляет: цинка — 29 %, свинца — 17 %, кат. P_3 отсутствует.

В Северо-Западном регионе разведывается Павловское свинцово-цинковое месторождение на Новой Земле, где помимо запасов оценено существенное количество ПР кат. P_1 .

В Северо-Кавказском ФО сосредоточено менее 2% балансовых запасов свинца и цинка и чуть больше ПР кат. P_1+P_2 , кат. P_3 практически отсутствует.

**Фридовский В.Ю., Кудрин М.В. (ИГАБМ СО РАН).
СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ**

В Яно-Колымском металлогеническом поясе в последние десятилетия активно изучается прожилково-вкрапленная минерализация, которая характеризуется низкими (первые г/т) содержаниями Au, связанного с сульфидами и тонким кварцевым прожилкованием в милонитах и катаклазитах. Минерализованные зоны разломов становятся основными объектами поисково-разведочных работ, направленных на выявление крупнообъемных месторождений. В основном это протяженные долгоживущие разрывные нарушения сложной кинематики. Они являются путями транзита флюидов и пространственно контролируют размещение месторождений. Золоторудные месторождения ассоциируют с поднеюрскими-раннемеловыми коллизивно-аккерционными процессами, которые сопровождались разрыво- и складкообразованием, стадийным структурно-метаморфическим преобразованием позднепалеозойских и раннемезозойских терригенных комплексов, развитием продуктивных рудно-магматических систем и флюидных потоков. Главными рудоконтролирующими структурами являются надвиги, образующие системы чешуйчатых вееров. Широко развиты фронтальные и косые ramпы, системы межслоевых и секущих надвигов. Надвиги и поперечные им сдвиги образуют закономерные динамопары. В пределах рудных полей наблюдается нарастание интенсивности складчатых деформаций, максимальных в зонах продольных длительно развивающихся рудоконтролирующих разломов. Важно подчеркнуть, что минерализованные зоны дробления, как правило, развиваются вдоль срывов по контактам пород разной компетентности. С надвиговыми деформациями связано формирование линейных складок концентрического типа с преобладающим северо-западным простиранием и юго-западной вергентностью. В пределах рудоносных зон они образуют полосы напряженной складчатости шириной до первых сотен метров, нередко наложенные на ранние складчато-надвиговые деформации. Полюса трещиноватости и кварцевых жил на стереографических проекциях группируются вдоль крутого до вертикального пояса σ_1/σ_3 . В направлении удаления от тектонического индентора установлено изменение строения тектонических структур и условий локализации золотого оруденения металлогенических зон.

При проведении поисковых работ необходимо учитывать широко проявленные наложенные многоэтапные сдвиговые деформации, обусловленные сменой направления коллизии с фронтальной на косую, а так же альб-позднемеловой Охотско-Чукотской субдукцией. Образуются структуры сдвигового (лево- и право-) парагенезиса (складки и кливаж с диагональным относительно надвиговых деформаций простираем, борозды скольжения, сдвиговые дуплексы). Полюса трещин и жил на стереографических проекциях формируют пологие пояса σ_1/σ_3 . Сдвиговые деформации значительно усложняют строение месторождений.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-17-00465), по плану НИР ИГАБМ СО РАН при частичной поддержке РФФИ-Дальний Восток (проект № 15-45-05094 p_восток_a).

Хабибуллаева Г.Р., Дунин-Барковская Э.А.

(Институт геологии и геофизики, Узбекистан).

**МИНЕРАЛОГ — ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТО —
СУЛЬФИДНЫХ РУД УЗБЕКИСТАНА — КАК НАУЧНАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ МО-
ДЕЛИ ИХ ПОВЕДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ
ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ**

На территории Узбекистана известны два типа золото-сульфидных руд: золото-колчеданно-полиметаллический (небольшие объекты в Гиссарском хребте — Чинарсай и др.) и крупнотоннажный золото-сульфидно-мышьяковистый Кокпатасского рудного поля в пустыне Кызылкума. Они отличаются геологической обстановкой, минералого-генетическими особенностями, формой присутствия золота (самородное или „невидимое“ в сульфидах) и характером поведения в технологическом процессе обогащения и переработки руды.

Золото-колчеданно-полиметаллический тип ассоциирует с кислым субмаринным вулканизмом и располагается в риолитах Чинарсайского палеовулкана. Формирование рудных тел происходило в два этапа: 1) вулканогенно-осадочное образование колчеданно-полиметаллических линзовидных залежей, аналогичных месторождению Хандиза; 2) формирование золото-сульфидно-полиметаллического прожилково-жильного оруденения по секущим, полого залегающим разрывным нарушениям. Золото видимое, средне- высокопробное. Золотоносные ассоциации второго этапа: золото-пирит-кварцевая (более ранняя) и золото-полиметаллически-кварцевая (сфалерит, блеклая руда, халькопирит, галенит). Микровключения золота имеются во всех сульфидах и кварце в первой и во второй парагенетических ассоциациях. Тесные сростания рудных минералов и размещение в них золотин определили технологию переработки руды. Золота из коллективного сульфидного концентрата извлекается по комплексной схеме обогащения — гравитация+флотация (Попов Е.Л. и др., 2010; Хабибуллаева Г.Р. и др., 2013).

Золото-сульфидно-мышьяковистый тип руды размещается в метаморфизованных углеродистых сланцах и алевролитах. На площади Кокпатасского рудного поля известно более 20 карьеров, приуроченных к зонам тектонических нарушений. Рудные зоны и тела вкрапленного и прожилково — вкрапленного строения. Основным золотоносным минералом является арсенопирит, в меньшей степени пирит и углеродистое вещество. Микроскопическое видимое золото, составляет не более 30 % от его общего содержания. Сульфиды: арсенопирит (игольчатые или длиннопризматические кристаллы) и пирит (куб, пентагондодекаэдр) мелкозернистые. Установлены две основные продуктивные ассоциации минералов: 1) золотоносного арсенопирита и пирита; 2) золото (электрум)-сфалерит-блеклорудно (тетраэдрит)-анкеритовая; 3) слабо золотоносная антимонитовая.

Причина повышенной золотоносности арсенопирита на месторождении Кокпатас возможно в высоких содержаниях As и низких SiO_2 в флюидах ранней стадии рудообразования. Мышьяк как активный летучий компонент образовывал крепкую связь с золотом, которая сохранялась и при кристаллизации арсенопирита. Устойчивая связь Au с арсенопиритом вероятно обусловлена совместной формой переноса в флюидах в виде As-Au-комплекса. Во второй стадии при понижении температуры при наличии Sb вместо As золото совместно с серебром

образовывало самостоятельное соединение (электрум) в ассоциации с тетраэдритом, сфалеритом и др. Руда этого типа труднообогатимая. Золото из сульфидов извлекается по „Bioх“-технологии (Дунин-Барковская Э.А. и др., 2012) с дополнительными приемами. Минералогические исследования проводились синхронно с технологическими.

Ханчук А.И., Молчанов В.П., (ДВГИ ДВО РАН), Сун Фенгжуй
(Цзилиньский университет).

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ГРАФИТОНОСНЫХ ПОРОДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛЮМАО (КИТАЙ)

Многие наукоемкие технологии, являющимися показателями уровня развитости промышленного производства передовых стран, немыслимы без использования графита. Немногочисленные российские предприятия, специализирующиеся на добыче графита, лишь в малой степени обеспечивают потребности страны в этом виде твердого минерального сырья. В связи с этим снова возник интерес к выявленным в прошлом крупным месторождениям графита, в частности, Тургеневскому и Тамгинскому. Разведочными работами сороковых годов прошлого столетия они были отнесены к числу крупнейших в СССР источников кристаллического графита. И лишь в последние годы усилиями авторов было установлено, что они одновременно являются аккумуляторами значительных запасов золота и платины. В большинстве своем благородные металлы (БМ) входят в виде кластеров в структуру графита на наноразмерном уровне. Многие в генезисе этих руд могло бы прояснить знание особенностей форм присутствия БМ в высокоуглеродистых породах китайского аналога наших объектов — крупнейшего в Азии графитоносного месторождения Люмао. Все эти месторождения приурочены к одной и той-же зоне региональной графитизации Ханкайского террейна, протягивающейся в близмеридиональном направлении на многие десятки километров сопредельных территорий юга Дальнего Востока РФ и Северо-Востока КНР. На северном фланге этой полосы находятся российские объекты (Приморский край), на южном — Люмао (провинция Хэйлунцзян). В российской и китайской научной литературе последнее освещено слабо, недостаточно полно охарактеризованы его минералогия и геохимия, отсутствуют сведения о наличии благороднометальной минерализации. С целью восполнить этот пробел авторами в 2015 г. были проведены совместные российско-китайские научно-исследовательские работы по оценке перспектив обнаружения БМ в пределах вышеупомянутого проявления графитоносной минерализации.

Специфика этого проявления, как уже отмечалось, состоит в тесной связи с процессами региональной графитизации, проявившейся в рудовмещающих породах серии Машань, испытавших метаморфизм в условиях от гранулитовой до амфиболитовой фации. В геологическом строении месторождения участвуют гранитогнейсы, гранат-силлиманитовые сланцы, кристаллосланцы, графитовые сланцы, известково-силикатные породы, переслаивающиеся с гранулитами средне-основного состава. Отличительной чертой пород этой серии являются повышенные концентрации элементарного углерода (до 31,7 мас.%). Графитсодержащие образования обогащены Al_2O_3 , K_2O , SiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , P_2O_5 , а также Ba, Mo, W, Zr, Hf, Nb, Th, U, Y, PЗЭ, Ni, Cu, Sc, V, Cr, Rb, Co. По данным атомно-абсорбционной спектроскопии в проанализированных пробах содержание золота оказалось на уровне 0,12–0,15 г/т, платины — 0,01–0,02 г/т. Близкие значения получены с применением нейтронно-активационного анализа.

Рудная минерализация, ассоциирующая с графитом, характеризуется сложным полиминеральным составом и разнообразием форм распределения благородных металлов в виде самородных элементов, твердых растворов. Самородное золото чаще всего представлено частицами неправильных очертаний. Диапазон гранулометрической шкалы этих обособлений невелик (1–10 мкм). По химическому составу они подразделяются на две группы: серебристую и медистую. Первая из них объединяет золотины с постоянной примесью серебра от 0,1 до 51,9 %. Иногда в них отмечается присутствие меди (0,9–1,3 %). Вторая группа включает обособления трехкомпонентных твердых растворов золото-серебро-медь. Концентрация серебра в них не превышает 8,3 %, а уровень содержания меди варьирует в пределах от 0,9 до 29,6 %.

В зафиксированных зернах твердого раствора на основе платины содержание железа и меди колеблется в диапазоне, соответственно (%): 8,7–10,9 и 1,4–1,5. Размеры этих комковидно и удлинено неправильных зерен обычно не превышают 2–3 мкм.

Выявленные минералы благородных металлов ассоциируют с самородными элементами (никелем, железом), сульфидами (пиритом, галенитом), а также баритом, рутилом, монацитом, ксенотимом, хромферидом, уранинитом. Наряду с ними довольно редко встречаются тонкие минеральные фазы, содержащие вольфрам, ртуть, олово, медь, цинк, стронций и др.

Таким образом, в графитоносных породах месторождения Люмао авторами впервые обнаружены повышенные концентрации таких индикаторных элементов, как золото и платина. Это является еще одним свидетельством в пользу общности минералого-геохимической картины формирования рудоносных объектов в пределах зоны региональной графитизации Ханкайского террейна. Как известно, промышленное освоение российских месторождений сдерживается отсутствием технологий извлечения полезных компонентов. В этих условиях представляется вполне целесообразным учесть многолетний опыт эксплуатации месторождений Люмао, обеспечивающего до 70 % потребности Китая в графите.

**Харитонов М.С., Агибалов О.А., Зубова Т.П., Цикина М.А., Иванов Н.М,
Филиппов В.П. (ФГУП ЦНИГРИ).**

ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В КОРАХ ХИМИЧЕСКОГО ВЫВЕТРИВАНИЯ ОЛЬГИНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ

Месторождения золота в корях выветривания (ЗКВ) рассматриваются в настоящее время как самостоятельный геолого-промышленный тип: они обладают всеми классификационными признаками, необходимыми для обоснования выделения геолого-промышленного типа. Золотоносные коры отличаются характером связи оруденения с элементами геологического строения и типом рудовмещающих структур, определяющих локализацию тел полезных ископаемых; минеральным и химическим составом руд; технико-экономическими показателями, определяющими промышленную ценность объектов эксплуатации.

Основу модели составляют эндогенная и экзогенная группы прогнозно-поисковых критериев и признаков (элементы модели). Эндогенную группу составляют следующие элементы модели: металлогенические, рудно-формационные, магматические, структурно-тектонические, литолого-стратиграфические, метасоматические, геохимические, минералогические, геофизические. В экзогенную группу входят следующие элементы: геоморфологические, структурно-морфологические, литологические, прямые признаки.

Алтае-Саянская провинция располагает значительным ресурсным потенциалом золота в корях химического выветривания в пределах ряда перспективных площадей. Одной из них является Ольгинская площадь, входящая в Золото-Китатский узел, с апробированными прогнозными ресурсами в нем по категории P_3 — 55 т.

Ольгинское золото-скарновое месторождение по вещественному составу руд относится к колчеданно-полиметаллическому (золотосодержащему) рудно-формационному типу (медно-свинцово-цинковому). Рудоконтролирующим структурным элементом служит зона регионального Ольгинского разлома. Золотое оруденение площади тесно пространственно связано с интрузивными породами монцодиорит-гранодиорит-меланократового комплекса повышенной щелочности. Вмещающие золото-полиметаллическое оруденение скарны содержат вкрапленность пирита и сфалерита. Отмечается тесная связь золота с пиритом: в рудах присутствует серебро (до 36 г/т), характерное в качестве основного попутного компонента для этого типа месторождений. В сульфидных скоплениях содержание цинка достигает 1–10%, меди — 3 %. В делювиальных обломках в ассоциации с медью и полиметаллическими элементами установлен мышьяк — до 1 % (так же как и серебро является основным попутным компонентом колчеданно-полиметаллических месторождений). В золото-полиметаллических рудах Ольгинского скарнового поля по отдельным пробам содержание золота составляло от 4 до 20 г/т.

Золотоносная кора выветривания на Ольгинском месторождении представлена пестро-окрашенными глинами мощностью от 2,5 до 59 м. Цвет коры выветривания зависит от состава коренных пород: светло-желтая глина развита на мраморизированных известняках; бурые и коричневато-бурые глины развиваются по сильно пиритизированным породам; по дайкам микро-диоритов с сульфидами развиваются желтые и буроватые глины.

В коре выветривания установлены содержания до 2,64 г/т, выявлено самородное золото от 1 до 112 знаков рудного облика, размером 0,05–1,2 мм.

Геолого-металлогеническая позиция Ольгинской площади, которую отражает составленная модель, близка к обстановке формирования ЗКВ Озёрнинского узла (Республика Бурятия), где объектом-аналогом Ольгинского золото-скарнового месторождения является золото-полиметаллическое месторождение Назаровское с прогнозными ресурсами золота в ЗКВ по категории P_1 — 1,8 т.

**Хасанов В.Н. (ФГУП ЦНИГРИ).
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ МАРОКСКОГО
РУДНОГО ПОЛЯ НИЖНЕ-ЧИРИМБИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА
(ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)**

Нижне-Чиримбинский рудный узел расположен в западном крыле Ангаро-Питского синклинория, осложненного Ишимбинским глубинным разломом. В строении крыла участвуют терригенные отложения кординской, горбилокской и удерейской свит нижнего и среднего рифея (низы сухопитской серии). В зоне влияния Ишимбинского разлома (с севера на юг) находятся месторождения Доброе, Советское, Эльдорадо золото-кварцевого малосульфидного типа, а также другие многочисленные проявления этого типа. Эти объекты рассматриваются как источники многочисленных россыпей золота, из которых добыто порядка 300 т золота. Золотое оруденение отмечается по всему разрезу терригенной (авлевро-песчано-сланцевой, в различной степени углеродсодержащей) толщи, рассматриваемой в составе сухопитской серии (R_{1-2}). (Стороженко А.А., 2003; Сердюк С.С. Коморовский Ю.Е. и др., 2010).

Изученное автором Марокское рудное поле (12 км²) Нижне-Чиримбинского рудного узла приурочено к Ишимбинскому глубинному разлому, на участке его пересечения с Певунской горст-антиклиналью. Рудное поле локализовано в пределах восточного крыла горст-антиклинали, сложено дислоцированными породами кординской, горбилокской, удерейской свит, метаморфизованными в условиях биотит-хлоритовой и серицит-хлоритовой субфаций локального динамотермального метаморфизма и характеризуется широким развитием тектонических структур (разрывные нарушения, складчатые структуры). Оконтуривается рудное поле лишь по геохимическим данным, комплексной аномалией золота, интенсивностью 0,01 г/т. Отдельные элементы сложного геологического строения и рудоконтролирующей разрывной тектоники отражаются аномалиями магнитного поля, интенсивностью 50–1200 нТл, слабой поляризацией (1,5–2,0 %) и вариациями удельного сопротивления от 750 до 4500 Ом·м. Рудная минерализация приурочена к узким линейным зонам локального метасоматоза вдоль разрывных нарушений субмеридионального простирания и ограничивается нарушениями северо-восточного простирания.

Промышленное золотое оруденение Марокского рудного поля, на примере Марокского рудопоявления контролируется тектоническими нарушениями взбросо-надвигового характера субмеридионального простирания, а также оперяющими их разрывами и системами тектонически ослабленных зон северо-восточного простирания. Эти нарушения часто сопровождаются зонами трещиноватости, дробления, будинирования и рассланцевания, сложенными биотит-серицит-кварцевыми, кварц-хлорит-серицитовыми, углеродистыми, карбонатсодержащими сланцами, интенсивно окварцованными сульфидизированными (пирит, арсенопирит) и пропилитизированными. Внутри упомянутых зон развиты золотоносные жильно-прожилковые системы кварцевого, золото-кварцевого и золото-кварц-карбонатного состава. Оконтуренные рудные зоны подчинены разрывной тектонике и простираются в субмеридиональном направлении (350–10°) (Москалев, 2015).

Золоторудная минерализация Марокского рудопроявления представлена для рудного узла золото-кварцевыми образованиями жильно-прожилкового, малосульфидного типа. 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.

**Щербакова Т.А. (ФГУП ЦНИИгеолнеруд).
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МАГНЕЗИТ-
ГИДРОМАГНЕЗИТОВЫХ РУД В ОСАДОЧНЫХ КАЙНОЗОЙСКИХ
КОМПЛЕКСАХ**

Установлена непрерывная литогеохимическая система магнезитообразования в осадочных кайнозойских комплексах от источника-субстрата через механизм транспортиции к формированию аккумуляционных структур.

Коры выветривания по серпентинитам являются основным источником магния и его фазовых вариаций для формирования осадочного магнезита. Все известные месторождения и проявления магнезита в кайнозое расположены вблизи, на небольшом удалении или непосредственно на ультрабазитовых массивах, что касается как хемогенных, так и кластогенных типов. Эти массивы должны обладать определенным петрологическим составом, а также подвергаться процессам гипергенных преобразований, что предопределяет их возможность быть источником вещества для образования кайнозойских месторождений. Проведенные исследования всех типов магнезитоносных кор выветривания с учетом их особенностей и закономерностей позволили моделировать источник рудного (магнезиального) вещества: петрологические типы пород представлены серпентинитами (по дунитам и гарцбургитам) и незначительно — амфиболитами; серпентинит имеет, главным образом, лизардитовый минеральный состав; скальные и крепкие серпентиниты не несут магнезитовой минерализации и не дифференцируют на магний-ионные компоненты, этому способствуют процессы гипергенеза; развитая кора выветривания по серпентинитам представлена полным профилем зоны гипергенеза (сверху-вниз): охры и нонтрониты, силицитизированные серпентиниты, карбонатизированные серпентиниты с сетчато-прожилковым и гнездовидно-желваковым аморфным магнезитом, выветрелые серпентиниты и подстилающие скальные серпентиниты; маломощные коры выветривания связаны с начальными стадиями гипергенеза, где преобладают зоны карбонатизированных и выветрелых серпентинитов с гидромагнезитовой минерализацией; формирование магнезиальных карбонатов проходит в щелочной среде с pH — 8–9; химический баланс оксида магния в породах составляет 38–44 %, что является суммарным показателем как силикатной, так и карбонатной компоненты и др.

Транспортиция высокомагнезиальных карбонатов от источника (области сноса) до бассейна рудонакопления является следующим этапом в модели кайнозойского магнезитообразования. Здесь можно выделить два способа переноса вещества: подземный и поверхностный, которые отличаются как по форме, так и по содержанию.

Бассейн аккумуляции, как заключительный объект в модели магнезитообразования, представляет собой континентальную депрессионную структуру низкого (второго и даже третьего) порядка, к которым можно отнести межгорные тектонические впадины и прогибы, либо опущенные тектонические блоки и прочие изолированные водоемы. Приуроченность рудных тел внутри структуры имеет строго определенное положение — периферийные части, наиболее приближенные к потенциальному источнику магнезиального материала (докайнозойские офиолитовые комплексы). Процесс осадконакопления проходит в условиях озерных и речных фаций.

Химический аспект магнезитообразования основан на процессах микробиологической активности. Биоминерализация по серпентинитам предполагает образование минеральных

фаз гидрокарбоната магния за счет микробиологической активности, которая приводит к деструкции природных силикатных и алюмосиликатных соединений. В результате жизнедеятельности микроорганизмов выделяется активный CO_2 , который, взаимодействуя с освобожденным при деструкции серпентинита магнием, образует гидромагнезит в виде тонкодисперсных агрегатов белого цвета.

Для рассмотрения геоморфологического фактора в модели образования магнезитового оруденения кайнозойских комплексов впервые использовались современные компьютерные программы позволяющие выявить геоморфологические ловушки при поиске хемокластогенных магнезитов, в которых концентрируется полезный компонент.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ ГРР ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ

**Агибалов О.А., Зубова Т.П., Иванов Н.М., Кондратьев А.В., Краснов А.Н.
Мухин П.В., Федоренко С.В., Филиппов В.П., Харитонов М.С., Цикина М.А.
(ФГУП ЦНИГРИ).**

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ЕРАВНИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

Площадь работ входит в Еравнинский бор-золото-железо-свинцово-цинковый район и расположена в южном обрамлении Еравнинской депрессии. В ее пределах установлено широкое развитие кор выветривания (КВ): площадных, линейно-трещинных, контактово-карстовых, карстовых и зон окисления типа «железная шляпа» по железорудным и полиметаллическим рудопроявлениям. Мощность КВ в линейных зонах составляет более 50 м. Остаточная КВ — неполного профиля.

Работами авторов локализовано два участка в пределах, которых впервые установлена золотоносность КВ, характеризующаяся промышленными параметрами.

На участке Сосновка, приуроченного к северной экзоконтактовой части интрузивного массива, золотоносная кора выветривания относится к контактово-карстовому типу. Параметры зоны: ширина — 800 м, протяженность (ограничена контуром лицензионных работ) — 1,9 км, глубина прогноза 30,0 м, среднее сод в подсчете 0,6 г/т (разброс истинных содержаний 0,4–22,9 г/т, среднее 2,9 г/т на 12,0 м). Вместе с золотом в зонах ожелезнения отмечаются высокие концентрации меди, цинка, мышьяка, бария, свинца. Прогнозные ресурсы по категории P_2 — 5 т. Золото свободное мелкое, тонкое, преимущественно в алевро-пелитовой составляющей коры выветривания.

Источниками золота в КВ, по результатам исследования ее вещественного состава, являются оруденения золото-кварцевого, золото-полиметаллического и золотосодержащего железорудного типов. Минералы-спутники золота в сульфидизированных вулканогенно-осадочных породах олдындинской свиты представлены пиритом, сфалеритом, халькопиритом, галенитом и блеклой рудой. При испытании пробы из золотоносной (КВ) на концентраторе «Бегущая волна», в шлиховом концентрате было установлено до 100 знаков мелкого свободного золота. Баланс золота в пробе составил 4,95 г/т на 7,0 м. 90% золота уходит в хвосты гравитации вместе с пелитовой фракцией.

Участок Белюты расположен в южной экзоконтактовой части интрузивного массива. Золотоносная контактово-карстовая КВ формируется по минерализованной зоне с оруденением золото-пирит-арсенопиритового, золото-полиметаллического и золото-кварцевого типов. Ширина перспективной зоны 800 м, протяженность 4000 м, глубина прогноза 50,0 м, среднее содержание 0,8 г/т (0,4–3,9 г/т). Прогнозные ресурсы по категории P_2 — 26 т. Золото преимущественно в виде включений находится в гидроксидах железа и в качестве мелкого, тонкого свободного самородного в глинистой фракции коры выветривания. По результатам технологических исследований с помощью цианирования извлекается 90,9 % полезного компонента.

Расчетные данные геолого-экономической оценки показывают возможность безубыточной работы моделируемого горно-обогатительного предприятия на базе прогнозных ресурсов категории Р₂ участка Ю.Белюты в современных условиях.

Положительный результат работ ЦНИГРИ дает основание для постановки на площади более детальных ГРП с целью выявления промышленного золоторудного объекта как в КВ, так и в коренных породах.

**Гребенкин Н.А., Леденева Н. В. (ФГБУ «ВИМС»), Филиппов Н. Б.
(ГГУП «СФ» Минерал»), Житников В. А. (АО «ПКГЭ»).
УРАН-ЗОЛОТОРУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ГРУПП РОМПАС
И РАЙЯПАЛОТ (СЕВЕРНАЯ ФИНЛЯНДИЯ)**

В 2014 г. российские геологи посетили уран-золоторудные проявления групп Ромпас (Северный и Южный) и Райяпалот (Палокас), располагающиеся в 50 км западнее города Рованиеми. В результате геологической экскурсии из расчисток был отобран каменный материал для последующего исследования в лабораториях ФГБУ «ВИМС».

По данным компании Mawson Resources Ltd. содержания золота в отдельных рудных сечениях варьирует от сотен г/т до первых кг/т (до 3,54 кг/т золота на мощность 1 м). Наряду с золотом, в зонах установлено урановое оруденение с содержаниями от сотых долей процента до 0,4 %, при мощности, не превышающей первые метры. Наилучшие параметры по урану составляют 3,6 % на мощность 0,6 м.

Объекты групп Ромпас и Палокас расположены в пределах палеопротерозойского сланцевого пояса Перапохия, сложенного супракрустальными породами. На севере пояс граничит с протерозойскими гранитоидами Центрально-Лапландского комплекса. Рассматриваемые объекты располагаются в области их экзоконтакта. Ромпас локализован в 6,5 км зоне шириной около 200–250 м. По данным зарубежных коллег уран-золоторудное оруденение, образует вкрапленность в кварц-карбонатных жилах, которые локализируются среди кристаллических сланцев. Жилы непротяженные, мощностью от первых десятков см до первых м, имеют преимущественно крутое падение. В 8 км восточнее проявлений группы Ромпас находятся объекты группы Райяпалот (Хирвима, Палокас, Йоки, Румаярви).

В результате знакомства с уран-золоторудными объектами было установлено:

1. Уран-золоторудная минерализация локализована в жильно-метасоматических хлорит-карбонат-амфибол-кварцевых образованиях и сопутствующих им скарноидах, приуроченных вероятно к сдвиговым нарушениям с хрупко-пластическими деформациями, происходившими в кристаллических, частично ороговикованных породах.

2. Урановая минерализация представлена уранинитом, спорадически образующим в жилах рассеянную вкрапленность, тяготеющую к участкам пород, обогащенным железистыми минералами: амфиболами, пирротинитом, Со-Ni-пиритом. С ними не редко ассоциирует углеродистое вещество в форме твердого битума, марказит и молибденит.

3. Абсолютный возраст уранового оруденения, определенный по монофракции уранинита, соответствует 1,95 млрд. лет и в большей мере 1,8 млрд. лет.

4. Слабо развитая гипергенная урановая минерализация представлена казолитом, складовскитом и возможно кюриотом.

5. Самородное тонковкрапленное золото является более поздним по отношению к ураниниту. Близодновременно с золотом образован теллурид свинца. В 12-ти проанализированных зернах содержание Au составляет 99,5–99,9 %. По данным профессора Ф. Молнера, золото нередко содержит примесь меди.

Следует отметить, что в предыдущие годы сотрудниками ВИМСа были изучены проявления урана с золотом в Сюльбанском районе Забайкальского края, в частности рудопроявление Хадатканда, где схожее по морфологии вкрапленное окисно-урановое оруденение локализовано также в скарноидах и кварц-карбонатных гнездово-прожилковых обособлениях, образовавшихся в связи с процессами гранитизации.

Выявленные особенности состава и условий локализации весьма интересных, промышленно перспективных уран-золоторудных объектов групп Ромпас и Райяпалот могут быть использованы при проведении поисковых работ как в этом районе, так и в сходных по геологическому строению регионах России, в частности на территории Карелии.

Авторы статьи глубоко признательны в организации посещения уран-золоторудных объектов руководству Федерального Агентства по Недропользованию, профессору, Ph.D. (Geology), сотруднику Геологической службы Финляндии Ференцу Молнеру, вице президенту по разведке месторождений компании Mawson Resources Ltd, Bsc(Hons), PhD (Geology) Нику Куку, а также менеджеру по разведке месторождений Скандинавии, геологу компании Mawson Resources Ltd, PhD (Geology) Эрки Ванханену.

Зималина В.Я. (ГП «НИИМР»).

РАСХОЖДЕНИЯ МЕЖДУ ПОДСЧИТАННЫМИ И ОТРАБАТЫВАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ — ФАКТОР РИСКА ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С НЕРАВНОМЕРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ОРУДЕНЕНИЯ

Подсчет запасов в месторождениях с неравномерным распределением оруденения является одной из главнейших задач в условиях рыночной экономики. Необходимо решить, как и в какой степени возможные отклонения подсчитанных запасов руды и металлов (погрешности) от фактических будут влиять на экономические показатели деятельности горнорудного предприятия (прибыль, окупаемость капитальных вложений и рентабельность). Проблема неподтверждения запасов и прогнозных ресурсов, обладающих крайне неравномерным распределением оруденения (ртуть, висмут, золото и др.) внутри рудных тел со сложным геологическим строением, является не новой. В бывшем Союзе она возникла в 60-е годы на ртутных, никелевых, железорудных и других месторождениях. В Узбекистане достоверность разведки и подсчитанных на ее основе запасов месторождений, начиная с 1960 года, изучается тематической группой сектора методики разведки ГП «НИИМР». В 2015 году в Институте минеральных ресурсов закончены 4-х летние исследования по 7 разрабатываемым золоторудным объектам Узбекистана, касающиеся достоверности геологической информации этих месторождений. Исследуемые объекты относятся к трем геолого-промышленным типам: золотокварцевому, золото-сульфидно-кварцевому и золотосульфидному. Все они обладают высокой степенью изменчивости оруденения. Установлено, что все подсчитанные запасы по редкой сети разведочных пересечений (скважин и горных выработок) обладают погрешностями как в сторону увеличения, так и уменьшения. Несмотря на то, что многими разведчиками разных стран установлены для разных категорий запасов величины погрешностей (для В — $\pm 15-20$; C_1 — $\pm 30-40$; C_2 — $\pm 50-60$ %) в нормативных документах они не предусмотрены. Поэтому между разведчиками и эксплуатационниками постоянно возникают взаимные упреки: «куда исчезла руда». Во всех рассмотренных золоторудных месторождениях независимо от геолого-промышленного типа, отмечаются расхождения между запасами, утвержденными ГКЗ и фактически отработанными. Причины этих расхождений обусловлены влиянием геологических (ошибки аналогии), методических, технических и горно-технологических факторов. Эти расхождения по подсчетным блокам колеблются в значительных пределах. С увеличением площади объекта сопоставления ошибки уменьшаются. На основе обработки данных сопоставления разведки и разработки указанных золоторудных месторождений рассчитаны величины погрешностей для объектов разных масштабов (месторождение, участок, рудное тело, подсчетный блок), которые могут использоваться при освоении аналогичных месторождений. Основные причины неподтверждения запасов — особенности распределения оруденения внутри рудных тел, влияющие на оконтуривание подсчетных блоков, которые при дискретной сети пересечений трудно учесть и устранить на стадии разведки. Ограниченность разведочной информации приводит к тому, что представления о морфологии и строении рудных тел всегда упрощены. Упрощение представлений о морфологии и строении рудных залежей часто приводит к необоснованному выбору высокопроизводительных систем отработки. Следовательно, ошибки в понимании истинной

морфологии рудных залежей всегда определяют возможность занижения расчетной себестоимости против реально достижимой, причем величины возможного занижения разубоживания, как в прочем и потерь, зависят от степени соответствия истинной морфологии залежей, полученной при их разведке. Ошибки технического и методического характера устранимы. Из технических ошибок значительную роль на запасы металла влияет качество опробования скважин и горных выработок, отбор проб и их анализ. Что касается густоты сети, то она мало влияет на достоверность запасов. Иногда сгущение сети искажает контуры рудных тел. Велико влияние ураганных проб. И, наконец, потери руды и металла в недрах при отработке и разубоживание, снижающее качество отрабатываемых руд. Для ритмичной работы горнодобывающего предприятия необходимо, чтобы в одновременной отработке находилось оптимальное количество блоков.

**Петров О.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Самойлов А.Г. (ФГУП «НВНИИГТ»)
Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Курбатов И.И. (Центрсибнедра)
Лазарев Ф.Д., Шнейдер Г.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»).**
**ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО
ЗОЛОТА НА О. БОЛЬШЕВИК АРХ. СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ**

Большевицкий рудно-россыпной район, выявленный в 80-х начале 90-х годов прошлого века работами ЦАГРЭ (г. Норильск) и ВНИИОкеангеология (г. Санкт-Петербург), расположен в Центральной части Российской Арктики. Архипелаг Северная Земля является сухопутным центром на трассе Северного морского пути. В связи с этим проблема выполнения широкомасштабных геологоразведочных исследований является важнейшей составляющей Программы развития Арктической зоны России.

Большевицкий район приурочен к Мининско-Большевицкой миогеоклинальной зоне байкалид Таймыро-Североземельской минерагенической провинции. Остров сложен складчатыми флишоидными терригенными отложениями позднерифейско-вендско-раннекембрийского возраста, которые переработаны в периоды байкальской и позднепалеозойско-раннемезозойской активизации. Докембрийские образования острова испытали метаморфизм начальных ступеней зеленосланцевой фации. В поле развития наиболее древних отложений рифея (голышевская толща) на юго-востоке острова в пределах обнаружены стратифицированные проявления «базовой» золото-черносланцевой формации. Здесь же развиты метаморфогенно-гидротермальные жильные тела золотокварцевой формации с высокими (200–400 г/т до 2 кг/т) содержаниями крупного золота в хлорит-карбонат-кварцевых жилах. На остальной территории острова выявлено около десятка рудопоявлений с содержанием золота 10–75 г/т и более 50 пунктов минерализации с содержанием 1–5 г/т, относимых к золото-кварцевой формации.

В процессе оценки перспектив выявления месторождений золота в пределах Таймыро-Североземельского региона (В.Ф. Проскурнин и др., 2008) и подготовки ГК-1000/3, листы Т-45–48 (А.А. Макарьев и др., 2013) во ФГУП «ВСЕГЕИ» и Центрсибнедра утверждены прогнозные ресурсы Студенинского, Тора-Каменского, Лагерно-Голышевского золоторудно-россыпных узлов в количестве 100, 80, 104 т соответственно, направленные для апробации в ЦНИГРИ. Один участок на рудное золото — р. Левая Нора — находится в распределенном фонде недр. По южной части о. Большевик Государственным балансом полезных ископаемых учтены 8 россыпных месторождений золота с запасами категорий C_1+C_2 — 9,250 т, ресурсы россыпного золота составляют: 1 т (P_1), 13,5 (P_2), 10 т (P_3), всего 24,5 т. Периодически возобновляемая добыча россыпного золота составила около 5 т. Россыпи золота южной части о. Большевик находятся в распределенном фонде недр (8 лицензий). Объекты золото-кварцевой формации с незначительными ресурсами и запасами из-за высоких содержаний могут быть пригодны для старательской отработки.

Наибольший интерес представляют проявления золото-сульфидной (мышьяковой) с наложенными проявлениями золото-сульфидно-кварцевой формации Лагерно-Голышевского рудно-россыпного узла на юго-востоке острова. Золоторудные проявления имеют стратигра-

фический и тектонический контроль, высокие концентрации золота связаны с пиритизированными углеродистыми сланцами голышевской толщи. Всего выявлено 4 сульфидные зоны — Голышевская, Ковалевская, Литкенская, Грозненская, с шириной от 10 до 100 м, протяженностью от 1 до 20 км. На Голышевском проявлении скважинами колонкового бурения прослежены зоны вкрапленности пирит-пирротин-кварцевого состава со средним содержанием золота по опробованным частям разреза — 3,05 г/т, в отдельных пересечениях до 9–20 г/т. Ковалевское и Грозненское проявления опробованы единичными штучными пробами, содержание золота до 110 г/т. Ресурсы рудного золота оцениваются по категории P_2 — 7,1 т, по категории P_3 — 174,7 т. Комплекс поисково-оценочных критериев позволяет ожидать в пределах рудного узла крупнообъемных месторождений золото-сульфиднокварцевой и золото-сульфидной формаций.

**Рустамов А.А., Зималина В.Я., Рахмонов Р.В. (ГП «НИИМР», Узбекистан).
ДОСТОВЕРНОЕ ОПРОБОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ — ПУТЬ К ВОСПРОИЗВОДСТВУ
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ**

1. Опробование — это процесс определения полезных и вредных компонентов в рудах или боковых породах при поисках, оценке, разведке и эксплуатации. 2. На золоторудных месторождениях, обладающих высокой изменчивостью содержаний опробование как горных выработок (бороздовое), так и колонковых скважин (керновое) является трудоемкой задачей. В геологической отрасли Узбекистана существует «Инструкция по представительности и достоверности опробования», которая регламентирует процессы отбора, обработки и анализа всех применяемых методов опробования, так как подсчеты запасов всех полезных ископаемых, включая золото, производятся на данных опробования. Учитывая важность данного направления, вопросам опробования (с 1957 г. и до настоящего времени) уделялось большое внимание с самого основания САИГИМСа (ныне ГП «НИИМР»). В ГП «НИИМР» существует лаборатория представительности и достоверности опробования. 3. Задачей данной лаборатории является проведение исследований, в основном на золоторудных месторождениях Узбекистана, оказание помощи разведчикам в оценке данных опробования горных выработок и буровых скважин, особенно, когда объект готовится к подсчету запасов с выходом в ГКЗ Республики Узбекистан. 4. Для решения поставленных задач предусматривается проведение опытно-экспериментальных работ на месторождениях. Их методика освещена в книге В.Я. Зималиной, М.У. Исокова, А.А. Рустамова, 2014 г. Достоверность бороздовых проб определяется отбором проб «борозда по борозде» с противоположных стенок горных выработок, проходкой задириковых проб, валовых проб. 5. Достоверность кернового опробования оценивается проведением эксперимента на наличие или отсутствие избирательного истирания керна, которое влияет на результаты содержаний золота. Прибор для эксперимента был создан в САИГИМСе С.А. Денисовым в 70-х годах. Суть эксперимента заключается в том, что отобранные на месторождении пробы в однотипных рудах весом 10–12 кг загружаются в шаровую мельницу и подвергаются дроблению (от 3 до 5 фракций) с одновременным опробованием остатков (имитация колонкового бурения). По результатам частичных проб строятся графики зависимости средних содержаний от выхода материала (керна). Поведение содержаний в зависимости от рудовмещающих пород различно. В одних пробах наблюдается резкое уменьшение средних содержаний золота по мере уменьшения выхода материала (керна), что свидетельствует об интенсивном выкрашивании полученного компонента. Существует закономерность повышения интенсивности избирательных потерь на вмещающие породы и ее снижение в кварцевой составляющей рудных тел. Это означает, что избирательное выкрашивание полезных компонентов по вмещающим породам приводит к снижению средних содержаний, а по кварцевым составляющим к их завышению. На изучаемом месторождении золотокварцевого типа при бурении колонковых скважин существует прямая зависимость содержаний золота от процентного выхода керна. Поправочный коэффициент изменяется от 1,02 при выходе керна 98 % до 1,3 при выходе керна 20 %. Направленность избирательного истирания зависит от сорта руд.

Установлено, что при потере золота необходимо вводить поправочные коэффициенты, особенно для богатых руд. Так, установлено, что в пробы с содержанием золота более 10 г/т нужно вводить поправочный коэффициент 13,5%. Основной вывод тезисов сводится к тому, что воспроизводство минерально-сырьевой базы находится в прямой зависимости от того, насколько достоверно проведено опробование горных выработок и скважин.

Седов Н.П. (ОО «Геоприд»).

**КОМПЛЕКСНЫЕ ОПЫТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В КОРЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ И
ПРОЧИХ МАССИВАХ РЫХЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД, СОВРЕМЕННАЯ ЗАДАЧА
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Существующий в настоящее время порядок отработки месторождений полезных ископаемых расположенных в коре выветривания, отвалов старых рудников, недоработанных целлюлитов россыпных месторождений и других рудных массивов, расположенных в рыхлом комплексе горных пород, предполагает их отработку способом скважинного подземного выщелачивания, либо открытой разработкой с последующей переработкой извлечённой руды на полигоне кучного выщелачивания или на обогатительной фабрике.

Как и любой другой способ отработки рудных месторождений названные имеют свои преимущества и недостатки.

Скважинное подземное выщелачивание предполагает эффективную отработку руд расположенных ниже уровня подземных вод. Опыт работ показывает, что руды, расположенные выше уровня подземных вод, извлекаются способом СПВ в объёме на уровне 15 % от утверждённых (чаще авторских) запасов.

Отработка открытым способом рентабельна при наличии достаточного содержания полезного компонента в руде, запасов, позволяющих эффективно окупить затраты на строительство и организационных факторов.

Однако, в настоящее время, число месторождений, которые можно отработать рентабельно традиционными способами, становится всё меньше. В то же время, месторождений небольших по запасам и с малым содержанием полезного компонента известно значительно больше.

В создавшейся ситуации уместно выполнять разведку месторождений такого типа комплексно с опытно-технологическими испытаниями способа дальнейшей отработки.

В составе опытно-технологических испытаний стоит выполнить исследования по отработке с учётом изъятия всех запасов: как выше, так и ниже уровня подземных вод.

Состав работ должен включать:

опыты по скважинному подземному выщелачиванию руд расположенных ниже уровня подземных вод;

опыты по скважинной гидродобыче руд как из осушенной, так и из обводнённой (на случай отработки малых рудных тел) зон;

опыты по чановому выщелачиванию руды извлечённой скважинной гидродобычей;

опыты по извлечению полезного компонента из пульпы скважинной гидродобычи (СГД) на концентраторах

опыты по закачке отработанной рудной массы обратно в отработанное пространство.

Поскольку на стадии опытно-технологических испытаний не требуется снаряд для СГД большой производительности, можно использовать комплект оборудования, разработанный специалистами ПГО «Полярноуралгеология» для самоходной многоцелевой буровой установки УРБ 2А2 на вездеходной транспортной базе. Эта установка широко применяется для бурения скважин различного назначения как бытовых, технических, гидрогеологических так и геологоразведочных. Конструкция снаряда проста и удобна, изготовить его можно в мастерских, геологоразведочных предприятий, есть и другие разработки.

Известные действующие предприятия СГД: Сибирский промышленный холдинг и Белгородская горнодобывающая компания. Опыт их работы даёт положительный результат, хотя

одни работают на рыхлом комплексе пород залегающих на глубине до 100 м, а другие в более сложных горнотехнических условиях и на большой глубине: до 800 м.

Технология чанового выщелачивания достаточно хорошо разработана, например, в ООО «Унипромедь Инжиниринг» и также доступна для переработки малых объёмов извлечённых руд. Для постановки её в объёмах опытно-технологических испытаний нет необходимости в приобретении специализированного дорогостоящего оборудования и привлечения узких специалистов по этому профилю.

Способ скважинного подземного выщелачивания небольших по запасам месторождений цветных металлов также уже достаточно изучен, чтобы его могла применить геологоразведочная организация.

Для получения выщелачивающего реагента (например, хлорной воды, гипохлорита натрия) достаточно иметь электролизёр небольшой производительности и несколько коррозионностойких емкостей для растворов. Электролизёры небольшой производительности на рынке есть, коррозионностойкие резервуары тоже свободно можно приобрести, либо самим покрыть химически стойким составом обычные стальные резервуары. Опыт получения реагента на месторождении есть: это опыт ООО «Геоприд», десять лет ведущего добычу золота с эксплуатацией электролизного оборудования в полевых условиях, который доказывает положительный эффект от применения этого способа.

Остальное оборудование для обвязки полигона скважинного подземного выщелачивания (СПВ) широко распространено на российском рынке.

Пока ещё мало что известно об опытах по закачке переработанной пульпы скважинной гидродобычи в отработанное пространство, но нет работы нет и опыта.

Все необходимые расчёты для выполнения опытно-технологических испытаний в состоянии подготовить горный инженер, например, специальности «Технология и техника разведки МПИ». Для этого есть достаточное количество справочной и методической литературы, по желанию можно заказать проект в действующей проектной организации горного профиля, таких сейчас много.

Необходимость проведения опытно-технологических испытаний диктуется современной обстановкой в горном производстве, в части развития инновационных технологий добычи, таких как СПВ и СГД в комплексе с чановой и другими способами переработки руды на месторождении. Многие неудачи в отработке месторождений этим способами возникают из-за того, что строят рудник на одну технологию, а оказывается она для данного месторождения не подходит и рудник надо переоборудовать или строить заново, чаще его просто бросают (Икрянское м-е, Горный прииск и др.).

Проведение опытно-технологических испытаний на стадии геологоразведочных работ, способствуя значительно большей готовности месторождения к отработке на стадии защиты запасов, расширит спрос на месторождения кор выветривания, техногенных месторождений, погребённых россыпей и других месторождений которые возможно отработать СГД, СПВ или комплексно.

Пример алгоритма действий по исходным данным и комплексу основного оборудования для комбинированной отработки месторождения золота в коре выветривания рассмотрен ниже.

Исходные данные:

мощность коры выветривания 72 м;

уровень подземных вод 33 м;

краткая характеристика геологического разреза: глинисто-щебнистая кора выветривания с щебнистыми прослоями мощностью 3-5 м в интервале с глубины от 10–12 м и до забоя. Размер частиц щебня менее 3 см. Число прослоев 2–4, щебень в глинистой массе;

золото мелкое: от 0,2 мм до 40 мкм около 70 %;

Стадии отработки:

1. Скважинное подземное выщелачивание рудного массива, расположенного ниже уровня подземных вод.

Реагент растворитель: гипохлорит натрия с добавлением соляной кислоты. Основное применяемое оборудование в расчёте на 140 кг гипохлорита в сутки (по активному хлору): блок из 4-х электролизёров конструкции ОАО «Синтез»; 5 резервуаров для приготовления раствора хлорида натрия ёмкостью от 4 до 25 м³; насосное оборудование; 2 резервуара для соляной кислоты с насосом для её перекачки; блок адсорберов для переработки продуктивных растворов.

2. Отработка рудного массива выше уровня подземных вод способом скважинной гидродобычи.

Целесообразно использовать для дальнейшей отработки ячейки СПВ, используя при этом сохранившиеся откачные и закачные скважины. Размер квадрата ячейки обычно 5х5 м, отсюда, поскольку размер камеры не должен выйти за пределы ячейки, при срабатывании маячка оборудование переставляется на следующую ячейку. При средней глубине закачных скважин 10м, объём отработанной руды из одной ячейки составит около 500 м³

В лучшем варианте, поднятую продуктивную пульпу нужно пропустить через вибросито с ячейкой -3мм, а затем направить на концентратор. После чего отработанную пульпу слить в прудок -накопитель. После отработки ячейки отработанную пульпу закачать из прудка обратно в ячейку.

Комплект оборудования: буровая установка УРБ-2А2 или подобная с буровым насосом НБ-50; гидродобычной снаряд, например, СГС-2 конструкции Поляруралгеологии или другой; вибросито; концентратор Фалькон, ЦВК, ЦКПП или другой; компрессорная станция с давлением от 1 МПа при расходе от 15 м³/мин.

В качестве базового руководства при испытаниях способа СГД можно использовать работу «Методика опытно-промышленных испытаний технологии скважинной гидродобычи» (Аренс В.Ж., Хчян Г.Х., Хрулев А.С.).

Примеры расчёта производительности установок скважинной гидродобычи опубликованы и их достаточно. На основе одной из них (Никулина Л.Н., Багазеев В.К., «Расчёт производительности размыва пород при скважино-гидравлической добыче») можно ориентировочно оценить производительность опытной установки.

Так при отработке глинисто-щебнистой коры выветривания в осушенной зоне до глубины 20–25 метров и расстоянием до забоя до 5–6 м можно получить производительность не менее 5–6 м.куб смеси в час используя штатный буровой насос НБ-50. С этой задачей справится буровая установка УРБ-2А2 и ей подобные.

При планировании процесса организации работ по добыче необходимо учесть вопросы промышленной безопасности.

Шумилин Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ).

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ЗОНЫ СЕВЕРНАЯ (СВЕТЛОВСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ) И ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНАЯ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ СУХОЙ ЛОГ) БОДАЙБИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Сравниваемые объекты расположены в северной части Бодайбинского рудного района и представляют собой источники питания богатых россыпей руч. Спектральный и Сухой Лог.

Зона Центральная представляет обособленную линейную жильно-прожилковую зону в составе месторождения Сухой Лог. Зона характеризуется весьма неравномерным распределением содержаний металла, которое достигает 1290 г/т и представляет классический объект золото-кварцевой формации, расположенный в области развития серицит-хлоритовой субфации зеленосланцевой фации метаморфизма.

Зона Северная характеризуется развитием прожилково-вкрапленной кварц-пирротин-арсенопиритовой золотоносной минерализации, при пространственном совмещении с незолотоносными кварцевыми жилами. Отмечается более равномерное распределение металла при максимальных содержаниях около 6 г/т. Рудопроявление расположено в области развития биотитовой субфации зеленосланцевой фации регионального метаморфизма.

Материалом для сравнения служит видимое золото, полученное при промывке шлиховых проб объемом 10 л, отобранных из нижних горизонтов элювиально-делювиальных отложений над выходами на дневную поверхность рудных тел. Глубина пробоотбора, согласно методике (Иванов А.И., 2014), составляла около 1,0 м. Интенсивность шлиховых ореолов в обоих случаях измеряется первыми сотнями знаков, содержания близки к содержаниям в коренных источниках.

Золото зоны Центральная отличается значительное число форм выделения: а) гемидиоморфное близизометричное, часто с индуктивными гранями пирита и кварца, б) комковатое, цементирующее зерна кварца, реже пирита, в) неправильной крючковатой формы в ассоциации с железистым карбонатом, г) тонкие пленки, ассоциирующиеся с налетами позднего фарфоровидного кварца, иногда серицита, на контактах с вмещающей породой. В количественном отношении не менее 70% выделений золота встречено в кварцевых агрегатах или высвобождены из них. Пробность золота по данным двух микрозондовых анализов составляет 929 и 933, размер золотинок в шлихах может превышать 5 мм.

Значительная часть золота зоны Северная образует мелкие (до 0,5 мм) выделения ксеноморфного, гемидиоморфного облика, плохо оформленные кристаллы октаэдрического, ромбододекаэдрического габитуса, вероятно высвобожденные из пирротина, арсенопирита и кварцевых агрегатов. Все более крупные (0,2×2,0 – 2,5 мм) выделения золота являются ксеноморфными, «трещинными», широко распространены сростания с мелкозернистым кварцем. Пробность составляет 913–980 (средняя 962, пять определений).

По мнению автора, крупность и морфология золота напрямую связаны с условиями рудоотложения. В кварцевых и кварц-карбонатных жилах зоны Центральная золото характеризуется неравномерным распределением крупных выделений, что отмечается и в шлиховых пробах. Золото зоны Северная, связанное с сульфидами и тонкими кварц-сульфидными прожилками, резко отличается меньшей крупностью и более равномерным распределением. Несколько более высокая пробность золота зоны Северная по сравнению с зоной Центральная подтверждает наблюдение Н.В. Петровской (1973) о возрастании пробности золота при повышении степени метаморфических изменений вмещающих пород. Пробность, золота зоны Северная близка к золоту из кварцевожильных объектов района и существенно выше пробности золото-убогосульфидного оруденения месторождений Сухой Лог, к которым ближе морфологически. Для более точного определения формационной принадлежности оруденения зоны Северная необходимо исследования пробности золота, заключенного в сульфидах.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГРП

Ахманов Г.Г., Егорова И.П., (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»).

ИННОВАЦИОННЫЙ МАЛОЗАТРАТНЫЙ МЕТОД ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАРИТА НА ЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

По условиям образования среди месторождений барита выделяются гидротермальные и осадочные. Первые, как правило, встречаются в виде круто залегающих жил или сложных комбинированных тел, вторые обычно представлены стратиформными залежами значительных размеров и простой морфологии. Особенности геологии месторождений названных типов предопределяют значительные различия методик, применяемых при их прогнозе, поисках и разведки. Поэтому раннее определение типа прогнозируемого месторождения позволяет выбрать наиболее эффективную методику проведения последних.

Известные способы определения генезиса ожидаемого месторождения связаны с выявлением его макропризнаков: структурно-тектонической позиции, формационной принадлежности, литолого-фациальной приуроченности и целого ряда других, и требуют проведения значительных объемов ГРП. Риск не подтверждения типа ожидаемого месторождения влечет за собой значительное увеличение последних.

Авторами предлагается для определения типа прогнозируемого месторождения вместо вышеуказанных макропризнаков использовать микропризнаки — типоморфные особенности минерала (барита).

Ранее из множества присущих бариту типоморфных признаков были установлены (и рассчитаны их количественные значения) наиболее информативные, практически однозначно указывающие на его генезис (табл.).

Типоморфный признак	Единица измерения	Значения min – max	
		Генетический тип месторождения	
		Гидротермальный	Осадочный
Барий-стронциевый модуль		10,5 – 69,14	107,89 – 895
Объем элементарной ячейки	Å ³	343,57 – 345,46	345,74 – 346,68
Радиоактивность	n×10 ⁻⁴ % в экв. U	0 – 0,7	1,0 – 9,9
Концентрация ион-радикала SO ₃ ⁻	n×10 ¹⁴ сп/мг	следы – 6,84	13,5 – 254

Предлагаемый способ определения типа ожидаемого месторождения заключается в следующем: при проведении геологической съемки и поисковых маршрутов из элювиальных и делювиальных развалов, высыпок из нор грызунов (на совершенно закрытых территориях: пахотных площадях, лесных массивах и др.), а также из встречающихся коренных выходов пород, отбираются пробы (достаточно 5-ти), в которых визуально устанавливается наличие барита. Из проб выделяются монофракции барита весом не менее 25 г, в которых определяются: содержания (в вес.%) Ba и Sr и рассчитывается Ba/Sr отношение (модуль); объем элементар-

ной ячейки барита; его радиоактивность; наличие и концентрация иона-радикала SO_3^- . Полученные результаты сопоставляются с параметрами типоморфных признаков, присущих месторождениям установленного генезиса (табл.), и делается вывод о типе прогнозируемого объекта.

С помощью предлагаемого способа появляется возможность определения типа ожидаемого месторождения на самых ранних стадиях поисковых работ. Особенно это может быть актуальным при проведении ГРП на закрытых территориях, где значительная мощность покровных отложений обуславливает необходимость постановки значительного объема дорогостоящих работ: бурения, проходки горных выработок и пр.

Голиков Ю.В. (УГГУ).

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИМПУЛЬСНОЙ РУДНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

С 1992 г. в Уральском Государственном горном университете (бывший Свердловский горный институт) развиваются технологии импульсной скважинной рудной электроразведки (импульсный метод заряда, импульсный вариант метода электрической корреляции и электрокаротаж с измерением спада ранней стадии вызванной поляризации), а с 2002 г. методика импульсного индукционного зондирования с измерением спада ранней стадии вызванной поляризации. Все технологии обеспечены аппаратурой и программным обеспечением для регистрации, обработки и интерпретации результатов.

На первом этапе на неизученной бурением площади выполняются работы методом импульсного индукционного зондирования с измерением спада ранней стадии вызванной поляризации. Измерения выполняются авторской аппаратурой АНП-3, дважды поддержанной фондом Бортника. С 2002 г. площадь выполненных работ на объектах ООО «Казцинк», «Русская медная компания», «Норникель» и, участке «Полигон» (Якутия) составила более 200 квадратных километров. В 2007 г. нами было открыто Ново-Хайрузовское золотомедное месторождение (Восточный Казахстан).

На втором этапе в рекомендованных нами по результатам импульсного индукционного зондирования с измерением спада ранней стадии вызванной поляризации скважинах выполняется с авторской аппаратурой ПРК-4203 электрокаротаж с измерением спада ранней стадии вызванной поляризации. Цель электрокаротажа - выделение в разрезе скважин рудных интервалов с оценкой качества оруденения. Разработка дважды поддержана фондом Бортника, получен патент на скважинный прибор ПРК-4203. С 2008 г. электрокаротаж выполнен на 336 скважинах с объемом более 100000 метров. Объекты работ - 6 месторождений ООО «Казцинк», 1 месторождение «Русская медная компания», 3 месторождения «Норникель».

На третьем этапе на стадии поисково-разведочных работ выполняется с аппаратурой АНП-3 метод импульсного заряда, позволяющий в результате построить трёхмерную модель рудного объекта. С 1996 г. методом импульсного заряда разведано 12 месторождений на площади более 100 квадратных километров. В Оренбургской области найдено в 2001 г. и локализовано Левобережное медноколчеданное месторождение.

Исоков М.У. (Кабинет Министров Республики Узбекистан).

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ – СОВРЕМЕННЫЙ ПУТЬ ВОСПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УЗБЕКИСТАНА

Тенденция исчерпания запасов минерально-сырьевых ресурсов (МСБ) в мире актуализирует проблему поиска альтернативных источников. На фоне традиционных геолого-промышленных типов руд драгоценных, цветных, радиоактивных металлов, а также редких и редкоземельных элементов Узбекистана большой интерес представляют углеродистые минеральные образования (битуминозные породы, горючие сланцы) особенностью которых является повышенные содержания металлов: рений (до 5 г/т), молибден (до 0,164%), ванадий (до

0,45%), кадмий (до 0,13%), селен (до 0,007%), индий (до 10-5%), кобальт, медь, цинк, вольфрам, скандий (до 50 г/т), редкоземельные (до 0,01%) и другие.

Расширение МСБ страны зависит от наличия инновационных высокотехнологичных методов комплексной переработки минерального сырья. Высокая технологичность означает — рентабельность производства, комплексное использование добытой руды; максимальное извлечение ценных компонентов; минимальное количество складированных отходов; возможность использования отходов в других отраслях промышленности и сельского хозяйства; минимизация потерь ценных компонентов с промстоками и газами; высокая степень экологической безопасности предприятия для региона.

Минеральное сырье Узбекистана имеет ряд особенностей вещественного состава: многокомпонентность, т.е. наличие сопутствующих ценных элементов (металлов); усложнение вещественного состава сырья по мере увеличения глубины залегания руд; наличие в исходном сырье сульфидных минералов и других соединений железа; частое присутствие в сырье органической составляющей — керогена, углистых веществ, гуматов и др. В ближайшие годы ожидается вовлечение в промышленный оборот руд сложного вещественного состава: горючие и черные сланцы; высококарбонатные урансодержащие руды; упорные золотые руды с высокой сульфидностью и значительным содержанием органических соединений; марганцевые руды; вольфрамовые руды (месторождение Саутбай и др.); железные руды ряда месторождений; апобкарбонатные, глинистые руды, промпродукты и др.

Одно из направлений повышения технологичности перерабатывающих предприятий Узбекистана связано с совершенствованием гидрометаллургических методов (в т.ч. биотехнологических), позволяющих переводить в продуктивные растворы значительную часть ценных металлов.

Разработан целый ряд ионообменных смол нового поколения, позволяющих концентрировать группы металлов из растворов очень сложного состава в очень широком диапазоне значений pH, образующихся в результате применения и кислот, и щелочей.

Ведутся исследования по разработке рациональных технологий комплексной переработки горючих сланцев бактериальными и бактериально-химическими методами с получением металлоносной золы полукокса, содержащей повышенные концентрации молибдена, ванадия, урана, лантаноидов, никеля, меди и др. Последующее химическое разложение золы различными реагентами приводит к получению металлоносных растворов, содержащих все эти металлы в разных концентрациях. Создание замкнутого водооборота позволяет значительно увеличить металлоносность растворов.

Проведенные исследования уже позволили доказать значительный вклад извлеченных металлов в общую экономическую оценку технологии переработки горючих сланцев Республики Узбекистан и могут обеспечить рентабельность производства. Подготовлены предварительные технико-экономические расчеты для обоснования временных кондиций к подсчету запасов горючих сланцев в ряде месторождений Узбекистана, намечаемых к промышленному освоению.

Капленков Г.Н. МНОГОВАРИАНТНОСТЬ — ПУТЬ К УСПЕХУ

Реалии расширения минерально-сырьевой базы усложняются. Потребности в сырье растут, но растут и политические, экономические и геологические проблемы (хромает законодательство, недофинансирование, стареют кадры, а профильные ВУЗы сливаются с непрофильными и т.д.).

Резервы: использование зарубежного опыта, привлечение нетрадиционных методов прогноза и поиска, стимулирование новых отечественных разработок и новаций.

Самые свежие примеры.

1. Поддержанный грантами правительства Юкона проспектор Shawn Ryan в 2010 г. вышел на рудное золото в пределах золотороссыпного Клондайк и в результате второй золотой лихорадки в 2012 г. более 120 фирм сделали свыше 2700 открытий. Ныне ряд фирм разведывают

месторождения рудного золота — White Gold (Au-2,67g/t), Coffee Creek (Au), Casino (Au-Cu-Mo-Ag), Freegold (Au-Ag-Cu), Montain Project (Cu-Au), Mount Nansen (Au-Ag), Carmacks (Cu-Au), Rackla Gold Project (Карлинского типа) и др. Подобные открытия золотоискателями в России осуществлялись уже при Петре 1. Что мешает России поддержать золотоискателей Сибири, Урала, Колымы и Чукотки сегодня?

2. Удивительные результаты дает использование икосаэдро-додекаэдрической модели Земли (ИДСЗ) и волновой теории материи при прогнозировании рудных провинций, районов, узлов, полей и месторождений. Так через 72 градуса по долготе на широте 60-70 градусов с.ш. расположились алмазоносные провинции Сибири, Канады, Архангельска, Чукотки и Гренландии. Промышленная значимость двух последних пока еще не раскрыта. Через 72 градуса расположены и золотоносные провинции Колымы, Урала, Испании, канадских Абитибии и Клондайка. Крупные находки месторождений на дне Мирового океана (месторождение золота (470т) в Желтом море и оба максимума оруденения в зоне Кларион-Клиппертон — также приурочены к силовым полям и точкам ИДСЗ модели «Земля-кристалл».

3. Фирмы Goldcorp (2000г) и Integra Gold Corp (2015) выделили призовые фонды по 1млн долларов за заочное открытие в пределах их лицензионных площадей крупных месторождений — <http://zolotodb.ru/articles/geology/placer/11260>. После проверки заявок из десятков стран мира затраты полностью оправдались.

4. Есть и отечественные новации. Автор, к примеру, в своих статьях популяризирует безотказный шлихогеохимический метод анализа серого шлиха приустьевых большеобъемных проб. В одном из опытов, повторенного трижды, такие групповые пробы в дельте реки с водосбором в 220000 кв. км. (чем не рекорд, достойный номинирования в Книгу рекордов Гиннеса!) постоянно подтверждали вывод ученых ВСЕГЕИ о перспективности бассейна на медно-молибденовые крупнотоннажные порфировые месторождения — <http://zolotodb.ru/articles/geology/placer/10883>.

Лоренц Д. А., Туровский Д.С. (ФГУП ЦНИГРИ).

**ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ ДЛЯ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ
ОБЪЕКТОВ ЗОЛОТО-ТЕЛЛУРИДНО-ВИСМУТОВОГО МИНЕРАЛЬНОГО ТИПА
В ПРЕДЕЛАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧУКОТКИ НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ
ПРОЯВЛЕНИЙ УЧАСТКА КАМЕННЫЙ ПИК**

В 2015–2016 гг. авторами проводилось изучение вещественного состава руд и окорудных метасоматитов золото-сульфидно-кварцевых проявлений участка Каменный пик, отвечающих юго-восточному сегменту Кувейт-Рывеевской металлогенической зоны. В результате этих работ было установлено, что главными рудными минералами в минерализованных зонах являются пирит и арсенопирит, а второстепенными — галенит, сфалерит, халькопирит, борнит, тетраэдрит, пирротин, молибденит, марказит, кобальтин и висмутин. Кроме того, выявлены такие редкие минералы, как пираргирит, теллуrowисмутит, самородный висмут и самородное золото двух генераций, что сближает данные проявления с другими золото-сульфидно-кварцевыми объектами Чукотки (Палянгай, Лосиха) и Магаданской области (Школьное и др.), отвечающими золото-теллуридно-висмутовому типу. Авторами выделено 6 эндогенных минеральных комплексов, из которых главным продуктивным является золото-висмут-висмутин-арсенопирит-кварцевый комплекс, в то время как минералы более позднего золото-тетраэдрит-галенит-пирит-кварцевого комплекса (продуктивного) играют подчиненную роль. Также в результате проведенных исследований было установлено, что наиболее перспективными рудными зонами являются жильно-прожилковые зоны и линейные штокверки протяженностью первые сотни метров при мощности от 0,5 м до 20 м, сложенные желтовато-белым и светло-серым среднезернистым кварцем с густой (от 10 до 50 %) вкрапленностью арсенопирита II, кобальтина, висмутина, галенита, халькопирита II, тетраэдрита и других минералов золото-висмут-висмутин-арсенопирит-кварцевого и золото-тетраэдрит-галенит-пирит-квар-

цевого комплексов, отличающиеся высокими содержаниями золота и его элементов-спутников (As, Bi, Co, Pb, Cu, Ag, Sb и Te). Кроме того, было установлено наличие двух генераций самородного золота, при этом преобладающее золото I образует тонкодисперсные (0,001 — 0,006 мм) и тонкие (0,01 — 0,02 мм) кристаллические и интерстиционные выделения, а также сростки с висмутином, теллуrowисмутитом и самородным висмутом, тогда как для самородного золота II характерны тонкие (0,01–0,02 мм) дендритовидные и интерстиционные выделения и сростки с халькопиритом II, галенитом и тетраэдритом.

Что же касается гидротермальных преобразований вмещающих пород, то косвенным поисковым признаком золото-сульфидно-кварцевого оруденения золото-теллуридно-висмутового типа в пределах участка Каменный пик являются линейные зоны дорудных березитов и умеренно березитизированных гранитоидов, тогда как синрудный метасоматоз, отвечающий главному продуктивному комплексу, проявлен слабо и ограничивается умеренным окварцеванием и серицитизацией вмещающих пород.

Полученные данные позволили рекомендовать сосредоточить проведение поисковых работ на золото-сульфидно-кварцевое оруденение в пределах Студёной и Северной рудоносных зон участка Каменный пик, а также в пределах северного и центрального сегментов Центральной серии рудоносных зон данного участка, залегающих в приапикальных частях массива гранитоидов правотелекайского габбро-диорит-гранодиоритового комплекса раннего мела. По результатам этих работ в пределах Студёной и Северной рудоносных зон были выявлены жильно-прожилковые зоны с вкрапленностью арсенопирита II, галенита, халькопирита II, висмутина, самородного висмута и самородного золота двух генераций, отличающиеся высокими (от 3–10 до 50 г/т) содержаниями золота.

**Миляев С.А., Кряжев С.Г., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ).
ИОНО -СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ПРИ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ
ПОИСКАХ СКРЫТЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ**

Дальнейший прирост запасов цветных металлов в «старых», хорошо изученных рудных районах ожидается главным образом за счет обнаружения скрытых — слепых и погребенных месторождений.

Первичные ореолы над глубокозалегающими слепыми месторождениями и вторичные ореолы погребенных месторождений относятся к числу слабых аномалий, в которых содержания элементов-индикаторов сопоставимы с уровнем колебаний местного геохимического фона.

Усиление слабых гипергенных аномалий осуществляется путем двух последовательных операций:

- применением разработанного в ЦНИГРИ ионо-сорбционного метода, основанного на селективном извлечении подвижных форм химических элементов из ореолообразующей среды (почвенного покрова);
- математической обработкой поисковых данных, понижающей случайные флуктуации геохимического поля и увеличивающей регулярную составляющую рудной аномалии.

Ионо-сорбционный метод основан на извлечении из тонкой фракции почвенных проб (горизонт А₁) химических элементов 5% раствором азотной кислоты с ICP-MS анализом полученных вытяжек. Образующийся в таком растворе ион гидроксония (H_3O^+) обладает высокими ионообменными свойствами и способен активно замещать находящиеся на поверхности частиц почвенного поглощающего комплекса катионы металлов (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ и др.), переводя их в раствор для последующего анализа.

Стандартизация методики пробоподготовки и анализа обеспечивает максимальную компенсацию ошибок и позволяет получать данные, которые по величинам относительных случайных погрешностей ($\delta_{\text{случ}} = 1,1^{\pm 1} - 1,3^{\pm 1}$), могут быть отнесены к *результатам количественного анализа*. Это условие при литохимических поисках скрытого полиметаллического оруденения является обязательным.

Ионо-сорбционные ореолы рассеяния имеют комплексный состав, который позволяет по

набору и соотношениям химических элементов определять формационный тип полиметаллической минерализации. Условия формирования полиметаллических месторождений благоприятны для поисков скрытых объектов по их петрохимическим ореолам (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), которые отражают химизм процесса метасоматических преобразований. Высокая миграционная способность сульфатов Cu, Zn и Pb способствует формированию обширных гипергенных аномалий над рудными телами. Привлечение к решению поисковых задач рудных и породных индикаторов оруденения позволяет существенно повысить достоверность прогнозных оценок за счет суммирования «поисковых вкладов» двух групп геохимических признаков.

Для дальнейшего усиления ионо-сорбционных аномалий проводится сглаживание данных литохимического опробования методом «скользящего среднего» с числом точек в окне, близким к их числу в контуре ожидаемой рудной аномалии. Рудные полиметаллические аномалии полиэлементны, их контрастность увеличивается при мультипликации концентраций цветных металлов. В результате сочетания сглаживания и мультипликации показатель контрастности новой аномалии возрастает в десятки раз.

Экспериментальные данные показывают, что в благоприятных геологических условиях с поверхности почвенного покрова выделяются ионо-сорбционные ореолы над полиметаллическими рудными телами, залегающими на глубине 300–350 м, а также перекрытыми чехлом неоген-четвертичных отложений мощностью 100–110 м.

При проведении поисковых работ ионо-сорбционный метод способствовал выявлению новых промышленных рудных залежей. В докладе приводятся примеры обнаружения полиметаллического оруденения в различных ландшафтно-геологических обстановках российской части Рудного Алтая и Восточного Забайкалья.

Филиппов С.А., Сытенков В.Н., Матвеева Е.В., Таразевич Ю.Н. (ФГБУ «ВИМС»).
ПОВЫШЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МЕЛКИХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НЕРАСПРЕДЕЛЕННОГО ФОНДА НЕДР

Объектом исследований являются мелкие месторождения золота нераспределенного фонда недр. Цель исследований: определить комплекс технико-технологических проемов, позволяющих повысить инвестиционную привлекательность таких месторождений. Базовый элемент исследований — технико-экономические решения, заложенные в ТЭО кондиций, а источники технических решений по повышению ликвидности месторождений — проектная документация, прошедшая согласования ЦКР-ТПИ за 2006–2015 гг.

Анализ проектов разработки мелких месторождений золота показал, что требуемый уровень эффективности инвестиций в освоение мелких месторождений золота может быть обеспечен при: сроке отработки запасов менее 10 лет; сроке окупаемости инвестиций не более 4–5 лет; ВНД — не менее 25–30 %; индекс доходности $ID \geq 1,5$; рентабельность капитальных вложений — более 35–40 %.

Анализ МСБ основных золотодобывающих регионов России показал, что мелкие месторождения золота, характеризуются: сложным строением рудных зон с богатыми стержневыми частями в окружении минерализованных пород с невысокими содержаниями; небольшими запасами полезного ископаемого (по классификации — до 5 т); мономинеральным составом руды; недоразведанностью флангов месторождений; размещением в регионах со слаборазвитой инфраструктурой.

Повышение ликвидности мелких месторождений золота может быть достигнуто за счет вероятного увеличения запасов полезного ископаемого; применение прогрессивных технологий добычи и переработки полезных ископаемых; государственной поддержки, например, в части в создании внешней инфраструктуры общего назначения. Как варианты могут быть рассмотрены: групповая разработка мелких сближенных месторождений с использованием базовой ЗИФ; отработка мелких месторождений действующими предприятиями; упрощенные технологии переработки золотосодержащей руды, как частный случай — на основе кучного выщелачивания.

Для мелких месторождений рассмотрены: опыт применения мобильного выемочно-погрузочного и транспортного оборудования многоцелевого назначения (экономический эффект от внедрения — 15–20 %); управления характеристиками рудопотока на основе радиометрических методов измерений (15 %); применение модульных обогачительно-перерабатывающих комплексов (20–25 %); использование интенсивной гравитации золотосодержащих руд в качестве базовой технологии переработки (20–30 %).

**Шатилова Л.В., Щегольков Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Иванов М.А
(Институт криминалистика ФСБ России).**

СОСТАВ И ТИПОМОРФНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТОНКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛЕНОК САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ПО ДАННЫМ ЭОС

При исследовании золота 49 россыпей Забайкальского края, Кемеровской и Новосибирской областей методом электронной оже-спектроскопии (ЭОС) в составе тончайшего приповерхностного слоя помимо матричных Au и Ag установлены следующие элементы: C, O, Hg, S, Si, Ca, Cl, Fe, Mn, Al, N, K. Специфическими примесями для поверхностных пленок золота Забайкалья являются Bi, Sn, Pb, Pd, для золота Кемеровской и Новосибирской областей — Mn. Наиболее часто Hg отмечается на поверхности золота месторождений Новосибирской (42 %) и Кемеровской областей (39 %), в Забайкалье она установлена на поверхности лишь 18 % проанализированных золотин.

Наиболее полно различия в составе поверхностных пленок отразились в статистическом мультипликативном показателе K_x по сере и серебру $K_x = W_x \times C_x$, где W_x — частота встречаемости элемента на объекте, а C_x — средняя концентрация элемента.

Выбор серы и серебра определялся тем, что именно этим элементам, как правило, принадлежит существенная роль в трансформации поверхности самородного золота в зоне гипергенеза. Ионы серы практически всегда присутствуют в грунтовых водах, как результат окисления сульфидных минералов и жизнедеятельности бактерий, нередко образуя на поверхности россыпного золота различные сульфидные фазы, в том числе с серебром и ртутью. Атомы серебра, находящиеся в приповерхностном слое золотин, как известно, в гипергенных условиях обладают повышенной диффузионной способностью относительно атомов золота.

Изучение распределения мультипликативных показателей K_S и K_{Ag} показало, что на Забайкальских объектах K_{Ag} в три раза выше, а значение показателя K_S существенно ниже, чем на объектах Кемеровской и Новосибирской областей.

Подобная изменчивость K_S и K_{Ag} может быть связана с относительно молодым возрастом оруденения (эпоха мезозойской тектоно-магматической активизации) в Забайкалье в отличие от Кузнецкого Ала-тау и Салаира, оруденение которых формировалось в более ранние эпохи и рудные проявления подверглись глубокому преобразованию в условиях древних кор выветривания с полным переходом серы и серебра в растворы.

В 24 % случаев на поверхности хорошо окатанных золотин Забайкалья фиксируются пленки Ag мощностью до первых десятков нанометров, что возможно, связано с повышенной диффузией серебра, приводящей к образованию тончайшего слоя более низкой пробности, и свидетельствует о длительном пребывании золота в покое. Отсутствие серебра позволяет предполагать истирание поверхностной низкопробной пленки в результате относительно недавнего перемещения золота в россыпи.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	4
Аббасов Н.А. (Бакинский Государственный Университет, Азербайджан). РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В РУДАХ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА.....	4
Аббасов Н.А. (Бакинский Государственный Университет, Азербайджан). ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ МЕДНОПОРФИРОВЫЕ РУДЫ МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКОЙ ЗОНЕ НА ЮГЕ МАЛОГО КАВКАЗА (РЕСПУБЛИКА АЗЕРБАЙДЖАН).....	5
Арифлулов Ч.Х., Инякин А.В., Имамендинова М.А., Арсентьева И.В., Ожерельева А.В., Данильченко В.А. (ФГУП ЦНИГРИ). УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ВЕРХНЕ-ХАТЫННАХ-ОЛБОТСКОМ РУДНОМ УЗЛЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ОЛБОТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	7
Артемова О.А. (ФГУП ЦНИГРИ). СТАДИЙНОСТЬ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОРОД В ПРЕДЕЛАХ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ЗОНЫ «СЕВЕРНАЯ» СВЕТЛОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (БОДАЙБИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)	8
Багаева А.А., Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Петрушков Б.С. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Кирплук П.В., Лазарев Ф.Д. (НФ ФГБУ «ВСЕГЕИ»). О КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ РУДНОГО ЗОЛОТА НА ЗАКРЫТЫХ И ПОЛУЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЗАПАДНОГО ТАЙМЫРА (КОНЕЧНИНСКИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ)	9
Бакшеев И.А., Нагорная Е.В., Марущенко Л.И. (МГУ им. М.В. Ломоносова). МИНЕРАЛОГИЯ И ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД, РУД И МЕТАСОМАТИТОВ ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ БАЙМСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ, ЧУКОТКА.....	10
Васюков В.Е. (ФГУП ЦНИГРИ). ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ РУДНОГО ЗОЛОТА В БОДАЙБИНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ.....	11
Гавриш А.В., Проскурнин В.Ф., Петрушков Б.С. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») Науменко Н.Г. (ОАО «Полярная ГРЭ»), Шнейдер Г.В., Лазарев Ф.Д. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). ЗОЛОТОНОСНОСТЬ КУНАР-СЕРЕБРЯНСКОЙ ПЛОЩАДИ АККРЕЦИОННОЙ ЗОНЫ ДОКЕМБРИЯ ПОЛУОСТРОВА ТАЙМЫР	12
Гирфанов М.М., Мигачев И.Ф. (ФГУП ЦНИГРИ). ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОГНОЗНО- ПОИСКОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОРУДЕНЕНИЯ МЕДНОПОРФИРОВОГО ТИПА.....	13
Голубев С.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ). ФОРМИРОВАНИЕ АЛМАЗОНОСНЫХ ОСАДКОВ БУЛУНКАНСКОЙ СВИТЫ РЭТСКОГО ЯРУСА ВЕРХНЕГО ТРИАСА НА СЕВЕРЕ ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ	14
Громцев К.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛОЩАДЕЙ РАНГА ПРОГНОЗИРУЕМОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ НА СЕВЕРЕ ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ	15
Гусейнов Г.С. (НИИ Минерального сырья, Азербайджан). НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД ГЫЗЫЛУЛАГСКОГО ЗОЛОТО-МЕДНО-КОЛЧЕДААННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАЛОГО КАВКАЗА (АЗЕРБАЙДЖАН)	16
Дементенко Л.И., Гущина Е.Ю., Головкин А.В. (ГП «Центральная ГГЭ»). КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ СРЕДНЕМАСШТАБНЫХ ПРОГНОЗНО- МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ	16
Доломанова-Тополь А.А., Киселева Г.Д. (ИГЕМ РАН), Кряжев С.Г. (ФГУП ЦНИГРИ), Прокофьев В.Ю. (ИГЕМ РАН). МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС РУД НОВО-ШИРОКИНСКОГО ЗОЛОТО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ, РОССИЯ).....	17
Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Рустамжонов Р.Р. (ГП «НИИМР», Узбекистан). СТРУКТУРЫ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ СЕВЕРО-КЫЗЫЛКУМСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ПРОВИНЦИИ (ГОРЫ БУКАНТАУ)	18
Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Самсонов А.В., Рустамжонов Р.Р. (ГП «НИИМР», Узбекистан). УГАМ-ПСКЕМСКИЙ СЕРЕБРОРУДНЫЙ ПОЯС — НОВЫЙ ТИП СТРАТИФОРМНО-ЖИЛЬНО-ШТОКВЕРКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В СРЕДИННОМ ТЯНЬ-ШАНЕ	19

Ермолаев Г.С. (ГП «НИИМР», Узбекистан). РЕОЛОГИЧЕСКАЯ УПОРЯДОЧЕННОСТЬ И БЕСКОРНЕВЫЕ РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ	20
Злобина Т.М., Котов А.В., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН). МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУР ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ	21
Зубова Т.П., Яблокова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ТИПОМОРФИЗМ ЗОЛОТА В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ВЫСОКОГЛИНИСТЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА.....	22
Иванов А.И. (ФГУП ЦНИГИ), Михайлов Б.К. (АО «Росгеология»), Вартанян С.С. (ФГУП ЦНИГРИ). МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ЗОЛОТА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	23
Иванов А.И., Васюков В.Е., Мансуров Р.Х., Инякин А.В., (ФГУП ЦНИГРИ). НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ БОЛЬШЕОБЪЕМНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УГЛЕРОДИСТО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ	24
Имамендинова М.А., Наталенко М.В. (ФГУП ЦНИГРИ). УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ, МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ВЕРХНЕ-ХАКЧАНСКОГО ЗОЛОТО - КВАРЦЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	26
Исламов Б.Ф., (ГП «НИИМР», Узбекистан). СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОГО РЕГИОНА	27
Ильин А. А. (ООО «Инпазан»). КАРТА ЗОЛОТОНОСНОСТИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ 4 ПОКОЛЕНИЯ	28
Килижеков О.К (Ботубинская ГРЭ АК АЛРОСА), Толстов А.В. (ИГиМ им. В.С. Соболева СО РАН), Разумов А.Н., Цырендоржиева М.В. (Ботубинская ГРЭ АК АЛРОСА). ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОССЫПЕЙ АЛМАЗОВ НАКЫНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ (ЯКУТСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ).....	30
Корчагина Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВМИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ ЦЕНТРОВ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ.....	32
Краснов А.Н., Шатилова Л.В., Харитонов М.С. (ФГУП ЦНИГРИ). ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОНОСНОСТИ МЕЗОЗОЙСКИХ КОНГЛОМЕРАТОВ ЗАБАЙКАЛЯ НА ПРИМЕРЕ ИТАКИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ.....	33
Кудрявцева Н.Г., Серавина Т.В., Иваненкова Е.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ РУДНОГО АЛТАЯ, ИХ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ	33
Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ	34
Кузнецов С.К., Савельев В.П., Майорова Т.П., Глухов Ю.В., Сокерина Н.В. (ИГ Коми НЦ УрО РАН). ЗОЛОТОНОСНОСТЬ СРЕДНЕГО ТИМАНА	36
Кряжев С.Г., Васюков В.Е., Шумилин Д.А. (ЦНИГРИ). ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БОЛЬШЕОБЪЕМНОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УГЛЕРОДИСТО-ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩАХ	37
Кухмазов И.С., Кудрявцева Н.Г., Конкина А.А. (ФГУП ЦНИГРИ). ОБСТАНОВКИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИАРГУНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ АКАТУЕВСКОГО И САВИНСКОГО №5 МЕСТОРОЖДЕНИЙ)	38
Майорова Т.П., Кузнецов С. К. (ИГ Коми НЦ УрО РАН). ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ ЗОЛОТО-ТЕЛЛУРИДНО-ВИСМУТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ХОБЕИЗСКОМ РУДНО-РОССЫПНОМ РАЙОНЕ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)	39
Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С. (ФГУП ЦНИГРИ). МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛИХОГЕОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТА В УСЛОВИЯХ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА	40
Мельников А.В. (ИГиП ДВО РАН). ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ДАМБУКИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ПЛАТИНОИДНОЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ (ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)	41
Мигачев И.Ф., Минина О.В., Звездов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ). ПЕРСПЕКТИВЫ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА МЕДНО-ПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ	42
Митрофанов Н.П. (ФГБУ «ВИМС»). К ВОПРОСУ О МЕТОДОЛОГИИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, НЕ ВЫХОДЯЩИХ НА ПОВЕРХНОСТЬ	43
Николаев Ю.Н., Калько И. А., Бакшеев И.А., Прокофьев В.Ю., Власов Е.А., Джеджева Г.Т. (МГУ им. М.В.	

Ломоносова). ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	44
Николаев Ю.Н., Калько И. А., Охапкина Е.Ю., Кривицкая Н. Н., Прокофьев В.Ю (МГУ им. М.В. Ломоносова). НОВЫЙ ТИП ЭПИТЕРМАЛЬНОЙ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЧУКОТКИ.....	45
Николенко Е.И., Изох А.Э., Логвинова А. М. (ИГМ СО РАН им. В.С. Соболева), Олейников О.Б. (ИГАБМ СО РАН). ВКЛЮЧЕНИЯ В ХРОМШПИНЕЛИДАХ ИЗ ГРАВЕЛИТОВ КАРНИЙСКОГО ЯРУСА ВЕРХНЕГО ТРИАСА, СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ.....	46
Окулов А.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ПОЗИЦИЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МИНЕРАЛОГОО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)	47
Орехов А.Н., Ерофеев Л.Я., Соболев И.С. (ФГАОУ ВО НИ ТПУ). НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА РУДНОЕ ЗОЛОТО В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ.....	48
Орлянкин В.Н. (Научный геоинформационный центр РАН). ГИПОТЕЗА О КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ ОКРУГЛЫХ АЛМАЗОВ «БРАЗИЛЬСКОГО» ТИПА В РЕСПУБЛИКЕ САХА-ЯКУТИЯ, НА УРАЛЕ И В БРАЗИЛИИ	49
Орлянкин В.Н. (Научный геоинформационный центр РАН). ЭНДОГЕННАЯ НЕФТЬ — ТРАНСПОРТЁР ЗОЛОТА ИЗ МАНТИИ В КОРУ	50
Позднякова Н.Н. (ФГУП ЦНИГРИ). ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА РОССЫПИ Р.ЧАЙ-ЮРЬЯ (ЯНО-КОЛЫМСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ СИСТЕМА) КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ЕЕ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	50
Проскурнин В.Ф., Петров О.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ») Курбатов, И.И. (Центрсибнедра) Гавриш А.В., Лукьянова Л.И., Наумов М.В., Салтанов В.А., Виноградова Н.П. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ГОРЯЧЕГО ПЯТНА ТАЙМЫРА / ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ РУДОНОСНЫХ (ЗОЛОТО, АЛМАЗЫ, ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ) РАЙОНОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ РОССИИ.....	51
Раков Л.Т., Прокофьев В.Ю., Коваленкер В.А. (ИГЕМ РАН). ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ	52
Савельев В.П. (ООО «Ухтагеосервис»), Яблокова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ) НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОЗОЙСКИХ РОССЫПЯХ ТИМАНА.	53
Савчук Ю. С. (ИГЕМ РАН). ЗОЛОТЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАЙОНА КОКИМБО В РЕСПУБЛИКЕ ЧИЛИ.	54
Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН), Вихтер Б.Я. (ФГУП ЦНИГРИ). БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В НАУЧНО- МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ ОРОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА.....	55
Столяров В.В. (ФГБУН ИАЗ НЦ РАН). МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ИЗ РУД ГИТЧЕ-ТЫРНЫАУЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)	56
Тарасов А.В., Гурин Г.В. (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»). ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СУХОЛОЖСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ.....	57
Тельнова О.П. (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН). ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕВОНСКИХ АЛМАЗСОДЕРЖАЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТИМАНА	58
Тучина М.В (ФГУП ЦНИГРИ). ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ СВИНЦА И ЦИНКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	59
Цикина М.А. (ФГУП ЦНИГРИ). ТИПОМОРФНЫЕ ПРИЗНАКИ ЗОЛОТА ИЗ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ЕРАВНИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ.....	60
Цой В.Д. (ГП «НИИМР», Узбекистан). ТОПОМИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО И СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОМ РЕГИОНЕ	61
Читалин А.Ф. (ООО «Институт геотехнологий»), Николаев Ю.Н., Бакшеев И.А.(МГУ им. М.В. Ломоносова) ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПАДНОЙ ЧУКОТКИ.....	62
Шаповалов В. С., Конкина О.М., Тучина М.В., Алексеев Я.В. (ФГУП ЦНИГРИ). АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ТПИ РФ за 01.01.2014 – 01.10.2015	63

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ	64
Авилова О.В., Андреев А.В., Гирфанов М.М. (ФГУП ЦНИГРИ). КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОЯВЛЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧУКОТКИ	64
Александров В.В., Т.Н. Кривко (ОАО «Уральская ГСЭ»). ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТА В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ МУРЗИНСКОГО И ВЕРХИСЕТСКОГО ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	65
Андреев А.В. (ФГУП ЦНИГРИ). МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА НОВОГОДНЕНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ), ТИПЫ РУД И ОБСТАНОВКИ НАХОЖДЕНИЯ.....	66
Аристов В.В., Бабарина И.И. (ИГЕМ РАН). СТРУКТУРНЫЙ КРИТЕРИЙ МАСШТАБА ЗОЛОТО-КВАРЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)	67
Афанасьева Е.Н., Лебедев И.О. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ КАРЕЛИИ	68
Барышев А.Н. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЕЙ И ИХ АДАПТАЦИИ К ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ОБСТАНОВКАМ.....	69
Бочнева А.А., Лаломов А.В. РАН (ИГЕМ РАН). ГЕОЛОГО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПОЛЯ ЗАУРАЛЬСКОГО РОССЫПНОГО РАЙОНА (ПРАВОБЕРЕЖНЫЙ УЧАСТОК, ХМАО).....	70
Богославец Н.Н., Елшина С.Л. (ФГУП ЦНИГРИ). ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ КОНТРОЛЯ ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ АЛЕКСАНДРОВО-ЗАВОДСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	71
Волков А.В., Сидоров А.А. (ИГЕМ РАН), Савва Н. Е (СВКНИИ ДВО РАН), Прокофьев В.Ю., Чижова И.А. (ИГЕМ РАН), Колова Е.Е. (СВКНИИ ДВО РАН). БОНАНЦЫ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	72
Волчков А.Г., Никешин Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ). УРОВНИ РУДОЛОКАЛИЗАЦИИ ВУЛКАНОГЕННЫХ КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА	72
Голобурдина М.Н., Лукьянова Л.И. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). КРИТЕРИИ АЛМАЗОНОСНОСТИ ЗАПАДНОГО СКЛОНА СЕВЕРНОГО И СРЕДНЕГО УРАЛА	73
Голубев Ю.К., Прусакова Н.А. (ФГУП ЦНИГРИ). КОРЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ АЛМАЗОВ РОССЫПЕЙ ЭБЕЛЯХСКОГО ТИПА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ.....	74
Голубева Ю.Ю., Колесникова Т.И. (ФГУП ЦНИГРИ). ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КРАТЕРНЫХ ЧАСТЕЙ ВОЗМОЖНЫХ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ ТРИАСОВОГО ВОЗРАСТА НА СЕВЕРЕ ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ (ЯКУТИЯ)	75
Гонгальский Б.И. (ИГЕМ РАН). ПРИРОДА СУПЕРКРУПНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТАЛЛОВ УДОКАНЧИНСКОГО РАЙОНА (ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ АЛДАНСКОГО ШИТА).....	76
Гурин Г. В., Тарасов А.В. (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»), Звездов В.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Захаров С. Н. (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»). ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА НА ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))	77
Жанибеков Б.О., Турапов М.К. (ГП «НИИМР»), Дулабова Н.Ю., (Госкомгеология, Узбекистан), Зокиров О.Т. (ГИ «Саноатгеоконтехназорат»). ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ И ДЕФОРМИРОВАННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В АУМИНЗАТАУ-БЕЛЬТАУСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (ЮЖНОМ ТЯНЬ-ШАНЬ)	78
Жанибеков Б.О., Турапов М.К. (ГП «НИИМР»), Дулабова Н.Ю. (Госкомгеология, Узбекистан), Умматов Н.Ф., Хамроев Ж.З., Тошходжаева М.А. (Ташкентский гос. технич. университет). СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ АУМИНЗАТАУ- БЕЛЬТАУСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ).....	79
Закирова Ф.А., Красникова Е.В., Дрешер М.М., Вассерман В.А., Семенов Ф.В. (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»). ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГАЛОГЕННЫХ БОРНЫХ РУД В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ	80
Звездов В.С., Куприков Д.Н., Остапенко Л.А., Столяренко В.В., Чернов Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ). КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПЛОЩАДИ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА.....	81

Звездов В.С., Минина О.В, Остапенко Л.А., Столяренко В.В., Чернов Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ). ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))	82
Зинчук Н.Н. (ЗЯНЦ АН РС(Я). АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ ПОИСКАХ АЛМАЗНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	83
Зинчук Н.Н. (ЗЯНЦ АН РС(Я). ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОРМАЦИИ ДРЕВНИХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ПРИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ	84
Змиевский Ю.П. (АО «Дальгеофизика»). НОВЫЙ ОБЪЕКТ ЗОЛОТО–МЕДНОПОРФИРОВОГО ТИПА В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ (РУДОПРОЯВЛЕНИЕ МЕДНОЕ, ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)	85
Иванов А.И., Конкин В.Д., Котельников Е.Е., Захаров И.О., Тихомиров И.П. (ФГУП ЦНИГРИ). ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РУДНЫХ ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ БОДАЙБИНСКОГО РАЙОНА.....	86
Казаков И.И, Стороженко Е.В, Кривко Т.Н. (ОАО «Уральская ГСЭ»). ПЕРСПЕКТИВЫ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ МАХНЕВСКО- АЛТЫНАЙСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ	87
Коваленкер В.А., Абрамов С.С., Киселева Г.Д., Крылова Т.Л., Языкова Ю.И. (ИГЕМ РАН). ТИПОМОРФНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ КАК ОСНОВА ИХ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.....	88
Конкин В.Д., Иванов А.И., Котельников Е.Е. (ФГУП ЦНИГРИ). К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ РУДНОГО ЗОЛОТА ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩ БОДАЙБИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА	89
Коньшев В.О. (ФГУП ЦНИГРИ). ПРОГНОЗ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КРУПНООБЪЕМНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С БОНАНЦАМИ ЗОЛОТА В РОССЫПНЫХ РАЙОНАХ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ПРОВИНЦИИ	91
Кузнецова Т.П., Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ). СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ И РУДНОГО АЛТАЯ	92
Кузнецов О.Б., Кузнецова В.Г. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»). ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГРАФИТА В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ	93
Кряжев С.Г., Васюта Ю.В., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	94
Лаломов А.В. (ИГЕМ РАН). ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ РОССЫПИ ОЛОВА ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСТУПОВ....	95
Лаптев М.М. (ФГУП ЦНИГРИ). ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ МЕТОДОМ СДВР ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ УЧАСТКОВ РАНГА КУСТА КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ ПРИ ПОИСКАХ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ	96
Мансуров М.И., Каландаров В.Г., Мамедова А.Г., Шамиев Р.А. (Бакинский государственный университет). К ЗОЛОТОНОСНОСТИ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕХМАНИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (МАЛЫЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)	97
Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Тарасов А.В. (ЗАО НПП «ВИРГ-Рудгеофизика»). РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ЗОНЫ СКЛАДЧАТО-РАЗРЫВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В СРЕДНЕ-ВЕРХНЕРИФЕЙСКИХ КАРБОНАТНО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ЕНИСЕЙСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ПРОВИНЦИИ	98
Молчанов В.П. (ДВГИ ДВО РАН). ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ПОРОД ВСКРЫШИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА	99
Мясников Ф.В. ЛОКАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ НА ЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ (ПО МАТЕРИАЛАМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ НИЖНЕ-БОТУОБИНСКОЙ ПАЛЕОВОЗВЫШЕННОСТИ)	100
Онищенко С. А. (ЗАО «Голд Минералс»). ГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОНОСНЫХ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГОЛЕЦ ВЫСОЧАЙШИЙ, ЛЕНСКИЙ РАЙОН)	102
Охунов А.Х. (ГП «НИИМР»). ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО УЗБЕКИСТАНА	103
Паленова Е.Е., Белогуб Е.В., Котляров В.А., Новоселов К.А., Заботина М.В. (ИМин УрО РАН). МИНЕРАЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОРЕННОГО ЗОЛОТА В ЧЕРНЫХ СЛАНЦАХ АРТЕМОВСКОГО РУДНОГО УЗЛА (БОДАЙБИНСКИЙ РАЙОН)	104
Плотинская О.Ю., Чугаев А.В. (ИГЕМ РАН). ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ	

РУДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ ЮЖНОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ БИРГИЛЬДИНСКО-ТОМИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА).....	105
Тарбаев М.Б., Попов М.Я. (Департамент по недропользованию по СЗФО, Комигеофонд). РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ЗОЛОТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ГЕОЛОГОПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....	106
Фридовский В.Ю., Кудрин М.В. (ИГАБМ СО РАН). СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ.....	107
Хабибуллаева Г.Р., Дунин-Барковская Э.А. (Институт геологии и геофизики, Узбекистан). МИНЕРАЛОГО — ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТО — СУЛЬФИДНЫХ РУД УЗБЕКИСТАНА — КАК НАУЧНАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ИХ ПОВЕДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ОБОГАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ.....	108
Ханчук А.И., Молчанов В.П., (ДВГИ ДВО РАН), Сун Фенгжуй (Цзилиньский университет). ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ГРАФИТОНОСНЫХ ПОРОДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛЮМАО (КИТАЙ).....	109
Харитонов М.С., Агibalов О.А., Зубова Т.П., Цикина М.А., Иванов Н.М., Филиппов В.П. (ФГУП ЦНИГРИ). ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В КОРАХ ХИМИЧЕСКОГО ВЫВЕТРИВАНИЯ ОЛЬГИНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ.....	110
Хасанов В.Н. (ФГУП ЦНИГРИ). ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ МАРОКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ НИЖНЕ-ЧИРИМБИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ).....	111
Щербакова Т.А. (ФГУП ЦНИИГеолнеруд). ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МАГНЕЗИТ-ГИДРОМАГНЕЗИТОВЫХ РУД В ОСАДОЧНЫХ КАЙНОЗОЙСКИХ КОМПЛЕКСАХ.....	112
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ ГРП ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ	114
Агibalов О.А., Зубова Т.П., Иванов Н.М., Кондратьев А.В., Краснов А.Н. Мухин П.В., Федоренко С.В., Филиппов В.П., Харитонов М.С., Цикина М.А. (ФГУП ЦНИГРИ). ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ЕРАВНИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ).....	114
Гребенкин Н.А., Леденева Н. В. (ФГБУ «ВИМС»), Филиппов Н. Б. (ГГУП «СФ» Минерал»), Житников В. А. (АО «ПКГЭ»). УРАН-ЗОЛОТОРУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ГРУПП РОМПАС И РАЙЯПАЛОТ (СЕВЕРНАЯ ФИНЛЯДИЯ).....	115
Зималина В.Я. (ГП «НИИМР»). РАСХОЖДЕНИЯ МЕЖДУ ПОДСЧИТАННЫМИ И ОТРАБАТЫВАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ — ФАКТОР РИСКА ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С НЕРАВНОМЕРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ОРУДЕНЕНИЯ.....	116
Петров О.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Самойлов А.Г. (ФГУП «НВНИИГТ») Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Курбатов И.И. (Центрсибнедра) Лазарев Ф.Д., Шнейдер Г.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»). ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО ЗОЛОТА НА О. БОЛЬШЕВИК АРХ. СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ.....	117
Рустамов А.А., Зималина В.Я., Рахмонов Р.В. (ГП «НИИМР», Узбекистан). ДОСТОВЕРНОЕ ОПРОБОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ — ПУТЬ К ВОСПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ.....	118
Седов Н.П. (ОО «Геопрд»). КОМПЛЕКСНЫЕ ОПЫТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В КОРЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ПРОЧИХ МАССИВАХ РЫХЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД, СОВРЕМЕННАЯ ЗАДАЧА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	119
Шумилин Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ). СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ЗОНЫ СЕВЕРНАЯ (СВЕТЛОВСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ) И ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНАЯ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ СУХОЙ ЛОГ) БОДАЙБИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА.....	121
РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГРП	123
Ахманов Г.Г., Егорова И.П., (ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»). ИННОВАЦИОННЫЙ МАЛОЗАТРАТНЫЙ МЕТОД ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАРИТА НА ЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	123
Голиков Ю.В. (УГГУ). НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИМПУЛЬСНОЙ РУДНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ.....	124
Исоков М.У. (Кабинет Министров Республики Узбекистан). РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ— СОВРЕМЕННЫЙ ПУТЬ	

ВОСПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНО- СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УЗБЕКИСТАНА	124
Капленков Г.Н. МНОГОВАРИАНТНОСТЬ — ПУТЬ К УСПЕХУ	125
Лоренц Д. А., Туровский Д.С. (ФГУП ЦНИГРИ). ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ ДЛЯ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ ОБЪЕКТОВ ЗОЛОТО-ТЕЛЛУРИДНО-ВИСМУТОВОГО МИНЕРАЛЬНОГО ТИПА В ПРЕДЕЛАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧУКОТКИ НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ УЧАСТКА КАМЕННЫЙ ПИК	126
Миляев С.А., Кряжев С.Г., Виленкина Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ). ИОНО -СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ПРИ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКАХ СКРЫТЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ	127
Филиппов С.А., Сытенков В.Н., Матвеева Е.В., Таразевич Ю.Н. (ФГБУ «ВИМС»). ПОВЫШЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МЕЛКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НЕРАСПРЕДЕЛЕННОГО ФОНДА НЕДР	128
Шатилова Л.В., Щегольков Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Иванов М.А (Институт криминалистика ФСБ России). СОСТАВ И ТИПОМОРФНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТОНКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛЕНОК САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ПО ДАННЫМ ЭОС	129