

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
Федеральное государственное унитарное предприятие
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ФГУП ЦНИГРИ)**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ И
ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ —
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**научно-практическая конференция
(14–15 апреля 2015 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ)**

Москва
ФГУП ЦНИГРИ
2015

УДК [553.3/4+553.5/7].043+558

Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных и цветных металлов — состояние и перспективы. Сборник тезисов докладов научно-практической конференции. (14–15 апреля 2015 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ). М.: ЦНИГРИ. 2015. 108 с.

. 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

Ответственный редактор А.Н.Щендригин

Сдано в набор 23.03.2015. Подписано в печать 08.04.2015
Уч. изд. л. 9,0. Тираж 120 экз.

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

ISBN 978-5-85657-014-3

© Федеральное государственное унитарное предприятие
Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов
(ФГУП ЦНИГРИ), 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Планом выставочных мероприятий, конференций и научных совещаний Федерального агентства по недропользованию на 2015 г. (приказ Роснедра от 01.12.2014 № 765) на ФГУП ЦНИГРИ возложена ответственность за подготовку и проведение научно-практической конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных и цветных металлов — состояние и перспективы».

Конференция проводится при поддержке Федерального агентства по недропользованию, Российской академии наук, Российского геологического общества и Российской академии естественных наук 14–15 апреля 2015 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:

принципы планирования и реализации федеральных ГРР;

научно-методические основы комплексирования геологических, геохимических, геофизических методов прогноза, поисков и оценки месторождений;

использование комплексных моделей месторождений для целей прогноза, поисков, оценки и разведки;

оптимизация и координация работ по научно-методическому обеспечению и сопровождению федеральных ГРР;

использование передового опыта проведения ГРР по воспроизводству минерально-сырьевой базы России;

разработка и реализация инновационных технологий ГРР.

Состав организационного комитета: сопредседатели — Киселев Е.А. (Роснедра), Аксенов С.А. (Роснедра), Михайлов Б.К. (ФГУП ЦНИГРИ), Фаррахов Е.Г. (РосГео); члены оргкомитета — Аксенов Е.М. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»), Беневольский Б.И. (ФГУП ЦНИГРИ), Вартамян С.С. (ФГУП ЦНИГРИ), Волчков А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ), Голубев Ю.К. (ФГУП ЦНИГРИ), Иванов А.И. (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 представлено 92 доклада 35 организаций и предприятий Роснедра, РАН, ВУЗов, организаций-недропользователей.

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

ПРИНЦИПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГРР

Волков А.В., Бортников Н.С., Лобанов К.В., Сидоров А.А.,

Галямов А.Л., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН)

АРКТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГЛОБАЛЬНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

В экономике арктических стран минерально-сырьевой сектор занимает одно из центральных мест, что обуславливает высокую значимость состояния минерально-сырьевой базы и динамики ее развития. В глобальной перспективе наметилась устойчивая тенденция развития ресурсов цветных и благородных металлов в Циркум-Арктической зоне. Российская Арктика — крупнейший поставщик этих металлов на внутренний и внешний рынок. Для разработки направлений геологоразведочных и научно-исследовательских работ большой интерес представляет сравнительный анализ тенденций развития МСБ стратегических металлов арктической зоны России и других стран. В докладе проанализирован и обобщен представительный материал, позволяющий оценить арктические ресурсы цветных и благородных металлов в глобальной перспективе.

Выполненный анализ показал, что обширная по площади территория Циркум-Арктической зоны обладает значительными ресурсами стратегических металлов. В последние годы интерес горнодобывающей промышленности к Арктическим ресурсам заметно растет, что выражается в оживлении ГРР в новых районах (Чукотка, Таймыр, Аляска, Нанавут, Гренландия), и сопровождается ростом объемов добычи, прежде всего, золота, меди, никеля, цинка на действующих рудниках, а также возобновлением добычи свинцово-цинковых и вольфрамовых руд на законсервированных месторождениях. В арктической зоне по объему финансирования преобладают ГРР на золото.

В новых, неосвоенных районах Циркум-Арктической зоне наиболее интересны в промышленном плане: во-первых, месторождения цветных металлов Ni-Co-Cu-(PGE) (Норильского типа), во-вторых, крупные месторождения Pb-Zn-Ag типа «SEDEX» (примеры, Ред Дог, Аляска, Павловское Новая земля) и только, в третьих, месторождения благородных металлов: бонанцевые эпиптермальные Au-Ag месторождения (примеры: Купол, Двойной и др., Чукотка), золото-сульфидные вкрапленные месторождения (пример Майское, Чукотка), месторождения золота, связанные с интрузивами гранитоидов (примеры: Форт Нокс, Пого, Кенсингтон, Аляска), золото-кварцевые месторождения в турбедитах (Каральвеем, Чукотка), месторождения золота в зеленокаменных поясах (Медувбанк и др. Нанавут, Северные территории, Канада), а также крупные россыпи золота и МПГ (алювиальные и прибрежно-морские, как на Юконе, Чукотке и Номе); в-четвертых, богатые Cu-Mo, Cu-Au, Mo-W, Sn-In, урана и редких земель месторождения. В старопромышленных или близким к таковым арктических регионах (Скандинавские страны, Мурманская область) в инвестиционном плане интересны такие же месторождения, как и в неполярных районах. Пример, бедное Cu-Au-порфировое месторождение Айтик (Швеция), титановое месторождение Телнес (Норвегия), бедное месторождение золота Форт Нокс (Аляска) и др.

Перспективы освоения арктических месторождений стратегических металлов, кроме масштаба и богатства руд, во многом определяются близостью к северному морскому пути и к судоходным рекам, что значительно повышает рентабельность работы рудников, за счет использования водного транспорта. Экологический риск — главный фактор, тормозящий строительство новых рудников в Арктике (примеры — рудные гиганты Пибл и Донлин, Аляска).

Проведенный анализ позволяет сформулировать предложения по направлению ГРР и НИР в Арктике, где отчетливо выделяются два крупных и контрастных направления: изучение новых неосвоенных территорий и выявление не выходящих на поверхность рудных месторождений в старых горнодобывающих районах.

Работа выполнена в рамках проекта программы Президиума РАН «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны РФ».

Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Рустамжонов Р.Р., Холиеров А.Т.
(ГП «НИИМР», Узбекистан)

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ W-Bi-СУЛЬФИДНОГО (с Au-Te) МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАЙКОВОЕ

Месторождение расположено в приводораздельной части Пскемского хребта (Чаткальские горы), в северном блоке Чавата-Устарасай-Бурчмуллинского рудного узла, представляя собой линейно-жильный штокверк в около- и надинтрузивном пространстве Чаватинского гранодиорит-адамеллитового интрузива трещинно-штокообразного типа. Гранодиорит-адамеллитовое тело обнажено эрозией (0,58 км²) в купольной структуре метаморфизованных песчано-алевролитовых образований верхнедевонского возраста.

Растрескивание (контракция) терригенного купола и гранитоидного штока сопровождалось образованием крутопадающих систем-трещин, преимущественно СВ-ЮЗ ориентации. Неоднократные тектонические импульсы, приводившие к закрыванию и приоткрыванию трещин, проявлялись как до, так и после завершения активной интрузивной деятельности, сопровождаемой поздне- постмагматическими, в том числе и рудообразующими процессами.

По последним данным, основная геолого-структурная позиция месторождения — это субмеридиональная зона интенсивного флогопит-кремнистого ороговикования и скарново-скарноидных пироксен-тремолит-эпидот-флогопит-кварцевых метасоматитов с вольфрам (шеелит)-висмут (Те)-медно-полиметаллическим оруденением с молибденом и золотом.

Рудно-постмагматический этап на месторождении отчетливо распадается на два подэтапа. В первом выделяются: кварц-вольфрамит-шеелитовая; пирротин-пирит-марказитовая; кварц-молибденитовая; арсенопирит-пиритовая минеральные ассоциации, после чего происходит внедрение диабазовых даек. Во втором подэтапе установлены: теллур-сульфосольно-висмутная с золотом; сфалерит-халькопирит-пирротинная; галенит-серебро-висмутная; замыкает процесс карбонатная (доломит-сидерит-кальцитовая) минеральная ассоциация.

По отношению к магматитам основное вольфрамово-висмут-сульфидное оруденение месторождения Дайковое формируется в два этапа: до внедрения даек основного состава (диабазов, диабазовых порфиритов) и после них. Первый этап минерализации, с которым связано преимущественно редкометальное оруденение (W, Mo), хронологически представлен молибденитом, редким вольфрамитом и главными сульфидами — пирротинном, пиритом, арсенопиритом, сопровождаемых шеелитом и кварцем.

Поздняя кварцево-карбонатно-сульфосольно-полиметаллическая минерализация (галенит, козалиит и др.) развивается главным образом в породах экзоконтактовой сферы интрузива, где иногда образует самостоятельные рудопроявления, в которых основная масса шеелита и минералов висмута связана с мелко- и микропрожилковым кварцем с Mo и Au.

Детальными исследованиями (ICP и др.) 2013-2014г.г. в зоне среднеинтенсивных вольфрам-висмут-медно-свинцовых аномалий на поверхности месторождения Дайковое обнаружено новое рудное тело мощностью 13,2 м, сложенное комплексной медно-вольфрам (шеелит)-висмут (жозеит, тетрадимит) с золотом минеральной ассоциацией. Содержания трехоксида вольфрама и висмута на уровне 0,1%, с характерной аномально высокой концентрацией селена и теллура — около 200 г/т. Интересно, что особенности распределения Se и Te пространственно отделяют в рудном теле локализованные в нем сульфидный (селеновый) и редкометальный (теллутовый) типы руд. Совместное нахождение при этом в отдельных рудных скоплениях высоких содержаний Te и Au позволяют предположить их присутствие в форме золототеллуридов.

Таким образом, обозначилась возможность расширить потенциал комплексного месторождения Дайковое как за счет новых поверхностных рудных сечений, так и перспектив глубинных горизонтов, где выделены зоны метасоматитов с W-Bi-сульфидно-Au-Te минерализацией, масштабы которой ранее оставались неоченимыми.

*Митрофанов Н.П., Руднев В.В. (ФГУП «ВИМС»), Лантева А.М.
(ФГНПП «Аэрогеология»)*

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ВОЛЬФРАМА, МОЛИБДЕНА, ОЛОВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Россия обладает одной из крупнейших в мире сырьевых баз выявленных запасов вольфрама (2-е место), молибдена (6-е место) и олова (1-е место). На территории РФ учтены 91 вольфрамовое месторождение, из них в распределенном фонде недр числятся 24 объекта, добыча производится на 4-х; 32 молибденовых месторождения: 22 — в распределенном фонде недр, на 4-х работают горнодобывающие предприятия; 270 оловянных месторождений, 17 переданы недропользователям, добыча ведется на одном месторождении. Разведанные запасы составляют: вольфрам — 1267 тыс. т, олово — 1640 тыс. т и молибдена — 1460 тыс. т (Госдоклад, 2013).

Существующие запасы месторождений могут обеспечить минеральным сырьем потребности отечественной промышленности и экспортные поставки на многие годы. Однако страна значительно уступает мировым лидерам в добыче. Годовая добыча олова сократилась в последние годы до нескольких сот тонн (в 2005 г. — 4110 т); вольфрам — уровень в 5300–5500 тыс. т снижался в отдельные годы до 3800 тыс. т; молибден — добыча равномерно увеличивалась с 2006 г. к 2011 г. до ~6000 тыс. т, затем уменьшилась в 2013 г. до 4750 тыс. т.

Наблюдается дисбаланс между производством сырья и потреблением промышленностью. Потребление вольфрамовых концентратов частично определяется география их производства — предприятия Сибири обеспечивают сырьем потребителей на Урале, Кавказе, Центральном ФО; продукция Дальневосточных горнодобывающих предприятий во многом ориентирована на экспорт вольфрамовых концентратов. В последние годы потребление олова в стране неуклонно снижалось, что влекло за собой падение добычи, но при этом закупки рафинированного олова за рубежом увеличивались. Рынок молибденового сырья неустойчив: в отдельные годы экспорт концентратов полностью прекращался и в этот период потребности промышленности удовлетворялись за счет импорта концентратов, ферромолибдена и другой молибденсодержащей продукции, в другие периоды наблюдается обратное соотношение.

Обеспечение сырьевых потребностей экономики страны предусматривается программами средне- и долгосрочного планирования мероприятий ВМСБ. Удовлетворить спрос в молибденовом сырье могут Сорский и Жиренкенский ГОКи, подготавливаемое к эксплуатации Бугдаинское месторождение. Имеются реальные предпосылки укрепления сырьевых баз вольфрама эксплуатируемых месторождений Восток-2 и Лермонтовское, за счет интенсификации добычи на Спокойнинском, Инкурском и Холтосонском месторождениях, введения в строй действующих объектов Пыркаайского рудного узла.

Наряду с постановкой ГРР на рудоперспективных территориях в определившихся ЦЭРах, необходимо сосредоточить силы на осуществление научно-исследовательских работ с целью:

- разработки и внедрения в практику ГРР методов поисков и оценки скрытых и слабопроявленных месторождений;
- внедрения новых комплексных технологий обогащения минерального сырья, позволяющих безотходно и эффективно его перерабатывать;
- создания технологий переработки техногенных отходов, в которых ожидаются разномасштабные концентрации вольфрама, молибдена, олова, меди, полиметаллов, золота, серебра, марганца и других полезных компонентов.

Анализ финансово-экономических показателей действующих предприятий в России и зарубежных компаний-недропользователей показал, что достаточно успешно эксплуатируются и в значительной мере покрывают потребность в минеральном сырье средние и мелкие месторождения. В связи с этим при освоении МСБ России следует более активно вовлекать в изучение и эксплуатацию месторождения, обеспечивающие реализацию «проектов быстрых денег» с коротким сроком окупаемости.

Михайлов Б.К., Иванов А.И. (ФГУП ЦНИГРИ)
**МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ —
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

Целью доклада является попытка обратить внимание органов исполнительной власти на те проблемные вопросы оценки благополучного состояния отечественной минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых, которые, как это не удивительно, уже длительное время служат тормозом в развитии геологоразведочной отрасли страны.

Анализ состояния МСБ ТПИ, указывает на спорность утверждения о полном благополучии в этой сфере и отсутствие оснований успокаиваться на достигнутом.

Несмотря на то, что нераспределенный фонд недр даже по дефицитным и высоколиквидным видам минерального сырья достаточно велик (58 % от общего числа месторождений), многим участникам бизнеса он представляется малоинтересным. Прогнозные ресурсы категории Р₃ практически по всем видам полезных ископаемых имеют у недропользователя крайне ограниченный спрос (исключение — алмазы и МПГ) и говорить о «буме» и высоком спросе на товар, сконцентрированный в Кадастре прогнозных ресурсов не приходится. Важны и ценны объективные представления о состоянии МСБ нашей страны, построенные на реальных рыночных критериях. Мы продолжаем оставаться в плену у созданных нами самими иллюзий о масштабности и надежности МСБ.

Проблемы отечественной геологоразведки постепенно трансформировались в неблагополучие МСБ. Прямым следствием этого является то, что, задача наращивания ресурсного потенциала год от года решается все менее и менее эффективно. Основной и чуть ли не единственной причины постоянно снижающейся эффективности геологоразведочных работ всех стадий этого процесса (в частности, поисковых) недостаточность их объемов в условиях ограниченного выделения средств федерального бюджета и инвестиций частного бизнеса.

Последствиями неблагополучного положения дел в сфере развития МСБ ТПИ:

- сокращение поискового задела участков недр по большинству видов ТПИ, обусловленное многолетними нарушениями «стадийного» процесса воспроизводства МСБ ТПИ;
- сокращение государственного фонда недр для предоставления участков в пользование — реальные оценки показывают, что буквально через 3–5 лет инвестиционно привлекательная часть этого фонда будет практически полностью исчерпана;
- практическая «омертвленность» знаний и ранее затраченных государством средств в объектах учета Госбаланса и Государственного кадастра месторождений. При огромной цифре объектов учета их системного анализа на современных технико-технологических, геолого-экономических основах не проводится много десятилетий в связи с отсутствием эффективных механизмов.

Следует признать, что действующая ныне Госпрограмма воспроизводства и использования природных ресурсов не сбалансирована в части организации и продвижения исследований по оценке состояния МСБ и ее воспроизводству в соответствии с требованиями рыночной экономики. С нашей точки зрения, одной из причин этого является многолетнее отсутствие работ по разработке и внедрению в производство новых технологий, методов, методик.

Необходима реализации целого комплекса взаимоувязанных мероприятий (программ):

- по переходу геологической отрасли на реальные принципы программно-целевого планирования мероприятий в сфере воспроизводства и использования минерально-сырьевой базы;
- по разработке и внедрению в производство новых методик, методов и технологий ведения поисковых и оценочных работ;
- по разработке реальных, отвечающих современным достижениям науки, геолого-экономических, горно-экономических и технологических решений, как инструментария, позволяющего актуализировать и расширить перспективы использования имеющейся минерально-сырьевой базы и повысить ликвидность нераспределенного фонда месторождений и проявлений.

Райхлин А.И., Глазков В.А., Федотова Л.В., Янбухтин Т.К., Попов И.В.
(Московский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд» «Научный центр ВИЭМС»)
ПОТЕНЦИАЛ МЕЛКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО ЗОЛОТА В
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЕ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

1. Задача стимулирования развития золотодобывающей отрасли в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) имеет важное государственное значение, что выражается в планируемом существенном увеличении финансирования ГРР на территории Дальнего Востока, в том числе по отрасли «благородные металлы».

2. Основную роль в добыче рудного золота играют крупные и средние месторождения, открытые на территории округа в прошлые годы, однако, несмотря на продолжающиеся их поиски, они выявляются все реже в связи с истощимостью природных ресурсов. Мелких золоторудных объектов во много раз больше, но они остаются недостаточно востребованными из-за небольших запасов и низкой рентабельности при их индивидуальном освоении, и их потенциал остается недооцененным.

3. По данным региональных работ на листе Р-56 (Сеймчан) Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 (третье поколение) зафиксировано более 500 проявлений и точек минерализации коренного золота, локализованных преимущественно в Яно-Колымской складчатой системе и в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе. В целом в ДФО количество таких объектов может составить порядка 2–3 тысяч.

4. По данным ФГУП «ЦНИГРИ» по состоянию на 01.01 2012 в пределах ДФО зарегистрировано свыше 290 объектов коренного золота нераспределенного фонда недр с апробированными прогнозными ресурсами, составляющими по категории P_3 — 7414,3 т, по категории P_2 — 2121,6 т и по категории P_1 — 661,6 т, которые представлены в основном мелкими месторождениями и проявлениями золотокварцевой формации с легкообогатимой минерализацией.

5. Среднестатистические запасы и ресурсы категорий P_1+P_2 в одном мелком месторождении, полученные при оценке МСБ Верхне-Индигирского золотоносного района, а также по 51 мелкому объекту рудного золота в Магаданской области и Республике Саха (Якутия), составляют около 3,5 т.

6. С большой степенью вероятности можно предположить, что только в Яно-Колымской складчатой области могут быть доразведаны и подсчитаны по балансовым категориям до 3–4 тыс. т золота, находящегося в мелких коренных месторождениях и проявлениях, обеспечивающих на длительный период его добычу в количестве до 50 т в год. В целом по ДФО эту цифру можно удвоить.

7. Наличие в ДФО значительного количества пространственно сближенных мелких месторождений рудного золота позволяет сгруппировать их в экономические кластеры и осуществлять их отработку в режиме группового освоения с единым центром управления по заранее планируемому оптимальным показателям.

8. Техничко-экономические подходы и экономическая эффективность процесса групповой разработки малых месторождений рудного золота, в частности, применительно к территории Дальнего Востока, достаточно проработаны и освещены в специализированной литературе.

9. Выполнение работ по анализу и переоценке промышленной значимости минерально-сырьевой базы мелких месторождений рудного золота ДФО позволит, не дожидаясь открытия новых крупнотоннажных месторождений, внести вклад в повышение эффективности, стимулирование развития золотодобывающей отрасли и повышение уровня золотодобычи в России, в том числе силами субъектов малого предпринимательства.

Черных А.И. (ФГУП «СНИИГГиМС»)
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ ЗА ФЕДЕРАЛЬНЫЙ СЧЕТ НА ЗОЛОТО
В АЛТАЕ-САЯНСКОМ РЕГИОНЕ В 2006-2014 ГОДАХ И НЕОБХОДИМЫЕ
НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЯ

Геологоразведочные работы за федеральный счет на золото в пределах Алтае-Саянского региона в 2006–2014 гг. включали в себя геологосъемочные (ГК-1000/3, ГДП-200) и поисковые работы.

Геологосъемочные работы масштаба 1:1000000 проводились в западной и восточной части Алтае-Саянского региона. Работы по ГДП-200 концентрировались на юге Красноярского края, в Кемеровской области, приграничной территории Алтайского края и Республики Алтай. Площади проведения ГДП-200 характеризуются приуроченностью к наиболее экономически освоенным районам, к местам расположения баз крупных геологических предприятий и часто расположены вне пределов ранее выделенных перспективных рудных районов и узлов. В результате проведенных геологосъемочных работ за последние 9 лет в ФГУП ВСЕГЕИ апробировано более 3000 т прогнозных ресурсов золота категории Р₃. Из выделенных по результатам геологосъемочных работ перспективных на золото площадей только на нескольких были в дальнейшем поставлены поисковые работы. При этом в основу обоснования постановки поисков были положены материалы, полученные еще в 60-80-е гг. прошлого века.

Поисковые работы на золото проводились по 48 объектам и концентрировались на юге Кемеровской области и Алтайского края, на западе Хакасии и Республики Бурятия. За редким исключением эти поисковые площади выделены на основании материалов разномасштабных поисковых и геологосъемочных работ масштаба 1:50000 еще «советского» периода. В подавляющем большинстве случаев поисковые работы ставились на участках с прогнозными ресурсами категории Р₃, апробированными в ФГУП ЦНИГРИ. В результате проведенных в 2006-2014 гг. работ прирост апробированных прогнозных ресурсов золота различных категорий составил: Р₁ около 320 т, Р₂ около 700 т и Р₃ около 800 т.

Лицензионный фонд Алтае-Саянского региона насчитывает около 80 лицензий на коренное золото, преимущественно в республиках Хакасия и Бурятия, Алтайском крае и Иркутской области. К сожалению, несмотря на значительный прирост прогнозных ресурсов золота различных категорий и локализацию перспективных объектов по результатам геологосъемочных и поисковых работ лицензионный фонд практически не пополнялся за их счет.

На данный момент в Алтае-Саянском регионе складывается ситуация, когда с одной стороны исчерпан поисковый задел, подготовленный в 50-80-е годы прошлого века. С другой стороны, в регионе не проводится систематических работ, направленных на локализацию площадей для проведения поисков золота. В качестве таких подготовительных работ должны выступать научно-прикладные тематические исследования, ориентированные на новые для региона геолого-промышленные типы, на использование более эффективных методик и методов геологоразведочных работ и т.д. Одним из возможных направлений по подготовке перспективных для поисков участков могут стать геологосъемочные работы масштаба 1:50000 в пределах наиболее перспективных рудных узлов и площадей, специализированных на отдельные группы полезных ископаемых. В условиях дефицита квалифицированных кадров и производственных мощностей на геологических предприятиях региона важна концентрация усилий для рационального и эффективного проведения работ. Необходимо разработать и реализовать Региональную программу геологоразведочных работ в Алтае-Саянском регионе на основе принципов программно-целевого планирования, которая будет скоординирована с «Долгосрочной государственной программой изучения недр...», и в ходе выполнения детализироваться и корректироваться единым региональным центром.

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

Алексеев В.Ю. (ИГЕМ РАН)

ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ — ТИПОМОРФНЫЕ СТРУКТУРЫ МЕЗОЗОЙСКИХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ ВОСТОКА РОССИИ

В мезозойских вулканогенных поясах Востока России выделяется иерархический ряд соподчиненных тектоно-магматических структур — вулканогенные пояса — вулcano-плутонические метацентры (диаметр 200–400 км) — вулcano-плутонические центры 1-го (100–200 км) и 2-го (40–80 км) рангов. Вулcano-плутонические центры разных масштабов представляют собой системообразующие типоморфные структуры мезо-кайнозойских вулканогенных поясов и областей тектоно-магматической активизации. Наиболее широко распространенным типом структур среди них являются вулcano-плутонические центры 2-го ранга размером 40×60 км. Они, как правило, контролируют рудные районы с месторождениями благородных, редких и цветных металлов. Таким образом, наиболее крупные структурно взаимосвязанные ассоциации вулканических и интрузивных пород в мезозойских вулканогенных поясах Востока России достигают 200–400 км в поперечнике. Для внутреннего строения мегацентров характерно сочетание центральной части, представляющей собой вулканическую депрессию или поднятый блок, и обрамляющих её более мелких часто перекрывающихся вулcano-тектонических структур. В гравитационном поле они выражены или единой крупной отрицательной аномалией, или отрицательной аномалией, имеющей секториально-блоковое строение. В аномальном магнитном поле им свойственны крупные сложно построенные положительные аномалии или радиально-концентрические аномальные зоны. Вулcano-плутонические центры, входящие в состав мегацентров, образуют две дифференцированные по размерам группы структур — первую, от 100 до 200 км в поперечнике, и вторую — от 40 до 60 реже до 80 км. Наряду с линейными вулканогенными зонами они являются главными структурообразующими элементами поясов и мегацентров. В геологическом плане вулcano-плутонические центры обеих рангов в зависимости от эрозионного среза бывают выражены: а) сплошными полями эффузивов, содержащими большое количество субвулканических тел; б) теми же полями эффузивов, обрамленными дуговыми зонами гранитоидов; г) дуговыми и радиально расходящимися от центра структуры зонами интрузивных, субвулканических и эффузивных образований. В аномальных геофизических полях вулcano-плутонические центры 1-го ранга (порядка) имеют те же характеристики, что и мегацентры. В аномальных гравитационных полях регионов они, как правило, приурочены к локальным гравитационным аномалиям или к их периферийным зонам; в магнитных полях с ними зачастую связаны локальные положительные аномалии. Вулcano-плутонические центры мезозойских вулканогенных поясов контролируют положение металлогенических зон, рудных районов и узлов, имеющих золото-серебряную, свинцово-цинковую другую рудную специализацию. Рудные месторождения в их границах обычно группируются в дуговые и радиально расходящиеся зоны с максимальной концентрацией оруденения в узлах пересечения вулcano-плутонических центров. Их внутренние радиально-концентрические системы дислокаций в сочетании с региональными рудоконцентрирующими разломами обуславливают локализацию крупных рудных объектов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 14-17-00170

Али А.А., Волков А.В. (ИГЕМ РАН)

ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВО-ШИРОКИНСКОЕ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ, РОССИЯ) И ДЖУЛЬЕТТА (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ): СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Ново-Широкинское золото-полиметаллическое месторождение входит в состав орудного поля. От золоторудных и полиметаллических месторождений оно отличается как по геологическим характеристикам, так и по геохимической специфике. Месторождение контролируется Широкинской купольно-кольцевой структурой и располагается в зоне Газимурского глубинного разлома. В его строении принимают участие карбонатно-терригенные образования нижнего кембрия, прорванные субвулканическими телами гранодиорит-порфиров (J_{2-3}), а также покровы вулканитов юрского возраста, сланцы и песчаники. Рудная минерализация локализована в вулканогенных породах центральной части структуры и прослежена до глубины 760 метров.

Согласно проведенным исследованиям, Ново-Широкинское месторождение имеет некоторые черты сходства с эпитермальными месторождениями, среди которых можно указать глубину распространения оруднения и температуру его формирования, а также текстурные особенности руд и характер околорудных изменений (Hedenquist, 1988).

Ново-Широкинское месторождение было сопоставлено с золото-серебряным месторождением Джульетта, расположенным в Омсукчанском районе Магаданской области.

Оба месторождения приурочены к одной пространственной группе золоторудных провинций, охватывающей восток азиатской части России, входящей в Тихоокеанский рудный пояс и объединяющей месторождения, сформировавшиеся в мезозое.

Сравнительный анализ геологического строения и минерального состава месторождений показал, что среди черт сходства имеет место близкий состав вмещающих пород, некоторые текстуры руд, присутствующие на обоих месторождениях, интервал пробности золота и обилие минералов серебра. Различия проявлены в форме рудных тел, околорудных изменениях, а также составе главных и второстепенных рудных минералов.

Для сравнения состава рудообразующих растворов месторождений и их физико-химических параметров были проведены термо- и криометрические исследования индивидуальных флюидных включений. Проведенные исследования показали, что рудообразующий флюид месторождения Джульетта в значительной степени отличается от флюида Ново-Широкинского месторождения. В частности, он имеет более сложный химический состав.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что руды обоих месторождений формировались в сходном температурном диапазоне. В то же время минерализация рудообразующих флюидов изученных месторождений различается. Максимальные величины солёности флюида Ново-Широкинского месторождения почти в два раза превышают солёность рудообразующего флюида месторождения Джульетта, что свидетельствует о разных источниках рудообразующих флюидов изученных месторождений.

Таким образом, проведенный геолого-минералогический анализ Ново-Широкинского месторождения и результаты термобарогеохимических исследований ставят под сомнение возможность его отнесения к типу эпитермальных месторождений.

Белоножко Е.А. (ООО «СибГео»)

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗОЛОТОНОСНОСТИ ОРТОН-БАЛЫКСИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

В 2005–2014 гг. на территории Республики Хакасия, в пределах Ортон-Балыксинского рудного района, за счет средств федерального бюджета выполнялись поисковые работы на рудное золото. Результатом этих работ явилось выявление и оценка трех перспективных проявлений коренного золота: Кедровское, Пахомовское и Чашкатское в пределах Федоровско-Кедровского рудного поля. Проявления локализованы в пределах единой рудовмещающей структуры северо-восточного простиранья и расположены на удалении друг от друга в 2–5 км.

Наиболее детально изучено Кедровское проявление. На площади 0,7 км² выделено 17 рудных тел северо-восточного простирания протяженностью от 160 до 1200 м по простиранию и от 13 до 240 м по падению. Тела представлены графитизированными метасоматитами хлорит-серицит-анкерит-альбитового и хлорит-серицит-анкеритовые состава, светло-серого, серого цвета, сланцеватыми, нечеткополосчатыми, с содержанием сульфидов до 1–5 %. Рудные тела приурочены к контактам углеродсодержащих известняков с прослоями черных сланцев 1-ой пачки верхнемрасской подсвиты и послойных габбро кундустуюльского комплекса. Распределение золота крайне неравномерное, содержание варьирует от 0,2 г/т до 80,0 г/т. По результатам фазового анализа в окисленных рудах 90,91% золота находится цианируемой форме, в первичных рудах — 69,39% золота. Для рудопроявления разработана рациональная гравитационно-цианистая схема обогащения, позволяющая извлекать 88,6–92,9% из окисленных и 77,0–91,4% из первичных руд.

Оценены и апробированы прогнозные ресурсы золота категории P₁ в количестве 77 т при среднем содержании 2,5 г/т при бортовом содержании 0,2 г/т.

Пахомовское проявление расположено восточнее проявления Кедровское в 5–6 км. Рудные тела прослежены по простиранию на 300–1100 м, на глубину до 250 м и имеют истинную мощность 2,5–10,0 м. Руды по своему составу аналогичны рудам проявления Кедровское. Изучены технологические свойства природного типа окисленных и первичных руд. По гравитационно-цианистой схеме обогащения извлечение золота достигает 95%.

Оценены и апробированы прогнозные ресурсы категории P₁ в количестве 10 т при среднем содержании золота 1,5 г/т.

Чашкатское проявление находится в 3,5 км северо-восточнее проявления Кедровское. Приурочено к контакту Чашкатского габброидного массива и породам мрасской свиты нижней подсвиты, которые представлены гранат-биотит-мусковитовыми, гранат-мусковитовыми, хлорит-мусковитовыми, метапелитовыми, хлорит-актинолитовыми сланцами с прослоями метасоматитов кварц-альбитового состава. Выделено 7 рудных тел протяженностью 370–840 м мощностью от 0,9 до 6,4 м (среднее 3,9 м) с содержаниями золота 1,44–3,73 г/т (среднее 2,06 г/т). Руды золото-кварцевые прожилково-вкрапленные и кварцево- жильные в метасоматитах по метапелитам и штокверковые в метасоматитах по габбро-диоритам. Оценены и апробированы прогнозные ресурсы категории P₁ в количестве 5 т со средним содержанием золота 1,9 г/т и по категории P₂ в количестве 2 т со средним содержанием 1,3 г/т.

Суммарно прогнозные ресурсы по трем проявлениям категории P₁+P₂ составляют 94 т, в том числе по категории P₁ — 92 т.

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПРЕССНОЙ МЕТОДИКИ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КРУПНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУХОЙ ЛОГ

История поисков и освоения коренных месторождений золота в Бодайбинском рудном районе ведется с середины позапрошлого века. С того времени открыты такие известные месторождения как Сухой Лог, Вернинское, Невское, Голец Высочайший и др. На долю первого из них приходится четверть всех нераспределенных запасов рудного золота современной России [2]. Не удивительно, что при имеющейся высокой степени освоенности и геологической изученности региона, выявление новых объектов является непростой задачей, которая требует применения новых подходов.

В рамках выполнения гос. контракта в северной части Бодайбинского рудного района проводились опытно-методические работы на месторождении Сухой Лог с целью определения эффективности методики, разработанной в ЦНИГРИ (название вынесено в заголовок данной публикации) [1]. Одним из важных элементов данной методики является проходка неглубоких (до 1,0 м) шурфов с отбором шлиховых и геохимических проб из призабойной части,

что позволяет улавливать золото, просевшее сквозь элювиально-делювиальный слой сезонной оттайки и фиксировать солевые растворы металлов.

До недавнего времени считалось, что золото, связанное с кварц-пиритовой гнездо-прожилково-вкрапленной минерализацией месторождения Сухой Лог не обнаруживается с помощью старательского лотка. В качестве примера приведем цитату одного из научно-производственных отчетов: «... склоновые делювиально-пролювиальные отложения, сформированные за счет деструкции пород и руд Сухоложского рудного поля, или вообще пусты, или не имеют большой практической значимости ...» (Коткин В.В., 1985).

В 2013 г. вкрест простирания Главной рудной зоны месторождения пройдены две шурфовочные линии общим объемом 128 пог. м. Результаты показали, что рудные тела, выходящие на поверхность под элювиально-делювиальными отложениями, надежно фиксируются по резкому увеличению количества лоткового золота (до нескольких сотен знаков размерностью 0,05–3,00 мм), а также по повышенным содержаниям Au (до 6,6 г/т), Ag (до 600 г/т) и As (до 20×10^{-3} %) во вторичных ореолах рассеяния.

Таким образом, рассматриваемая методика способна эффективно решать главную задачу поисков — обнаружение прямых признаков золотого оруденения. Другие преимущества связаны с оперативным доступом к коренным или малоперемещенным породам, что позволяет картировать состав пород и характер их изменений, а также отбирать представительные пробы на дополнительные виды исследований.

Следует отметить, что в пределах Главной рудной зоны рыхлые отложения были частично сняты еще на этапе разведки. По этой причине многими шурфами вскрывался структурный элювий и коренные породы, которые на забое формировали своеобразные «щетки» — пачки ритмичного переслаивания углеродистых филлитовых сланцев, алевросланцев и песчаников хомолхинской свиты. На подобных участках золото испытывает минимальные латеральные перемещения, а его содержание в шлихе в наибольшей степени отражает содержание в коренных породах. Таким образом, при проведении поисковых работ целесообразна предварительная проходка бульдозерных расчисток для снятия почвенно-растительного слоя и верхнего делювия.

Промывка пробы из элювиальных отложений в пределах жильно-прожилковой рудной зоны Центральная показала наличие существенной доли золота в сростках с зернами лимонита и пирита. Этот фактор, а также возможную потерю на лотке золота в сростках с кварцем следует учитывать при проведении поисковых работ.

**Викентьев И.В (ИГЕМ РАН), Волчков А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ),
Смирнов Д.И., (ФГУП ИМГРЭ), Луо Ж.-Х. (Китайский университет геонаук)
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ: ИСТОЧНИКИ
РУДНОГО ВЕЩЕСТВА И ФЛЮИДОВ**

Образование порфировых месторождений в вулcano-плутонических поясах связано с переработкой — путем полного или частичного плавления — материала земной коры, накопленного на предыдущих этапах геологической истории, с формированием характерного прожилково-вкрапленного штокверкового оруденения во время или сразу после застывания расплава, внедренного в виде небольшого гранитоидного штока в верхние части земной коры. В большинстве случаев образование порфировых месторождений является одной из последних фаз кругооборота корового вещества, вовлекаемого по зонам Бенъофа в глубины мантии, где оно испытывает аномальные РТ-воздействия. Возникший малоплотный (по сравнению с окружающей мантией) расплав под воздействием гравитационных сил устремляется вверх, к земной поверхности, где формирует вулcano-плутонические пояса с месторождениями порфировых руд, связанные с корневыми частями вулканов и гипабиссальными интрузиями.

Источниками металлов порфировых месторождений в т.ч. является концентрированное рудное вещество предшествующих этапов геологического развития (его ремобилизация). В

предварительном накоплении вещества, вовлекаемого в кругооборот и опосредованно способствующего порфировому рудообразованию, существенная доля принадлежит приповерхностным процессам, характеризующимся высокой эффективностью дифференциации вещества — за счет влияния биопроцессов и участия атмосферных агентов. Они могут быть ответственны за различия состава вовлекаемых в субдукцию исходных скоплений металлов, чем, наряду с магматической дифференциацией, можно объяснить разнообразие состава порфирового оруженения. Дополнительным источником рудного материала порфирических месторождений, наряду с мантией и продуктами ремобилизации металлов из океанической коры, является также и материал коры, через которую на своем пути продвигаются расплавы, покидая мантийные глубины. Для островодужных систем рудные порфирические объекты более однотипны и характеризуются ограниченными размерами, в то время, как объекты кордильерско-андийского типа (на континентальной коре) — широко варьируют по составу и несопоставимо крупнее. В последнем случае причиной указанного разнообразия является контраст составов проникающего вверх расплава, образующегося преимущественно из материала океанической коры (существенно мафического), с сиалическим материалом окружающей континентальной коры.

Определяющими условиями образования порфирических месторождений следует считать заключительную фазу большого кругооборота земного вещества, когда расплавы и летучие получают особую подвижность в связи с резким снижением давления. В такие моменты гидротермальная активность достигает максимума, обеспечивая наибольшую скорость и продуктивность рудообразования. Именно на конечных этапах пути определяются особенности режима извержений расплавов, от которых зависят многие свойства и особенности месторождений. Реальное время образования руднопорфирических объектов невелико и в большинстве случаев менее 100 тыс. лет.

В отличие от преобладающих на Земле молодых (KZ) порфирических систем месторождения на Урале (Cu- и Mo-порфирические) связаны с палеозойскими (429–306 млн лет) интрузивами. Золото-порфирические месторождения Урала связаны с субвулканическими комплексами S₂-D₂ (с возрастом 428–374 млн лет), отвечающими ранней фазе цикла Уилсона с максимальной продуктивностью связанных с ультраосновными-основными комплексами Cг и Fe-Ti-V (оба с ЭПГ) рудных гигантов. Происходящая в нижней части литосферы дифференциация в соответствующих родоначальных для них большеобъемных очагов основных магм обуславливает появление (как крайнего члена) диоритовых выплавов с заметным обогащением их золотом и медью. Докайнозойские порфирические месторождения на Урале характеризуются рядом особенностей, которые показаны на примере как различных частей Урала (PZ₂₋₃), так и подвижных зон Центр. и Вост. Китая (MZ).

Голубев С.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ)

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ ОСАДКОВ БУЛУНКАНСКОЙ СВИТЫ ВЕРХНЕГО ТРИАСА НА СЕВЕРЕ ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ

Булунканская свита рассматривается как основной индикатор наличия в пределах территории Севера Оленекского поднятия коренных месторождений и является коллектором алмазов и минералов-индикаторов кимберлитов (МИК). Основной задачей при построении палеофациальных карт является установление литолого-фациальных особенностей формирования свиты для определения дальности и направления перемещения алмазоносного материала от потенциальных источников.

Отложения булунканской свиты трактуются предшественниками как пляжевые осадки неритовой зоны. Ширина пляжевой зоны достигает 10 км, при мощности галечников не более 70 см. Подобная зона могла формироваться при трансгрессивном режиме рэтского моря. В момент формирования осадков свиты на берегу могли размываться отложения перми и нижнего триаса, представленные преимущественно гранулометрически тонкими осадками, практически не содержащими галечный материал, который отмечен в составе булунканской свиты.

Фациальный состав булунканской свиты крайне невыдержанный со значительными колебаниями мощности до 2,6 м. Отложения свиты, представлены конгломератами, гравелитами, разнотекстурными песчаниками, алевритами, глинами. Наиболее выдержаны в составе свиты лишь базальные слои, представленные двумя продуктивными пластами: базальным конгломератом и слоем гравелитов, отделенный от первого прослоем узловатых алевритовых песчаников, либо песчаных алевритов. Нередко этот прослой срезается слоем гравелитов, и они совместно с конгломератом образуют единый базальный горизонт мощностью до 0,7 м. Галька в конгломератах более чем на 50% является экзотической и представлена кислыми эффузивными и интрузивными породами, среднего и основного состава, а также осадочными, метаморфическими и гидротермально-метасоматическими. В составе осадков свиты среднее содержание алмазов составляет 0,50 карат/м³. Таким образом, необходимо понять направление и дальность переноса экзотической гальки и алмазов, которые находятся в составе свиты.

Осадки свиты формировались за счет перемыва озерно-аллювиальных толщ, сформированных на предыдущем этапе геологической истории. Озерно-аллювиальные равнины развиваются в пределах равнинной территории, где грубообломочный материал присутствует в крайне незначительных количествах. Этим объясняется незначительная мощность пляжевых осадков времени формирования свиты. В пределы озерно-аллювиальной равнины обломочный материал сносился с Оленекского поднятия, этим объясняется состав галечного материала булунканской свиты, сформированной за счет перемыва данных отложений в пляжевой зоне в рэтское время. Перемыв озерно-аллювиальных осадков, в составе которых чередуются озерные и аллювиальные отложения может объяснять вариации по мощности, а также отсутствие грубообломочных пляжевых осадков в контуре возможного развития булунканской свиты, ранее показанной С.А. Грахановым. Наличие высоких содержаний алмазов в осадках свиты не может быть объяснено перемывом отложений озерно-аллювиальной равнины в следствии незначительной доли в их составе грубообломочного материала, что не позволяет предполагать высокую транспортирующую способность палеоводотоков карнийского времени.

Таким образом, высокие концентрации алмазов в составе свиты могли быть сформированы путем их переотложения из первоисточников, расположенных в непосредственной близости от пляжевой зоны.

Голубева Ю.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПЛОЩАДЕЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА ОБНАРУЖЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

В результате сравнительного анализа петрогеохимических характеристик кимберлитов и родственных пород, известных в пределах Северо-Западного ФО и Якутии (770 анализов на главные (мас. %) и редкие (ppm) элементы по 344 объектам из 32 полей кимберлитового и родственного магматизма), сделаны выводы о возможном существовании пространственно-генетических связей между кимберлитами и родственными им породами (щелочными пикритами, мелилитами, субщелочными базальтами и др.), что может быть использовано в качестве дополнительных критериев при обосновании перспектив алмазоносности известных и новых территорий.

На основании статистического анализа данных выделены элементы, индикаторные при диагностике кимберлитов и родственных пород объектов Северо-Западного ФО и Якутии: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, MgO (Cr, Co, Ni), K₂O, Ba, Sr, Ga, REE, степень фракционирования REE (La/Yb). Выявлены отличия между ассоциирующими и не ассоциирующими с кимберлитами оливиновыми мелилитами: Al₂O₃ (10 мас. % в не ассоциирующих и 7–8 мас. % в ассоциирующих), Ga (20 ppm и 9–10 ppm, соответственно), MgO (9 мас. % и 15–18 мас. %, соответственно). Не ассоциирующие с кимберлитами оливиновые мелилиты характеризуются также более высокими содержаниями Ba и Sr и более низкими Cr и Ni.

Сравнение петрогеохимических характеристик кимберлитов с различной степенью алмазности позволило выявить следующие концентрации индикаторных элементов для алмазных кимберлитов: HREE (1–2,2 ppm), Ga (4–7 ppm), Ni (>800 ppm). Согласно распределению содержаний этих элементов в кимберлитах и родственных породах, возможно выделение областей с разной степенью перспективности на обнаружение алмазного магматизма на уже известных и новых территориях.

Степень петрогеохимической неоднородности полей кимберлитового и родственного магматизма связана с количеством тектономагматических этапов активизации магматизма и, в большей степени, по-видимому, с локальными структурно-тектоническими особенностями территории. Магматические объекты полей кимберлитового и родственного магматизма, сформированные в один этап тектоно-магматической активизации, характеризуются однородными петрогеохимическими характеристиками и могут являться производными одной вертикальной магмогенерирующей зоны (Ваганов, 2000). При этом кимберлитовые расплавы характеризуются высокими содержаниями MgO, Cr, Ni, а также повышенным фракционированием REE, что позволяет отнести их к наиболее глубинным производным магмогенерирующей зоны, а щелочные пикриты и мелилититы — к менее глубинным. В пределах Северо-Западного ФО встречаются практически все случаи ассоциации разновозрастных кимберлитов и родственных пород, при этом индикатором принадлежности кимберлитов и родственных пород одной магмогенерирующей зоне и структурно-тектонической обстановке, является их петрогеохимическая однородность.

Исследование петрографических и петрогеохимических характеристик хорошо распространенных пород основного состава, может быть использовано при расшифровке тектонических обстановок — режимов сжатия и растяжения при активизации рифтовых зон. При этом благоприятным признаком для прогноза наличия кимберлитового магматизма является длительное фракционирование базитового расплава в условиях сжатия, т.е. повышение его глиноземистости, щелочности и содержаний TiO₂ (Томшин и др., 2004).

Находки ультращелочных лампрофиров — мелалейцититов на территории Вологодской области является индикатором наличия мезозойского магматизма на территории Северо-Западного ФО (Масайтис, Труфанов, 2008). Данные образования характерны для рифтовых зон, на бортах таких зон возможны проявления мезозойского кимберлитового магматизма.

**Гонгальский Б.И., Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН), Павлович Г.Д.,
Петров А.В. (РГГРУ-МГРИ), Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН)
СТРУКТУРНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ 3D МОДЕЛИ РУДНЫХ УЗЛОВ
УДОКАН-ЧИНЕЙСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

Северное Забайкалье является одной из крупнейших металлогенических провинций России. Здесь сосредоточены уникальные месторождения меди (Удоканское, более 25 млн.т Cu), ванадия и титана (Чинейское, прогнозные ресурсы 30 миллиардов тонн руды), тантала и ниобия (Катугинское), а также месторождения других полезных ископаемых (платиновых металлов, серебра, золота, урана и др.). Все они были сформированы в палеопротерозое — наиболее продуктивной эпохе концентрирования многих металлов. Многочисленные месторождения и рудопроявления сконцентрированы в нескольких рудных узлах (РУ), наиболее изученным из которых является Намингинский РУ, который составляют месторождения, залегающие в осадочных и магматических породах. В осадочных породах расположены Fe-Au-Ag-Cu месторождения: Удоканское, Правоингамакитское, Сакинское. В магматических и приконтактовых осадочных породах залегают Ni-Cu Au-Ag-PGE руды месторождений Чинейского массива: Рудное, Верхнечинейское, Сквозное, Контактное.

Сульфидные рудные тела Намингинского РУ наблюдаются: 1) во внутренних частях Чинейского и Майлавского массивов, 2) в эндоконтактах габброидов, 3) в экзоконтактах габброидов во вмещающих породах, удаленных от контакта до 4-х км (Правоингамакитское ме-

сторождение), 4) удаленных от массивов габброидов на большие расстояния (Сакинское, Удоканское месторождения). 3D модель глубинного строения Намингинского РУ имеет зональное строение. Чинейский массив представляет только верхнюю часть высокоплотного тела, имеет форму усеченного конуса с расширением на глубину, занимает большую площадь и отвечает выделенному нами ранее Майлавскому массиву. Последний, выделен по редким выходам габброидов по периферии крупного плутона гранитоидов позднепалеозойского возраста (Гонгальский, 2012) с титаномагнетитовой и медной минерализацией.

Вторым по степени изученности является Ункурский РУ, который представлен Cu-Ni рудопрооявлениями Луктурского массива и Ункурским месторождением Fe-Au-Ag-Cu руд в осадочных породах. На Луктурском массиве прослежены массивные нориты до глубины около 2 км (скважина не вскрыла вмещающие породы), титаномагнетитсодержащие габбро и Cu-Ni руды встречены только в верхней части разреза. На 3D модели этого РУ на глубине 3-8 км под Луктурским массивом и Ункурским месторождением устанавливается высокоплотное тело с зональным строением.

В районах месторождений Красное и Бурпала, относимых к Икабья-Читкандинскому РУ, кроме указанных месторождений присутствуют многочисленные рудопрооявления Cu, Ag, Au, REE, U (Читкандинское месторождение и др.).

Новая интерпретация архивных геофизических материалов с использованием компьютерной технологии статистического и спектрально-корреляционного анализа данных «КОСКАД 3D» <http://www.coscad3d.ru/>, с построением 3D моделей рудных узлов Удокан-Чинейского рудного района и хорошо согласуется с изученными месторождениями (Удоканским, Чинейского массива) на глубину, и позволяет предполагать новые РУ, в том числе находящиеся в непосредственной близости к БАМу и перекрытые более молодыми образованиями.

Дьячков Б.А., Зимановская Н.А., Кузьмина О.Н., Мизерная М.А. (Восточно-Казахстанский государственный технический университет), Сапаргалиев Е.М. (Алтайский геолого-экологический институт) Ойцева Т.А. (Восточно-Казахстанский государственный технический университет),

ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ЗОЛОТОРУДНЫЙ ПОЯС: ГЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ

В настоящее время в Казахстане важнейшей задачей геологоразведочных работ является укрепление золоторудного потенциала республики в соответствии со стратегией развития геологической отрасли на ближайшие 5–10 лет. В Восточно-Казахстанском регионе известно большое количество золоторудных и золотосодержащих месторождений различных генетических типов, сосредоточенных в Рудном Алтае, Западной Калбе, Жарма-Сауре и других геологических структурах. В последние годы с новых теоретических позиций мобилизма произошел пересмотр представлений на развитие геологии и металлогении общей структуры Большого Алтая. На основе геодинамических и палеометаллогенических реконструкций, комплексного анализа геолого-геофизических материалов и современных концепций рудообразования уточнены региональные и локальные закономерности формирования и размещения ведущих геолого-промышленных типов золоторудных месторождений и разработаны прогнозно-поисковые критерии их оценки.

В Рудном Алтае в рифтогенной геодинамической обстановке сформировались промышленные золотосодержащие колчеданно-полиметаллические месторождения, генетически связанные с девонским базальт-андезит-риолитовым вулканизмом D_{1e} – D_{3fr} (Риддер-Сокольное, Малеевское и др.). В медно-полиметаллических рудах золото, наряду с Ag, Pt и другими металлами, является сопутствующим компонентом и занимает ведущее место по его добычи в Казахстане. Месторождения размещаются на нескольких геохронологических уровнях, наиболее продуктивным из них является Змеиногорско-Риддер-Сокольный (D_{1e} – D_{2ef1}), в котором сосредоточена большая часть золота (73,6 %) от общих запасов Рудного Алтая. Собственно, золоторудные месторождения образовались в Зайсанской сутурной зоне Большого

Алтая в коллизионной геодинамической обстановке, в процессе горизонтального сдвижения, состыковки и подворота Казахстанской и Сибирской литосферных плит. Рудоконтролирующее значение придается системе диагональных глубинных разломов корово-мантийного происхождения.

Зайсанская сутура сформировалась на гетерогенной ЗК субокеанического типа, объединяет Западно-Калбинскую и Чарскую зоны, в ее осевой части прослеживается Чарско-Горностаевский офиолитовый пояс. Глубинное строение этой зоны характеризуется валообразным поднятием астеносферного слоя и верхней мантии. Здесь сосредоточены главные геолого-промышленные типы золоторудных месторождений региона: золото-сульфидный прожилково-вкрапленный (суздальский), золото-кварцевый (кулуджунский), золото-мышьяково-углеродистый (бакырчикский), золото-березитовый (баладжальский), золото-лиственитовый (маралихинский) и золотоносных кор выветривания (жананский). В металлогеническом плане они образуют крупный Восточно-Казахстанский золоторудный пояс региональной ранговости, имеющий значительную протяженность (длина более 800 км, ширина 60–80 км). Пояс занимает кососекущую позицию (под углом 20–30°) относительно алтайских структур, на юго-восточном фланге пересекается пермскими гранитами Калба-Нарымского плутона, далее проникает в Иртышскую зону смятия и продолжается в Китае. На северо-западе меридиональное продолжение пояса в сторону России прогнозируется под рыхлым чехлом Кулундинской впадины. Выделение в регионе золоторудного пояса как самостоятельной крупной металлогенической единицы, объединяющей важнейшие рудные районы, узлы и месторождения, раскрывает новые возможности для прогноза и поиска новых золоторудных объектов (скрытых и погребенных).

Елишина С.Л., Иваненкова Е.В., А.А. Конкина А.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ ПРОГНОЗЕ И ПОИСКАХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ СИБИРИ)

Для оптимизации прогноза и поиска полиметаллических месторождений применяются геоинформационные системы (ГИС) и различные методы, основанные на их использовании. Это значительно упрощает работу с данными и повышает ее эффективность. Поэтому с целью сопровождения и поддержки этих работ разрабатываются комплексные ГИС, объединяющие информацию, собранную и обработанную различными методами. ГИС имеет блочно-модульную архитектуру, включающую электронный каталог (БД) полученных фактографических данных и комплекты цифровых карт различного масштаба.

Выполненные в ЦНИГРИ в предшествующие годы научно-методические исследования показали, что только комплексный подход к решению прогнозно-поисковых задач обеспечивает новый более высокий уровень достоверности прогнозных оценок, который достигается путем суммирования поисковых вкладов независимых групп критериев.

Одним из основных факторов эффективности работы с геологическими данными является разработка технологии и создание информационно-аналитических систем их хранения и анализа.

Хранение различной фактографической информации, а именно документации разведочных маршрутов, фотодокументации и описания керна скважин, результатов геохимических и геофизических исследований и различных видов анализа осуществляется с помощью баз данных, которые позволяют посредством разработанных экранных форм и инструментария легко извлекать необходимую информацию и проводить анализ. Электронный каталог данных проектируется в среде MS Access и оптимизирует работу по составлению рабочих вариантов, специализированных разномасштабных графических материалов (карты и разрезы с рудно-метасоматической нагрузкой) и составления окончательных вариантов специализированных графических материалов и последующего их анализа. Для совместной визуализации

картографической и фактографической информации используется специальный набор программ, осуществляющих взаимодействие (в среде MS Access) с электронным каталогом геологических данных.

Основой прогнозно-поисковых комплексов являются цифровые модели, дополненные перечнем необходимых видов и методов геологоразведочных работ, выполняемых на разных стадиях их проведения.

Создание и анализ графических материалов, их сочетаний и моделей осуществляется в ГИС ArcMap. Использование встроенного и созданного программного обеспечения в этой системе позволяет проводить анализ более качественно, применяя наиболее полно всю имеющуюся информацию. При решении прогнозно-поисковых задач используется логико-статистический пакет ArcSDM, применяющий логико-статистические методы анализа закономерностей пространственного размещения рудных объектов в связи с различными геологическими факторами. В настоящее время этим методом осуществляется выявление потенциальных рудоносных площадей в различных странах. Метод адаптирован для полиметаллических руд в условиях Рудного Алтая и опробован при проведении работ на Змеиногорско-Березовогорской и Вересухинской площадях Рудного Алтая. В настоящее время начаты работы с применением данного метода в Забайкальском крае.

Прогнозно-поисковый комплекс учитывает необходимость выделения прогнозно-металлогенических категорий разного ранга: металлогенических зон, рудных районов, потенциальных рудных полей, перспективных участков (месторождений). Поэтому работы проводятся последовательно по стадиям от региональных (среднемасштабных 1:200 000 – 1:100 000 и крупномасштабных 1:25 000) до поисковых (1:10 000) с применением оптимального комплекса методов на каждой стадии.

На каждом этапе анализируются карты, представляющие собой результаты исследования одного и того же участка геологическими, геохимическими и геофизическими методами, посредством их попарного совмещения. Результат представляется в виде прогнозных площадей, с наибольшей вероятностью содержащих полезные ископаемые, поделенных на участки, ранжированные по степени перспективности.

Мигачев И.Ф., Звездов В.С., Минина О.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ
ОБНАРУЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Месторождения медно-порфирового семейства играют ведущую роль в мировых запасах и добыче Cu и Mo (более 70%), а также сопутствующих металлов — Au, Ag, Re и др. Среди них известно наибольшее количество гигантских и супергигантских объектов. В ЦНИГРИ изучением этих месторождений начали заниматься более 40 лет назад под руководством А.И.Кривцова. По результатам исследований медно-порфировых провинций и зон, рудных районов и месторождений России, Казахстана, Узбекистана, Армении, Киргизии с применением формационного, металлогенического, рудно-формационного и др. анализов и учетом мирового опыта разработаны научно-методические основы прогнозирования, поисков и оценки месторождений названного типа. Они опираются на современные геолого-генетические представления и включают в себя прогнозно-поисковые модели (ППМ) разноранговых металлогенических таксонов — металлогенических провинций и зон, потенциальных рудных районов и полей, поисковых участков (потенциальных месторождений) — и прогнозно-поисковый комплекс (ППК), применяющийся для их прогноза, поисков и оценки.

ППМ базируются на классификационно-признаковых, геолого-промышленных, параметрических, морфометрических, многофакторных моделях объектов и характеризуются определенными наборами элементов-признаков, подлежащих выявлению на каждой стадии геологоразведочного процесса. ППК — система взаимосвязанных элементов «методы — признаки — объекты», обеспечивающая выявление разноранговых объектов прогноза и поисков

с эквивалентными им прогнозными ресурсами и запасами на разных стадиях ГРР с использованием оптимальных наборов методов.

ППМ и ППК, созданные в ЦНИГРИ в 70–80 годы XX века для месторождений цветных и благородных металлов, включая медно-порфировые, позволили более обосновано и системно проводить поиски, оценку и разведку новых объектов в Казахстане (Актогай, Айдарлы), Чукотке (Песчанка) и других регионах СССР. В дальнейшем результаты исследований института на Урале, Северо-Востоке страны, в Сибири, с учетом открытий в ЮВ Азии и Ю. Америке ряда эпитермальных стратоидных и жильно-прожилковых золото-медных и золото-серебряных месторождений на верхних уровнях крупных (площадью в сотни — первые тысячи км²) рудно-магматических систем «порфирового» типа с медно-порфировыми штокверковыми рудами во внутренних (глубинных) зонах, послужили основанием для совершенствования ППМ и ППК применительно к рудным районам с комплексной металлогенией.

С использованием разработанных принципов и моделей оценены перспективы обнаружения медно-порфировых месторождений в металлогенических провинциях и зонах — вулканоплутонических поясах (ВПП) России. В числе перспективных выделены пояса с известными месторождениями: Увельский и Новониколаевско-Карамысовский на Урале; Саяно-Тувинский; Забайкальский; Курьинский (Западная Чукотка); Западно-Сихотэ-Алиньский. К группе потенциально перспективных отнесены ВПП с медно-порфировыми проявлениями: Ауэрбаховско-Новогодненский, Валерьяновский, Именновский и Ирендыкский на Урале; Чикой-Хилокский в Забайкалье; Кедонский, Охотско-Чукотский и Удско-Мургальский (Пенжинско-Анадырское, Березовское и Удско-Джугджурское звенья) на Северо-Востоке России; Умлекано-Огоджинский в Приамурье; Становой; Восточно-Сихотэ-Алиньский; Корякско-Центрально-Камчатский и Ирунейско-Кирганикский на Камчатке. К поясам с неясными перспективами (в силу слабой изученности) и бесперспективным — Гумбейский на Урале, Горно-Алтайский, Минусинско-Тувинский и Джидино-Витимский на юге Сибири; Уяндино-Ясачненский, Оклано-Пенжинский, центральные звенья Охотско-Чукотского и Удско-Мургальского ВПП Северо-Востока России; Ханкайский в Приморье, Хингано-Буреинский, Олюторско-Восточно-Камчатский и Пенжинско-Западно-Камчатский.

С учетом инфраструктурного развития в качестве приоритетных для поисков и оценки медно-порфировых объектов могут рассматриваться территории Урала и Приамурья.

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

**ПОИСКИ И ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНЫХ РУД
НОВЫХ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ В ПРЕДЕЛАХ
ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ И
ШЛИХОМИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Поисковые работы на площади Лебединского рудно-россыпного узла (ЛРУ) проводятся с целью переоценки известных проявлений прожилково-вкрапленных (штокверковых) и жильно-прожилковых золото-сульфидно-кварцевых руд (со сравнительно низкими содержаниями золота), которые, с учетом современных кондиций, представляют промышленный интерес, а также для обнаружения подобных объектов на флангах ранее изученных золоторудных структур. Это необходимо для решения задачи воспроизводства МСБ Центрально-Алданского рудного района, где имеются горнодобывающие и перерабатывающие предприятия, но запасы практически всех золоторудных месторождений залежного и жильного типа (с богатыми рудами) исчерпаны в результате многолетней эксплуатации.

Для достижения названной цели в ходе госконтрактных работ специалистами ФГУП ЦНИГРИ и субподрядных организаций — ЗАО НПП «ВИРГ-Рудгеофизика» и Алданского филиала ГУГПП РС (Я) «Якутскгеология» — созданы прогнозно-поисковые модели ЛРУ и вы-

деленных рудных полей (РП); определен комплекс поисковых критериев и признаков золотоносных руд вышеупомянутых (новых в промышленном значении) структурно-морфологических типов — формационные, литолого-стратиграфические, структурные, морфологические, метасоматические, минералогические, геохимические и геофизические. По 9 опорным профилям вкрест простирания основной магмо- и рудоконтролирующей структуры ЛРУ — Томмот-Эльконской зоны глубинных разломов — проведены: геологические и геолого-поисковые маршруты; литогеохимические поиски по ВОР и ПОР; магниторазведка, электропрофилирование методом ВП-СГ, 2D электротомография; а также специализированные шлихоминералогических исследования по профилям и водотокам. На перспективных РП выполнены площадные геолого-поисковые, геохимические (по ВОР и ПОР) и геофизические (ВП-СГ, электротомография, гравиметрия (по данным предшествующих съемок)) работы масштаба 1:10 000, на поисковых участках (ПУ) — проходка бульдозерных канав и расчисток, канав БВР и бурение керновых скважин для заверки выявляемых рудных зон.

Произведенные работы, с учетом результатов предшествующих ГРР, позволили уточнить геологическое строение ЛРУ и условия локализации традиционных и новых типов руд на Орто-Сала-Верхнекуранахском, Колтыкон-Самодумовском, Малокуранахском, Верхнеякутском и Таежном золоторудных полях. Установлено, что линейные крутопадающие зоны прожилково-вкрапленной и жильно-прожилковой золото-сульфидно-кварцевой минерализации, рассекающие лакколитообразные массивы рудоносной мезозойской монзонит-сиенитовой формации, вендский карбонатный чехол и архей-протерозойский кристаллический фундамент, контролируются глубинными и оперяющими их разломами. В ряде случаев они представляют собой корневые части стратоидных золото-карбонат-сульфидных залежей «лебединского» типа, локализованных на нескольких уровнях в доломитовой толще венда. В стержневых частях этих зон нередко отмечаются золото-сульфидно-кварцевые жилы, мощность которых с глубиной (в породах фундамента) и содержание Au резко уменьшаются. В геофизических полях они отображаются в виде линейных зон: в магнитном — высокоградиентными знакопеременными значениями, в гравитационном — пониженными значениями силы тяжести, в электрическом — высокими величинами кажущейся поляризуемости. Рудные зоны также фиксируются аномально высокими содержаниями Au, и сопутствующих элементов (Pb, Zn, Ag, Cu, Mo и др.) во ВОР и ПОР и десятками-сотнями знаков неокатанного самородного Au в шлихах из перекрывающих элювиально-делювиальных отложений.

Комплекс примененных методов поисков позволил выявить и проследить золоторудные зоны (Косогорная, Случайная I и II, Мятенная и др.) и фланговые части жил (Пролетарская I, М. Горького, Другая, Осенняя-3), оценить их прогнозные ресурсы категорий P₁ и P₂.

Зеликсон Б.С. (ФГУП ЦНИГРИ)

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Основанные на трудах В.И. Вернадского и А.П. Виноградова, биогеохимические методы поисков успешно развивались как в пределах бывшего СССР, так и за рубежом (Канада, США, страны Скандинавии, Китай, Австралия, Новая Зеландия). В настоящее время в России работы в этой области практически прекращены.

Основанием для всестороннего изучения биогеохимических ореолов, составляющих основу биогеохимических методов поисков, послужила низкая эффективность традиционных литохимических методов при поисках на площадях закрытого типа, занимающих по разным оценкам от 70 до 85% территории Сибири и Дальнего Востока России.

Формирование биогеохимических ореолов обусловлено процессами восходящей миграции химических элементов в жидкой и газообразной фазах (диффузия, капиллярный подъем).

Опытно-методические исследования с целью выбора наиболее информативных при по-

исках золота биообъектов проведены в пределах Олимпиадинского рудного поля. Были опробованы различные виды (береза, ель, пихта, кедр) и их части (кора, ветви с листьями (хвоей), древесина, корни) доминантной древесной растительности, произрастающей над рудными телами и безрудных участках. Кроме того, изучено распределение золота и элементов-спутников над золотоносными корами выветривания по профилям, где также опробовались черничник, сфагновые и зеленые мхи, лесной опад, гумусовый и иллювиальный горизонты почв и верхние горизонты коры выветривания. Пробы растений высушивались и озолялись в муфельных печах при температуре 450° С. Золото определялось атомно-абсорбционным методом, элементы-спутники — приближенно-количественным спектральным анализом.

Установлено, что все опробованные виды и части древесной растительности, произрастающие над рудными телами обогащены золотом по сравнению с таковыми безрудных площадей, при этом наиболее высокими и контрастными содержаниями золота характеризуются их корка и ветви, минимальными — древесина. Анализ концентрационных зависимостей между содержаниями золота в системе рудное тело — зола растений показал, что безбарьерным (по А.Л. Ковалевскому) накоплением золота характеризуются корка березы, ветви доминантной древесной растительности, мхи и лесной опад.

Фоновые содержания золота в золе опробованных растений достаточно близки (6–14 нг/г). Рудоносные зоны отчетливо фиксируются аномальными содержаниями золота в большинстве видов и частях опробованных растений, при этом наиболее высокие содержания золота, в 10–15 раз превышающие его концентрации в почвах, установлены в сфагновых мхах, которые характеризуются практически повсеместным распространением, обладают достаточно высокой зольностью и легко отбираются в пробу. Мхи очень гигроскопичны и способны активно накапливать и удерживать воду и растворенные в ней соединения, в 30–40 раз превышающую массу самого мха.

Геохимические спектры и структура корреляционных связей сфагновых мхов и почвенного субстрата полностью идентичны. Зола сфагновых мхов обогащена Ca, Sr, Zn, Mn, Mg, Na, Cu, в меньшей степени Au, Ag. Содержания Mo, Ni, As, Fe, Pb, и, в особенности Co, Ti, Cr в почвах значительно выше.

В результате поисковых работ ЦНИГРИ на одном из участков рудного района Ричардсон (Аляска), полностью перекрытого золотыми отложениями мощностью до 3 м, при заверке бриогеохимической аномалии в шурфах вскрыта зона кварц-мусковит-серицитовых метасоматитов с содержаниями золота первые граммы на тонну, серебра — до 170 г/т и высокоаномальными концентрациями мышьяка, сурьмы, свинца.

Исследованиями последних лет установлены высокоаномальные концентрации Au, As, Mn в золе сфагновых мхов непосредственно над минерализованной зоной Марокского РП (Енисейский кряж), в то время как смещение вторичных литохимических ореолов составляет десятки метров.

*Курсанов А.А., Петров О.В., Липияйнен К.Л., Смирнов М.Ю.,
Павлова В.О. (ФГУП «ВСЕГЕИ»)*

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Одним из перспективных направлений повышения эффективности прогнозно-поисковых работ на твердые полезные ископаемые за рубежом является применение инновационных технологий с использованием данных нового поколения — материалов аэро- и космической гиперспектральной съемки. Использование гиперспектральных данных заключается в возможностях диагностики по спектральным характеристикам вещественных признаков оруденения (отдельных минералов-индикаторов или минеральных ассоциаций) для выявления рудных объектов. Рудные компоненты во многих типах месторождений составляют лишь незначитель-

ные проценты общей массы, поэтому индикаторами рудных тел являются окolorудные изменения рудовмещающих пород (пропилитизация, листвинитизация, окварцевание, серицитизация, хлоритизация, серпентинизация, карбонатизация и другие), которые могут быть зафиксированы на гиперспектральных снимках. К минералам-индикаторам окolorудных изменений относятся алунит, альбит, карбонаты, кварц, лимонит, сульфиды, серицит, халькопирит, хлорит, эпидот и другие

В ФГУП «ВСЕГЕИ», по заданию Роснедра, проводятся работы по картированию минералов-индикаторов зон гидротермально-метасоматических изменений горных пород, по космическим снимкам ASTER. В центре дистанционных методов исследований института была разработана методика обработки аэро- и космических данных с использованием библиотеки спектров минералов и горных пород. В результате работ на площадях в пределах Урала, Сибири и Дальнего Востока были выявлены минералы-индикаторы окolorудных изменений горных пород. Например, на одной из площадей (в пределах листа Р-60) были известны проявления золота, металлометрические ореолы и проявления Au-рудной минерализации. Золото локализовано преимущественно в сульфидно-кварцевых жилах, получивших преимущественное развитие среди гидротермально измененных вулканитов в зонах и участках их окварцевания, сульфидизации и развития вторичных кварцитов. Индикаторными минералами на проявления золота и окolorудные изменения явились: кварц, серицит, сфалерит, арсенопирит, галенит и халькопирит. Обработка данных ASTER позволила дополнительно выделить участки гидротермально измененных вулканитов, потенциально перспективных на золотое оруденение.

В 2013–2014 г.г. ВСЕГЕИ, по заданию Роснедра и по договору с ООО «Горно-Алтайская экспедиция», проводило работы на Суеткинской площади (Республика Алтай) с целью выявления зон окolorудных изменений горных пород, перспективных на золотое оруденение на основе обработки аэро- и космических гиперспектральных данных. Изучение карты полезных ископаемых на площадь работ позволило отобрать минералы-индикаторы: адуляр, азурит, гематит, кальцит, кварц, лимонит, пирит, сульфиды меди, окислы и гидроокислы железа. На 1 этапе по материалам обработки данных ASTER была составлена схема минералов-индикаторов зон гидротермально-метасоматически измененных горных пород масштаба 1:50 000. В результате ее анализа были намечены площади для проведения работ с использованием материалов проведенной гиперспектральной аэросъемки в 110 спектральных каналах. Также было проведено полевое спектрометрирование минералов и горных пород с помощью спектрометра FieldSpec 3 и сформирована библиотека их спектров. На 2 этапе по данным обработки аэрогиперспектральных данных и на основе обобщения и анализа всех имеющихся материалов, в том числе геохимического опробования, была составлена схема зон развития метасоматитов масштаба 1:10 000 и выделены перспективные площади для заверки наземными поисковыми методами, в т.ч., по ореолам рассеяния золота, отбором минеральных проб, горных и буровых работ.

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

Контарь Е.С. (ОАО «УГСЭ»), Кокорин Н.П. (Уралнедра)

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА МЕДИ В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ — СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Уральский федеральный округ (УрФО) занимает третье место в России (после Сибирского и Приволжского округов) по запасам категорий АВС₁С₂ (9,2 %) и добыче (19,1 %) меди. Минерально-сырьевую базу (МСБ) меди УрФО образуют 36 месторождений, принадлежащих следующим геолого-промышленным типам (ГПТ): колчеданному, медно-порфировому, ванадий-железо-медному, медно-скарновому, медистых глин, медьсодержащему скарново-магнетитовому. Распределение этих месторождений по ГПТ и субъектам РФ показано в табл. 1.

Таблица 1. Распределение месторождений меди по ГПТ по состоянию на 1.01.2014
(количество месторождений: всего/в том числе, в распределенном фонде)

Геолого-промышленный тип	Свердловская область	Челябинская область	Всего по УрФО
Колчеданный	15/9	9/7	24/16
Меднопорфировый		3/3	3/3
Ванадий-железо-медный	1/1		1/1
Медно-скарновый	1/0		1/0
Медистых глин	1/1		1/1
Медьсодержащий скарново-магнетитовый	6/4		6/4
Итого	24/15	12/10	36/25

Основные показатели, характеризующие МСБ меди УрФО, приведены в табл. 2–4.

Постановка на Государственный баланс крупных медно-порфировых месторождений обеспечила современные текущие соотношения запасов объектов различных ГПТ (табл.2). Вместе с тем, в целом по Российскому Уралу в запасах и добыче доминантным остается колчеданный ГПТ (табл. 2, 3).

Таблица 2. Удельный вес (%%) ГПТ месторождений меди по состоянию на 1.01.2014
(в общих запасах — числитель, в запасах распределенного фонда — знаменатель)

Геолого-промышленный тип	Свердловская область	Челябинская область	Всего по УрФО	В целом по Российскому Уралу (в общих запасах)
Колчеданный	$\frac{33,1}{72,7}$	$\frac{28,6}{27,8}$	$\frac{30,8}{39,5}$	69,5
Медно-порфировый		$\frac{71,4}{72,1}$	$\frac{36,5}{53,4}$	15,9
Ванадий-железо-медный	$\frac{45,1}{5,5}$		$\frac{22,1}{1,4}$	9,9
Медно-скарновый	$\frac{4,6}{0}$		$\frac{2,2}{0,0}$	0,9
Медистых глин	$\frac{2,1}{5,3}$		$\frac{1,0}{1,4}$	0,5
Медьсодержащий скарново-магнетитовый	$\frac{15,1}{16,5}$		$\frac{7,4}{4,3}$	3,3
Итого	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	100,0

Таблица 3. Добыча меди по ГПТ в 2013 г.
(тыс. т — числитель, % от общего количества — знаменатель)

Геолого-промышленный тип	Свердловская область	Челябинская область	Всего по УрФО	В целом по Российскому Уралу
Колчеданный	$\frac{57,6}{95,0}$	$\frac{69,1}{74,1}$	$\frac{126,7}{78,6}$	$\frac{327,2}{90,5}$
Медно-порфировый		$\frac{24,1}{25,9}$	$\frac{24,1}{15,0}$	$\frac{24,1}{6,7}$
Ванадий-железо-медный	$\frac{5,1}{7,5}$		$\frac{5,1}{3,2}$	$\frac{5,1}{1,4}$
Медно-скарновый	$\frac{0}{0}$		$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Медистых глин	$\frac{1,9}{2,8}$		$\frac{1,9}{1,2}$	$\frac{1,9}{0,5}$
Медьсодержащий скарново-магнетитовый	$\frac{3,2}{4,7}$		$\frac{3,2}{2,0}$	$\frac{3,2}{0,9}$
Итого	$\frac{67,8}{100,0}$	$\frac{93,2}{100,0}$	$\frac{161,0}{100,0}$	$\frac{361,5}{100,0}$

Таблица 4. Обеспеченность (лет) разведанными запасами меди по ГПТ по уровню добычи 2013 г.
(общими запасами — числитель, запасами распределенного фонда — знаменатель)

Геолого-промышленный тип	Свердловская область	Челябинская область	Всего по УрФО	В целом по Российскому Уралу (общими запасами)
--------------------------	----------------------	---------------------	---------------	--

Колчеданный	$\frac{26,9}{20,4}$	$\frac{20,2}{18,6}$	$\frac{23,2}{20,2}$	45,2
Медно-порфировый		$\frac{144,7}{138,0}$	$\frac{144,7}{138,0}$	141,1
Ванадий-железо-медный	$\frac{414,8}{17,3}$		$\frac{414,8}{17,3}$	411,8
Медно-скарновый	Нет добычи		Нет добычи	Нет добычи
Медистых глин	$\frac{53,1}{45,4}$		$\frac{53,1}{45,4}$	52,6
Медьсодержащий скар-ново-магнетитовый	$\frac{220,9}{83,0}$		$\frac{220,9}{83,0}$	218,8
Итого	$\frac{69,1}{24,8}$	$\frac{52,0}{49,5}$	$\frac{59,2^*}{38,7}$ $\frac{44,4^{**}}{21,2}$	58,9

Примечание: * — с меднопорфировыми м-ниями, ** — без меднопорфировых м-ний

Перспективы развития МСБ меди определяются наличием благоприятных формационных комплексов, а также удовлетворительным отношением прогнозных ресурсов к первоначальным запасам, которые составляют для объектов колчеданного ГПТ 1:1 (в том числе, категорий P_2+P_1 к запасам 0,5:1), а для объектов медно-порфирового ГПТ — 0,5:1. В то же время, имеются площади, которых нуждаются в переоценке их прогнозных ресурсов, вплоть до полного их списания.

Постановка на Государственный баланс месторождений молибден-меднопорфировых руд (крупных Михеевского и Томинского и мелкого Березняковского золото-меднопорфирового) на Южном Урале в Челябинской области показала, что Урал, наряду с традиционной колчеданосностью, является перспективным и на этот тип оруденения. Необходимо надежное прослеживание структур с молибден-меднопорфировым оруденением с Южного Урала на Средний. Кроме того, недостаточно ясными представляются перспективы некоторых структур Полярного Урала (Кызыгейская, Войкарская площади) на этот тип оруденения.

До 2012 г. эксплуатировалось только Березняковское месторождение, главным образом, на золото, добыча меди составляет всего 100–200 т в год. В 2012 г. впервые на Михеевском меднопорфировом месторождении добыто 386 тыс. т окисленных руд (1,4 тыс. т меди), которые хранятся на рудном складе, а в 2013 г. добыча составила уже 4,8 млн. т руды и 23,5 тыс. т меди. Для освоения подобных месторождений требуется создание крупных добывающих предприятий, рентабельность которых при добыче открытым способом, возможна при их годовой производительности не менее 20 млн. т руды, что при среднем содержании меди около 0,4 % составит 80 тыс. т (при выходе предприятия на полную мощность). Создание такого крупного горно-обогачительного предприятия требует значительных капитальных вложений и длительного времени (не менее 10–12 лет). В частности, проектом освоения Михеевского месторождения предусматривается создание горнодобывающего предприятия в течение первых пяти лет с проектной мощностью 2 млн. т руды в год (т.е. около 8 тыс. т меди). Составляется проект на отработку всех запасов месторождения с проектной мощностью 18 млн. т руды в год. Для переработки первичных руд планируется строительство обогачительной фабрики, для окисленных руд рекомендован метод кучного выщелачивания. (Для сравнения, отработка Гумешевского месторождения медистых глин способом подземного выщелачивания обеспечивает получение 2–2,5 тыс. т. меди в год).

Таким образом, в ближайшие 15–20 лет альтернатива колчеданным рудам не просматривается. А это как раз срок обеспеченности предприятий текущими запасами этих руд, в том числе запасами распределенного фонда.

Следовательно, в течение этого времени должны быть выявлены и разведаны новые колчеданные объекты.

Тем не менее, в округе поиски новых колчеданных месторождений осуществляются в крайне ограниченных масштабах. Выполненные в небольшом объеме работы на Приполярном Урале (в рамках Комплексного плана «Урал промышленный — Урал Полярный») не привели к серьезным положительным результатам. (Впрочем, как и по железным рудам). В то же время,

имеется ряд недостаточно изученных перспективных площадей с колчеданосными комплексами палеозойского возраста, которые расположены в гораздо более благоприятной инфраструктурной обстановке. К ним относятся: Саум-Яхтельинский и Павдинский районы (Северный Урал), Александринский район, площади Каменского металлогенического пояса, расположенные между Сафьяновским и Султановским месторождениями, территории, прилегающие к Касаргинскому месторождению (Средний и Южный Урал). Что касается перспектив допалеозойской колчеданосности, то наиболее подготовленными для поисковых и оценочных работ являются объекты Тышор-Монтолорского рудного поля (Хараматалоуская структура, Полярный Урал).

Вклад УрФО в МСБ меди России (по состоянию на 01.01.2014) приведен в таблице.

Основные показатели	Доля УрФО от РФ
По общему количеству месторождений	22,6
По количеству месторождений распределенного фонда	24,5
По общим запасам категорий АВС ₁ С ₂	9,2
По общим запасам распределенного фонда категорий АВС ₁ С ₂	6,5
По добыче	19,1

Коньшев В. О. (ФГУП ЦНИГРИ)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЛИЗКИХ К ИСТИННЫМ СОДЕРЖАНИЙ ЗОЛОТА В РУДНЫХ ТЕЛАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Методика рассмотрена на Экспертно-Техническом совете ФБУ ГКЗ, протокол которого от 18 ноября 2014 г. постановил: «Рекомендовать к внедрению для оценки прогнозных ресурсов на стадии поисков и как способ контроля качества рядового опробования на других стадиях геологоразведочных работ разработанный и запатентованный авторами способ оценки средних содержаний по балансу металла, извлеченного в продукты обогащения из лабораторных технологических проб (ЛТП), составленных из полных масс рядовых проб».

По результатам исследований 41 ЛТП рудных объектов Алтае-Саянской провинции установлено, что фактические содержания золота (Сист), извлеченного в продукты обогащения из групповых проб, как правило, превышают средние содержания (Сср), рассчитанные по результатам пробирных анализов рядовых проб, полные массы которых входят в состав групповых ЛТП.

Методика определения близких к истинным содержаний золота в рудных телах включает следующие операции:

- отбор и обработку бороздовых и керновых проб с выделением из них аналитических проб и навесок в соответствии со стандартной методикой разведки;
- оконтуривание разведочных пересечений по различным бортовым содержаниям с выбором оптимального варианта;
- составление групповых ЛТП массой 150–300 кг и более из полных масс 30 и более бороздовых или керновых проб разведочных пересечений в контурах рудных тел;
- извлечение золота из всей массы ЛТП в продукты обогащения на полупромышленных гравитационных установках непрерывного действия;
- определение балансового содержания золота в ЛТП по пробирным анализам тонких продуктов обогащения с учетом извлеченного самородного золота и его средней пробы;
- заверка балансовых содержаний по результатам цианирования 400 г навесок продуктов обогащения с определением доверительных интервалов и коэффициентов вариации, по которым характеризуемый способ в десятки раз превосходит точность методики с предварительным концентрированием золота из частных проб;
- рассчитывается достоверность ($D = C_{\text{ср}} / C_{\text{ист}}$) рядового опробования и коэффициент занижения им балансового содержания ($K_d = C_{\text{сист}} / C_{\text{ср}}$) в групповой ЛТП;

- определяется средневзвешенное на массу фактическое содержание золота по всей совокупности ЛТП золоторудного объекта, которым заменяется среднее содержание по результатам рядового опробования при оценке достоверных прогнозных ресурсов;

- аппроксимируются диаграммы и формулы зависимости Сист от Сср для статистически надежного расчета достоверных содержаний при оценке прогнозных ресурсов золоторудных объектов рудных районов и провинций.

Методика предназначена для достоверной оценки золоторудных объектов с бонанцами и гнездами самородного золота, которые редко обнаруживаются сетью поисковых выработок, но играют ведущую роль в запасах крупнообъемных рудных залежей. Неравномерно распределенные в минерализованных зонах скопления золота усредняются в групповых пробах. Для альтернативного метода с предварительным концентрированием золота из частных рядовых проб такое преимущество утрачивается, а ведущая роль бонанцев в запасах металла резко занижается недостаточно корректно проведенными ограничениями ураганных содержаний.

Методика позволяет, наряду с оценкой фактических содержаний в рудных телах, изучить технологические свойства руд, разработать рациональную схему обогащения, а также существенно сократить время и деньги, затрачиваемые на обогащение большого числа частных проб (включая законтурные) по методу предварительного концентрирования золота.

Кривко Т.Н. (ОАО УГСЭ)

МОЛИБДЕН-МЕДНОПОРФИРОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ПРЕДЕЛАХ ЭЛЬКАШОРСКОЙ ПЛОЩАДИ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Многочисленные проявления гидротермальной сульфидной минерализации, выявленные в пределах Элькашорской площади (3-я Рудная Горка, Осеннее, Мокрый Лог, Элькашор и др.), ранее оценивались на медно-колчеданный и медно-порфировый типы оруденения. Так, на всей рассматриваемой площади была выполнена геохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:50 000 и крупнее, специализированная на поиски медно-колчеданных руд. Выявлен ряд аномалий Cu, Zn, Pb, Mo и др.; отмечен весьма высокий региональный фон серебра. Кроме гидротермальной сульфидной минерализации на площади были обнаружены проявления контактово-метасоматического генезиса, представляющие собой эпидотовые и эпидот-гранатовые скарны, вмещающие магнетитовые и сульфидно-магнетитовые тела.

Золотоносность площади впервые была изучена при проведении по оценке перспектив на цветные и благородные металлы. Были проведены исследовательские, ревизионные работы на рудопоявлениях и месторождениях железа, меди в пределах Элькашорской площади. Золотоносность (по Язевой Р.Г., 1984) установлена в рудопоявлениях трех типов:

1. В метасоматитах и вкрапленных медно-порфировых рудах (Au 0,1–3,2 г/т; Ag 0,2–27,8 г/т);

2. В халькопирит-пирит-магнетитовых скарнах (в сульфидных концентратах содержания достигают: Au — 31,2 г/т, Ag — 20 г/т);

3. В прожилково-вкрапленных рудах экзоконтактового ореола тоналитового батолита (Au 0,2–2,5 г/т, Ag до 42 г/т).

Рудопоявления медного и медно-молибденового типа выявлены в результате проведения геологической съёмки масштаба 1:50 000 в районе месторождения 3-я Рудная Горка выделенного в Элькашорское потенциальное рудное поле.

В результате проведённых ранее поисковых работ выявлены многочисленные пункты минерализации меди и молибдена медно-молибден-порфирового типа. На современном этапе ревизионные поисковые работы на золото проведены ЦНИГРИ в 2003–2004 гг. В качестве объекта исследований выбраны участки метасоматических изменений.

В целом, поисковые признаки объектов медно-порфирового и золотого оруденения на площади, следующие:

- наличие скарново-магнетитовых рудных тел, перспективных для локализации медного и золотого оруденения новогодненского типа;

- наличие зон метасоматитов с сульфидной минерализацией;
- литогеохимические эндогенные аномалии меди, а также моноэлементные и комплексные литогеохимические экзогенные аномалии меди, свинца, цинка, кобальта, никеля, молибдена, серебра, являющиеся индикаторами медного оруденения;
- магнитные аномалии рудной природы над вскрытыми и предполагаемыми скарново-магнетитовыми рудными телами;
- отрицательные магнитные аномалии на фоне повышенных значений окружающего геомагнитного поля, маркирующие области развития метасоматических изменений, в том числе осевые зоны кислотного метасоматоза;
- аномалии вызванной поляризации фиксирующие зоны сульфидной минерализации, к которым преимущественно приурочены объекты медно-порфирового типа, золото-сульфидные, золото-сульфидно-кварцевые тела.

Рудопроявления локализованы в вулканогенно-осадочных пачках тоупугольской толщи силура в экзоконтактах монцонитовых массивов конгорского, тоналитов и кварцевых диоритов собского комплексов.

Кроме того, в зоне контакта локализованы штокверки с прожилково-вкрапленной пирротин-халькопирит-пиритовой золотосодержащей минерализацией с молибденитом и сфалеритом.

Молибден-меднопорфировая минерализация приурочена к зонам метасоматических изменений (эпидотизация, альбитизация, хлоритизация, серицитизация, калишпатизация, окварцевание), которые сопровождаются кварцевыми и кварц-карбонатными жилами и прожилками, образующими штокверковые зоны в эндоконтактах тел кварцевых диоритов, порфировидных диоритов (проявления Мокрый Лог, Осеннее, Элькошор). Сульфидно-метасоматические зоны прослеживаются в виде узких (1–5 м) линейных зон и штокверков (300×500–700 м).

Геохимический спектр рудопроявлений Элькашорской площади соответствует спектру уральских медно-порфировых рудопроявлений, а протяженность ряда геохимических зон соответствует близрудно-надрудному положению его. На это указывает наблюдаемое на рудопроявлении Осеннее широкое развитие карбонатизации, которая соответствует на многих медно-порфировых объектах Урала верхним, надрудным частям метасоматических ореолов.

Сульфидная минерализация достигает 10–15 %, содержания меди от 0,02 до 0,7 % достигая в отдельных редких пробах до 3 %. Рудные минералы представлены в основном халькопиритом, пиритом, нередко встречается молибденитовая минерализация, устанавливается магнетит, реже — сфалерит (марматит). Содержания золота установлены в интервалах 0,2–3,2 г/т, в единичных пробах — до 8,9 г/т.

По результатам поисковых работ Ямальской горной компании 2006–2009 гг. Элькашорская площадь оценена как потенциально перспективная на выявление рудных объектов золото-сульфидно-кварцевого, молибден-медно-порфирового типа.

Рудоконтролирующими структурами являются экзо- и эндоконтактные зоны апикальных частей интрузивных массивов осложненные зонами дизъюнктивных нарушений, рудолокализирующими — зоны трещиноватости на контактах интрузивных и субвулканических тел андезибазальт-андезитового состава, участки пересечения зон трещиноватости, сланцеватости и кливажа.

Геохимическими критериями поисков золоторудных объектов являются комплексные ореолы Au-Ag-Cu (рудная ассоциация), Co-Ni-Mo (подрудная ассоциация), Pb-Zn-Ba (надрудно-фланговая).

Комплексные геохимические ореолы Au-Ag-Cu, как правило, совмещаются с аномальными полями поляризуемости с $\eta_k = >2,5\%$ и, в отдельных случаях, с отрицательными аномалиями магнитного поля на фоне окружающих аномальных полей ΔT . Подобная ситуация характерна для областей развития зон сульфидсодержащих золоторудных метасоматитов.

Перспективы Элькашорской площади на рудные объекты с медно-порфировым типом оруденения не исчерпываются известными рудопроявлениями, находящимися на правом склоне долины руч.Элькошор.

Кряжев С.Г. (ФГУП ЦНИГРИ)
**КРУПНООБЪЕМНЫЕ ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
В УГЛЕРОДИСТО-ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩАХ:
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ**

Генезис крупнообъемных золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах остается предметом дискуссий, что во многом связано с неоднозначностью оценки роли конседиментационных и эпигенетических процессов в рудообразовании. Минералогическо-геохимические, изотопные и геохронологические данные, полученные коллективами отечественных и зарубежных исследователей, позволяют однозначно решить данный вопрос.

Эталонным объектом, формирование которого может быть описано в рамках осадочно-метаморфической модели, является месторождение Сухой Лог. В рудах установлены осадочно-диагенетические сульфиды с сингенетичным тонкодисперсным золотом. Распределение изотопов серы указывает на гидротермально-осадочный характер минерализации. Последующие процессы метаморфизма и складчатости (~450 млн. лет) сопровождались перекристаллизацией сульфидов с переходом золота в самородную форму, переотложением части рудного вещества в ядро складки, формированием метаморфогенных кварц-сульфидных прожилков. Значительно более поздние кварцевые жилы по времени образования сопряжены с гранитоидным магматизмом (~320 млн. лет.). Привнос рудного вещества (Au, Pb, S) на этом этапе не фиксируется. На месторождении практически не проявлены окolorудные метасоматические и геохимические ореолы.

Локализация месторождения Сухой Лог и его аналогов (Вернинское, Высочайшее и др.) на разных стратиграфических уровнях (но в пределах единой карбонатно-терригенной формации!) и значительная мощность золотоносных пород является свидетельством неоднократного возникновения субмаринных гидротермально-осадочных систем и большой длительности их развития. Последнее обеспечивает условия для мобилизации и накопления значительных масс благородного металла.

Примером месторождений плутоногенно-гидротермального генезиса служит Мурунтау. Процессы гидротермального минералообразования в рудном поле здесь протекали синхронно с эволюцией орогенного магматизма и оторваны во времени от регионального метаморфизма на 128 млн. лет. Дорудный этап (286 млн. лет) включает внедрение массива субщелочных гранитов и даек субщелочных диоритов, магнезиально-железистый метасоматоз (пропилитизацию) вмещающей толщи и формирование кварц-карбонат-сульфидных минеральных ассоциаций, не содержащих повышенных концентраций золота. Привнос рудного вещества (Au, S, As, W, Bi, Te, Pb) осуществлялся магматогенными флюидами неоднократно в период 273–231 млн. лет. Рудообразование сопровождалось внедрением даек пестрого состава и формированием обширных ореолов полевошпат-кварцевых метасоматитов.

Изотопные данные не позволяют предполагать заимствование золота из терригенных пород магмами и флюидами. Основным источником этого металла служили глубинные магматические очаги, о чем в первую очередь свидетельствуют узкие вариации изотопного состава серы золотоносных сульфидов на огромной территории при близости значений $\delta^{34}\text{S}$ к «метеоритному» уровню и их независимости от количества и изотопного состава осадочно-диагенетической серы во вмещающих породах.

Таким образом, существуют два главных геолого-генетических типа крупнообъемных золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах: осадочно-метаморфогенный прожилково-вкрапленный (сухоложский) и плутоногенно-гидротермальный жильно-штокверковый (мурунтауский). Их прогнозирование и поиски требуют использования соответствующих геолого-геофизических, геохимических и минералогических критериев.

Кудрявцева Н.Г., Серавина Т.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕВОНСКИХ
ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ, ВМЕЩАЮЩИХ
КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ОРУДЕНЕНИЕ
В ЗМЕИНОГОРСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ

Комплексные прогнозно-металлогенические исследования, проведенные в последние годы сотрудниками ЦНИГРИ в Змеиногорском рудном районе, позволили проанализировать разрез рудовмещающих вулканогенно-осадочных толщ девона и выработать литолого-фациальный критерий поисков колчеданно-полиметаллического оруденения.

Выделены две рудовмещающие вулканогенно-осадочные формации нижне-средне-позднедевонского возраста, отвечающие двум циклам вулканизма, которые несогласно залегают на породах карбонатно-терригенной формации раннего палеозоя и перекрываются терригенно-вулканогенной андезит-дацитовая позднедевонского возраста и известняково-терригенной морской раннекаменноугольного возраста.

Нижняя рудовмещающая формация (эмс-ранний живет) отвечает базальтсодержащей риолитовой известково-кремнисто-терригенной, которая в свою очередь подразделяется на три субформации: туфогенно-осадочную (алевролиты, песчаники, туфопесчаники, гравелиты, туфы кислого состава, редко лавы риолитов и их лавобрекчии); риолитовую (риолиты и риодациты, их лавобрекчии, туфы кислого состава); туфогенно-алевро-песчаниковую (алевролиты кремнистые, песчаники, гравелиты, туфы кислого состава, туффиты). Вулканогенные толщи характеризуются преобладанием пород кислого состава над основными, пересыщенностью кремнекислотой и глиноземом, низким содержанием кальция и щелочей и преобладанием калия над натрием, по кислотности–щелочности она относится к калинатовой серии.

Верхняя рудовмещающая формация (поздний живет-фран) отвечает базальт-риолитовой кремнисто-терригенной, которая также подразделяется на три субформации: дацириолитовую (риолиты, дациты, их лавобрекчии, туфы кислого состава); андезибазальтовую (андезиты, андезибазальты, их лавобрекчии, туфы основного и кислого состава, с прослоями кремнистых алевролитов, песчаников); риолитовую терригенно-вулканогенную (риолиты, риодациты, лавы, лавобрекчии, тефроиды, алевролиты, аргиллиты). Для этой формации характерно примерно равное количество пород кислого и основного состава. Породы кислого состава (преимущественно риолиты) характеризуются пересыщенностью кремнекислотой, равным соотношением калия и натрия, низким содержанием кальция, глинозема, титана и принадлежностью к калинатовой серии. Породы основного состава относятся к толеитовым базальтам и андезибазальтам с умеренной глиноземистостью, низким содержанием магния и повышенным — железа, титана, щелочей (при преобладании натрия над калием).

Вулканогенно-осадочные породы подразделены на литолого-фациальные зоны, классифицированные по степени удаленности от центра вулканизма: жерловые, околожерловые, промежуточные и удаленные. К жерловым фациям относятся субвулканические (порфировые и афировые риолиты, риодациты, дациты и их автоматические брекчии, андезиты, андезибазальты, долериты), к околожерловым — экструзивно-покровные (лавобрекчии риолитов, риодацитов, дацитов, андезитов, андезибазальтов) и грубообломочные туфы кислого и основного составов, к промежуточным — покровные (лавы кислого и основного состава), игнимбритовые лавы риолитов и андезитов и пирокластические (туфы мелко-среднеобломочные кислого и основного составов). К удаленным фациям относятся осадочно-пирокластические (туфоалевролиты, туфопесчаники, туффиты, тефроиды, фтаниты, туфоконгломераты, туфогравелиты) и мелководные прибрежно-морские тонкообломочные породы (кремнистые, известковистые алевролиты, песчаники, рифогенные известняки).

Колчеданно-полиметаллическое оруденение приурочено преимущественно к промежуточным и удаленным фациям вулканизма, что необходимо учитывать (в комплексе с формационными критериями) при поисках колчеданно-полиметаллического оруденения в Змеиногорском рудном районе.

*Кузнецов В.В. (ФГУП ЦНИГРИ), Брель А.И. (АОА «Читагеологоразведка»),
Зайцев А.И. (Алтайнедра), Кузнецова Т.П. (ФГУП ЦНИГРИ),
Мурзин О.В. (ФГУП СНИИГГиМС)*

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОИСКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА И РАСШИРЕНИЯ МСБ ПОЛИМЕТАЛЛОВ СИБИРИ

Основной целью поисков является выявление потенциально перспективных площадей, соответствующих определенным металлогеническим обстановкам. Принципы и критерии их выделения вытекают из анализа геологических, геохимических и геофизических факторов, отраженных на комплексах карт, а также построения прогнозно-поисковых моделей рудных полей и месторождений полиметаллов различных рудно-формационных типов. Использование комплексов карт и моделей позволяет определять потенциал выявления скрытых промышленных объектов в виде участков, ранжированных по степени перспективности и очередности опосредования. Наиболее перспективными регионами РФ по развитию минерально-сырьевой базы полиметаллических руд являются Рудный Алтай, Забайкалье, Енисейский край и Салаир, характеризующиеся развитой инфраструктурой. В их пределах предусматривается создание кластеров экономического роста, в т.ч. за счет добычи полиметаллических руд.

Рудный Алтай. Разработка направлений дальнейших работ, ориентированных на выявление новых полиметаллических объектов, определяется результатами прогнозно-металлогенических построений. Анализ обстановок локализации объектов показывает, что продуктивными на полиметаллическое оруденение являются сложнопостроенные вулканотектонические депрессии. Внутренняя их структура осложнена небольшими экстрозивными и лавовыми куполами, потоками, а также сопряженными с ними мелкими некомпенсированными впадинами, заполненными промежуточными, удаленными, нередко кремнистыми фациями, отвечающими месторождениям. Результаты, полученные в ходе выполнения опережающих геолого-геофизических исследований, показывают высокую перспективность региона на выявление новых объектов.

Забайкальский край. В связи с принятой стратегией экономического развития Восточного-Забайкалья на период до 2020 г. и созданием горно-экономического центра в Юго-Восточном Забайкалье, весьма актуальной задачей стала необходимость усиления минерально-сырьевой базы цинка, свинца, серебра и золота. Наиболее благоприятным для рудообразования являются юрские и меловые осадочно-вулканогенные отложения. Вулканогенно-терригенный разрез образован в результате проявления нескольких циклов вулканической активности и характеризуется последовательным характером дифференциации, гомодромным рядом и резкими фациальными переходами. Рудные тела и зоны рудной минерализации контролируются синвулканическими нарушениями и зонами трещиноватости с ним связанными. В пределах региона возможно выявление крупных полиметаллических объектов с существенным содержанием серебра.

Салаирский край. Полиметаллическое оруденение связано с рудоносной базальтсодержащей риолит-кремнисто-терригенной геологической формацией раннекембрийского возраста. Большая часть месторождений приурочена к продуктам удаленных фаций. Рудовмещающие отложения и руды локализованы в вулканотектонических депрессиях, занимающих надкупольное, склоновое или надвулканическое положение. Проведение поисковых работ в регионе позволит выявить не менее 4–5 средних по масштабам объектов.

Енисейский край. Рудоносными являются вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенная и углеродисто-кремнисто-карбонатная формации (R3), специализированные соответственно на цинково-свинцовое, стратиформное свинцово-цинковое и колчеданно-полиметаллическое оруденение. Основными рудоконтролирующими структурами являются палеопрогибы и биогермные постройки на склонах палеоподнятий, которые в совокупности с рудоносными субформациями, выполняющими их, определяют площади рудных полей и месторождений. Реализация поисковых работ позволит выявить 2–3 крупных (более 1000000 т металла) объекта с богатыми свинцово-цинковыми рудами.

Лантес М.М. (ФГУП ЦНИГРИ)
**ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ
ПРИ ПОИСКАХ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ
В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВКАХ**

Геофизические методы составляют основу рационального комплекса геолого-геофизических методов поисков коренных месторождений алмазов на «закрытых» территориях. Перекрывающая толща, как правило, неоднородна и содержит многочисленные аномалеобразующие объекты, маскирующие присутствие в разрезе кимберлитовых тел. К тому же, фонд неизученных контрастных магнитных аномалий — аномалий-лидеров, так называемого трубчатого типа, на наиболее перспективных площадях давно исчерпан. Поэтому актуальной задачей поисковых работ является выявление слабомагнитных кимберлитовых тел. Объектом внимания становятся магнитные аномалии интенсивностью в первые единицы и даже доли нанатесл, число которых измеряется тысячами. Включение в состав геофизического комплекса наряду с магниторазведкой методов электроразведки позволяет повысить эффективность поискового комплекса в целом.

Поиск коренных месторождений алмазов ФГУП ЦНИГРИ проводит с применением методологического подхода, нацеленного на последовательную локализацию объекта поиска: выделение локального участка ранга куста кимберлитовых тел и далее в его пределах геофизической аномалии трубчатого типа, перспективной на вскрытие кимберлитового тела. В основу данного подхода положена комплексная прогнозно-поисковая модель и критерии прогнозирования куста кимберлитовых трубок, разработанные в ЦНИГРИ. При выделении локальных участков ранга куста кимберлитовых тел и геофизических аномалий трубчатого типа с положительной стороны зарекомендовали себя электроразведочные методы. Примерами применения этих методов при проведении поисков коренных источников алмазов в различных геолого-поисковых обстановках могут служить материалы, полученные в Архангельской алмазодонской провинции и в условиях Балтийского кристаллического щита — на территории Карелии и Кольского полуострова.

Структурно-геофизическое картирование методами наземной электроразведки проводится для выявления тектонических структур, контролирующих размещение проявлений кимберлитового (лампроитового) магматизма. Согласно прогнозно-поисковой модели куста кимберлитовых тел тектонические зоны повышенной проницаемости являются элементами этой модели. Наряду с аномалиями горизонтального градиента поля силы тяжести и зонами положительных высокочастотных аномалий магнитного поля, они выделяются также аномалиями повышенной электрической проводимости. В зависимости от мощности перекрывающей трубки толщи осадков для картирования нами используются методы электромагнитного профилирования СДВР, ПЕЭП или ПЕМП. Их применение позволяет уточнить границы участков ранга куста и сконцентрировать наземные заверочные работы на локальных аэромагнитных аномалиях, занимающих благоприятную структурно-тектоническую позицию.

Из модельных представлений и из опыта работ следует, что кимберлитовые трубки на изучаемой территории отличаются от вмещающих пород, главным образом, повышенными магнитностью и электрической проводимостью. Поисковыми объектами методов электроразведки, применяемых в комплексе с магниторазведкой при заверке перспективных аномалий, являются сопряженные с магнитными локальные аномалии проводимости, связанные с кимберлитами и их корой выветривания, а в условиях ледникового рельефа и с эрозионными углублениями в ложе коренных пород над кимберлитовыми телами. Среди опробованных нами электроразведочных методов заверки, наибольшую информативность показали: методы профилирования — СДВР, ПЕЭП, ПЕМП, ДИП и методы зондирования — ДИМ, АМТЗ, ЗСБЗ, ВЭЗ и ЧЭЗ. Планируется опробование и других электромагнитных технологий, таких как БИЭП и ИПП. Применение электроразведки позволяет увеличить достоверность разбуровки магнитных аномалий по степени перспективности и дать обоснованное заключение о целесообразности постановки буровых работ и точках заложения заверочных скважин.

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПЛАТИНОНОСТИ ПОРОД И ХРОМИТИТОВ
ИЗ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ МАССИВОВ О. САХАЛИН**

Представлены новые данные о платиноносности пород и хромититов из мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации, которые пока являются очень слабо изученными в этом отношении. Содержания элементов платиновой группы (ЭПГ), а также рения были определены методом ICP-MS в гарцбургитах, лерцолитах, плагиоверлитах, оливиновых вебстеритах, вебстеритах ортопироксенитах, оливиновых габброноритах и анортозитах из Березовского, Южно-Шмидтовского, Комсомольского и Шельтингского массивов, а также в хромититах из Березовского массива. Для максимально полного вскрытия проб использована методика их кислотного разложения в трубках Кариуса при температурах 260–300°C. Суммарные содержания Os, Ir, Ru, Rh, Pt и Pd в породах варьируют в интервале 8,63–82,0 мг/т. Содержания Os в них находятся в интервале от 0,14 до 5,13 мг/т, при этом наиболее высокие его концентрации определены в лерцолитах из Южно-Шмидтовского массива. Содержания Ir в породах изменяется в интервале 0,02–3,87 мг/т, в наибольшем количестве он представлен в лерцолитах из Южно-Шмидтовского массива, в меньших количествах — в гарцбургитах, плагиоверлитах, пироксенитах и габброидах из Березовского, Шельтингского и Комсомольского массивов. Повышенные содержания Ru определены в лерцолитах из Южно-Шмидтовского массива (4,5–9,3 мг/т), в гарцбургитах (5,7–6,4 мг/т) и в лерцолитах (4,7 мг/т) из Березовского массива. Содержания Rh уменьшаются от гарцбургитов из Березовского массива (1,7–2,3 мг/т) к лерцолитам из этого, а также в лерцолитах из Южно-Шмидтовского массива (0,6–1,0 мг/т). Содержания Pt в ультрамафитах из Березовского массива составили 5,09–13,0 мг/т, в ультрамафитах из Южно-Шмидтовского массива — от 5,26 до 8,54 мг/т массивов, в оливиновых и безоливиновых габброидах из Березовского массива (3,4–81,0 мг/т), из Комсомольского массива (8,77 мг/т), из Шельтингского массива (6,91 мг/т). Содержания Pd в общей коллекции образцов пород изменяются от 0,14 до 60 мг/т. Наиболее богаты им габбронориты и габбро из Березовского массива (22–60 мг/т), меньше его в гарцбургитах и плагиоверлитах из этого же массива (3,44–12,3 мг/т), а также в лерцолитах из Южно-Шмидтовского массива (7,05–9,75 мг/т) и в оливиновых габброноритах из Комсомольского массива (13,7 мг/т). Содержания Re повышаются от плагиоверлитов из Березовского массива (~0,01 мг/т) к гарцбургитам и лерцолитам из этого же массива и лерцолитам из Южно-Шмидтовского массива (0,33 мг/т), и затем к оливиновым габбро из Комсомольского массива (0,41 мг/т). Значения параметра Ir/Os увеличиваются от 0,7 (оливиновые габбро, Березовский массив) до 1,66 (лерцолиты из этого массива). Значения параметра Pd/Ir, который является показателем степени фракционирования ЭПГ, в габброидах составили от 222 до 1333, что свидетельствует об очень интенсивном их фракционировании, до 1,4–5,80 — в лерцолитах и гарцбургитах. В породах из исследованной коллекции выявлены признаки обратной зависимости между содержаниями ЭПГ и редкоземельных элементов, что предположительно обусловлено разнонаправленным фракционированием этих групп элементов при частичном плавлении верхнемантийных источников. Суммарные содержания Os, Ir, Ru, Rh, Pt и Pd в массивных хромититах из Березовского массива составили от 556 до 762 мг/т, что сравнимо с таким показателем для хромититов из Кемпирсайского (470–712 мг/т), Рай-Изского (214–304 мг/т) и Войкаро-Сыньинского (181–224 мг/т) массивов на Урале. В хромититах из Березовского массива обнаружены единичные зерна лаурит-эрлихманитом размером 10–40 микрон. В большом количестве в хромититов присутствуют мелкие выделения аваруита. Подобие конфигурации спектров распределения ЭПГ в зернах лаурит-эрлихманита и в валовых пробах, содержащих его хромититов позволило предположить, что этот минерал является существенно преобладающей или единственной фазой-концентратором ЭПГ в хромититах из Березовского массива. В перспективе актуально проведение более детальных исследований по оценке потенциальной платиноносности мафит-ультрамафитовых массивов о. Сахалин.

Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С., Курмаев А.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОИСКОВ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ТАЕЖНЫХ
ЛАНДШАФТАХ В ПРЕДЕЛАХ СРЕДНЕ-ИШИМБИНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ
ПЛОЩАДИ ЕНИСЕЙСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ПРОВИНЦИИ
(КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ) И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В рамках госконтракта «Поисковые работы на большеобъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-терригенных комплексах в пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций» ФГУП ЦНИГРИ проводит поисковые работы на рудное золото в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади в центральной части Енисейской золоторудной провинции.

Методика исследований: 1) Опорные профили (геологические маршруты, литогеохимическое опробование по ВОР, геофизические исследования), по результатам которых локализован участок постановки детализационных работ (уч. Южный); 2) Геолого-поисковые маршруты; 3) Геохимические поиски по потокам рассеяния; 4) Геохимические поиски по ВОР по сети 200х20 м; 5) Копушение нижних частей склонов (глубина 0,8 м, интервал 40 м между копушами); 6) Проходка шурфов до коренных пород (интервал 10–20 м).

Проводилось шлиховое, литогеохимическое, сколковое, бороздовое (коренные породы в шурфах) опробование глубокого делювия горных выработок. Работы велись согласно принятой ФГУП ЦНИГРИ методике проведения поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах (Иванов, 2013, 2014).

Результаты работ: Выявлена широкая (>1 км) аномалия Au ($\geq 0,003$ г/т в ВОР), отвечающая зоне расщепления в восточном крыле антиклинали 1-го порядка в узле пересечения разрывных нарушений нескольких направлений, в пределах которой выявлены золотоносные минерализованные зоны (Au $\geq 0,03$ г/т) — окварцованные, бурошпатизированные (анкерит), сульфидизированные (пирит), насыщенные кварцевыми, (мусковит)—анкерит—кварцевыми жилами и прожилками породы, локализованные в карбонатных отложениях (известковистоглинистые сланцы, мергели, метаизвестняки) свит карточки и аладинской объединенных среднего рифея. Мощность зон >400 м, протяженность >1000 м. Этим зонам отвечают шлиховые ореолы Au (2–5 знаков на шлих, максимально 21 знак). В пределах минерализованных зон выделяются эпицентры повышенных содержаний Au ($\geq 0,1$ г/т) — рудные зоны: участки насыщения прожилками и жилами кварцевого, анкерит—кварцевого состава и вкрапленностью пирита (до 5–7% об. пор.). Мощность рудных зон ≤ 200 м, протяженность ≤ 1000 м. Зоны характеризуются ССЗ продольной относительно складчатости ориентировкой и, предположительно, линейно-штокверкоподобной морфологией.

Аномалиям Au в ВОР отвечают аномалии Mn ($\geq 0,2\%$), связанные с широким распространением бурошпатизации. По периферии аномалий Au — аномалии Zn ($\geq 0,007\%$).

Таким образом, на данном этапе исследований впервые в регионе прогнозируется выявление крупнообъемного золотого оруденения линейно-штокверкового типа в карбонатных отложениях свит карточки и аладинской среднего рифея.

Работы показали высокую степень эффективности новой методики поисковых работ в сложных горно-таежных ландшафтах (опорные профили, комплекс литогеохимического, шлихового и сколкового опробования глубокого малосмещенного делювия в шурфах и копушах), позволившей максимально точно определить места заложения горных выработок с целью продолжения ГРП для локализации прогнозных ресурсов категории Р₂.

О.В. Мурзин (ФГУП «СНИИГТиМС»)
ПРИМЕНЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ КОНТРОЛЯ
КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ
ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ В РУДНОМ АЛТАЕ

Одним из важнейших критериев распределения оруденения колчеданно-полиметаллической формации Рудного Алтая является стратиграфический. Он выражается в приуроченности месторождений к нескольким основным рудоносным уровням. В настоящее время выделяется пять основных уровней локализации оруденения (Чекалин В.М., Дьячков Б.А., 2013). В российской части Рудного Алтая выделяются следующие рудоносные уровни. В Змеиногорском рудном районе: эмско-эйфельский уровень (мельничная свита), к которому приурочены преимущественно барит-полиметаллические и полиметаллические месторождения и рудопроявления с повышенными содержаниями в рудах золота и серебра, и позднеживетско-раннефранский уровень (нижнекаменевская подсвита), к которому приурочены колчеданно-полиметаллические и медноколчеданные месторождения. В Золотушинском районе: живетский уровень (заводская свита), к которому приурочены месторождения полиметаллического и колчеданно-полиметаллического подформационных типов, и франский уровень (каменевская свита верхняя подсвита), к которому приурочено одно Юбилейное полиметаллическое месторождение и ряд рудопроявлений. В Рубцовском рудном районе: живетский уровень (заводская свита), к которому приурочены месторождения полиметаллических руд Таловское и Степное, и франский (нижнекаменевская подсвита) с Рубцовским и Захаровским месторождениями богатых полиметаллических руд.

При этом следует иметь в виду, что руды многих месторождений располагаются на нескольких стратиграфических этажах, имеющих довольно большой вертикальный размах. Но главным критерием отнесения конкретного месторождения к определенному стратиграфическому уровню является положение его основной (стратиформной) части оруденения. Например, руды Змеиногорского месторождения сгруппированы в три рудные зоны, расположенные в трех подсвитах мельничной свиты (сверху вниз). *Первая (основная) рудная зона* расположена в нижней части верхнемельничной подсвиты и состояла из стратиформного тела богатых барит-полиметаллических с золотом и серебром руд (отработаны в XVII – XVIII веках), лежащим боком которого служат минерализованные микрокварциты с наложенным на них золото-серебро-полиметаллическим прожилковым оруденением. *Вторая рудная зона* расположена стратиграфически ниже первой и располагается среди вулканогенных образований кислого состава среднемельничной подсвиты. Полиметаллические рудные тела зоны имеют небольшие размеры, линзообразную форму. *Третья рудная зона* залегает среди отложений нижнемельничной подсвиты. Рудные тела по данным разведочных работ представляют собой линзы прожилково-вкрапленных руд. Таким образом, основное промышленное золото-серебро-полиметаллическое оруденение сосредоточено на верхнем этаже среди отложений верхнемельничной подсвиты.

При выборе площадей для постановки поисковых работ стратиграфический критерий играет ведущую роль. Например, при определении контура Змеиногорско-Березовогорской площади, в пределах которой в настоящее время проводятся поисковые работы, основным критерием являлся стратиграфический, что выражалось в оконтуривании площадей мельничной свиты, вмещающей в Змеиногорском рудном районе оруденение нижнего (змеиногорского) рудоносного уровня.

В дальнейшем для выбора поисковых площадей наряду со стратиграфическим критерием используются другие факторы контроля оруденения, и в первую очередь литолого-фациальный (палеовулканологический) и структурный. И только после выделения площадей, отвечающих этим критериям, для определения конкретных участков проведения поисковых или поисково-оценочных работ, необходим анализ таких общеизвестных поисковых признаков оруденения, как геохимические и геофизические.

Николаев Ю.Н., Сидорина Ю.Н., Джеджева Г.Т.,

Калько И.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова)

**ВЛИЯНИЕ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ
МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПРИ ПОИСКАХ ПО
ВТОРИЧНЫМ ОРЕОЛАМ В ЛАНДШАФТАХ КРИОЛИТОЗОНЫ
(НА ПРИМЕРЕ БАИМСКОГО РАЙОНА ЧУКОТКИ)**

Фундаментальное значение для оценки прогнозных ресурсов оруденения при геохимических поисках имеет пропорциональная зависимость между количеством металла во вторичном ореоле и коренном оруденении: $M = kM_p$, где $k \gtrsim 1$ — коэффициент остаточной продуктивности, зависящий от индивидуальных свойств элементов, морфологии рудных тел и местных ландшафтно-геохимических условий. В горных, активно денудлируемых районах любых ландшафтно-геохимических зон индивидуальные различия между химическими элементами в результате быстрого обновления ореолов рассеяния сглаживаются, и, практически для всех рудных элементов, значения k близки к 1 (А.П. Соловов, 1985).

Эти доказанное практикой фундаментальное представление целиком справедливо для месторождений жильного типа («тонких» рудных тел) с малосульфидной минерализацией, заключенной в существенно кварцевой «матрице». Иной характер процессов гипергенной дифференциации металлов имеет место при формировании вторичных ореолов большеобъемных месторождений сульфидных руд («мощных» рудных тел), когда солевое рассеяние становится значимым фактором, в том числе и в ландшафтах криолитозоны.

Содержание металлов в формирующемся над «мощным» рудным телом (штокверком) вторичном ореоле (C_x), согласно теоретическим представлениям, прямо пропорционально его содержанию в коренном оруденении (C_p) (Р.И. Дубов, 1974). При относительно равномерных содержаниях элементов в рудах ($C_p \rightarrow \text{const}$) оно имеет вид: $C_{\text{max}} = C_p \times \Phi(p/\sigma)$, где Φ — интеграл вероятности от выражения в скобках, p — полумощность рудного тела, σ — коэффициент гипергенного рассеяния. В идеальном остаточном ореоле «мощного» рудного тела уже при $p/\sigma > 2$ $C_p = C_{\text{max}} / k$.

При наличии развитой у поверхности зоны окисления требуется определение дополнительного коэффициента пропорциональности $k_0 = C_{\text{в.р.}} / C_{\text{п.р.}}$, где $C_{\text{в.р.}}$ и $C_{\text{п.р.}}$ — средние содержания металла в выщелоченных и в первичных рудах. С учетом процессов дальнейшего гипергенного перераспределения металлов, оценка общего коэффициента пропорциональности, отвечающего отношению средних содержаний во вторичном ореоле и первичных рудах будет определяться как произведение $K = k_0 \times k$. Расчет ожидаемых содержаний в коренном оруденении проводится по формуле $C_p = C_{\text{max}} / K$.

Исследования, выполненные авторами на медно-порфировых месторождениях Баимского района Чукотки, показывают, что важнейшей особенностью формирования вторичных остаточных ореолов Cu является их повсеместное ослабление у поверхности ($k < 1$; $k_0 < 1$). Основные элементы-спутники, такие как Au , Mo , в этих условиях менее подвержены перераспределению ($k \geq 1$; $k_0 \leq 1$).

Наблюдаемое ослабление вторичных ореолов Cu коррелирует с вертикальной ландшафтной зональностью: средние и верхние части склонов ($K = 0,46$) → средние и нижние части склонов ($K = 0,38$) → низкие водоразделы и седловины ($K = 0,11$) → борта долин ($K = 0,06$) и связано с уменьшением глубины до зеркала грунтовых вод и ростом общей обводненности разрезов. Миграционная способность элементов в зоне окисления медных руд, оцененная через интенсивность их выноса из профиля выветривания: $\text{Cu} > \text{Au} > \text{Mo}$.

Оценка ожидаемых содержаний главных элементов в рудах по их содержаниям во вторичных ореолах, иллюстрируемая на примере разведанных штокверков месторождений Песчанка и Находка, характеризуется хорошей сходимостью, что позволило оценить перспективность слаборазведанных проявлений Баимского меднорудного района и его общие прогнозные ресурсы, составившие 26 млн. т меди.

Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е., Колесникова Т.И., Печников В.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
ТЕХНОЛОГИЯ ШЛИХО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ДЛЯ
ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВОК СЗФО РФ

Основной задачей шлихо-минералогических поисков является задача обнаружения ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов и самих алмазов различной дальности транспортировки, которые могут быть однозначно связаны с алмазоносными объектами. Проведение шлихо-минералогических поисков в классическом варианте, т.е. опробовании гидросети в рассматриваемом регионе зачастую не может привести к данному результату.

Территория Северо-Западного округа характеризуется многообразием поисковых обстановок, но главным доминирующим фактором является повсеместное развитие разнотипных ледниковых осадков, которые требуют особого подхода к организации шлихо-минералогических поисков и интерпретации полученных результатов. Обязательным технологическим приемом является районирование территории по условиям ведения поисков. Под районированием территории по условиям ведения поисков понимается районирование территории по особенностям перекрытия среза кимберлитовмещающих пород разнотипными осадочными толщами. Районирование территории выполняется, в первую очередь, с целью выделения тех или иных типов разновозрастных осадочных толщ, в том числе и ледниковых осадков, для которых характерны соответствующие типы ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов.

При проведении районирования территории производится выделение типов осадков и в зависимости от того, какой тип ореола может ожидать в их составе, планируется плотность и вид пробоотбора. Кроме того, выделяются участки территории, в пределах которых по условиям перекрытия, при опробовании поверхности невозможно получить информацию о потенциальных источниках алмазов. К подобным территориям относятся участки развития скальных отложений, перекрывающих срез кимберлитовмещающих пород, а также участки, где суммарная мощность четвертичных (ледниковых) осадков превышает 60 метров.

Опыт проведения шлихо-минералогических поисков в данном районе показывает, что минеральный состав аллювия полностью идентичен составу размываемых ледниковых осадков. В связи с этим ореолы, обнаруживаемые в аллювии, являются ореолами, сформированными в ледниковых осадках.

При проведении регионального пробоотбора целесообразно сосредоточиться на опробовании тех типов осадков, в которых формируются наиболее протяженные ореолы рассеяния дальнего сноса. К подобным типам осадков относятся флювиогляциальные осадки, формирующиеся по типу потоков водно-гравитационного типа: долины стока талых ледниковых вод, катастрофических спусков временных ледниковых озер, озы. При детализационном пробоотборе целесообразно проводить опробование основной морены, в которой формируются крайне незначительные по протяженности ореолы рассеяния (не более первых километров), т.е. ореолы, непосредственно связанные с объектом поисков. Выявление данных ореолов выполняется при минералогической заверке (разбраковке) локальных аэромагнитных аномалий трубчатого типа. Морена опробуется по профилям, ориентированным в крест направления перемещения ледника, отложившего рельефообразующую морену. Расстояние между профилями определяется исходя из особенностей рельефа местности. Это связано с тем, что вывод материала с базальных частей движущегося льда осуществляется быстрее в случае наиболее сильно расчлененного подледного рельефа, что следует учитывать при определении расстояния между профилями.

Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН)
БАЗОВЫЕ И ВАРИАНТНЫЕ МОДЕЛИ
ЭНДОГЕННЫХ ЗОЛОТОНОСНЫХ РУДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ

Разработка прогнозно-поисковых моделей золоторудных месторождений в российской рудной геологии традиционно реализуется на основе совмещения знаний о строении, минера-

логии, геохимии месторождений и представлениях об их генезисе, формационной принадлежности, тектоно-динамических условиях образования. В последние два-три десятилетия результаты такого совмещения все в большей мере отражаются в представлениях о рудообразующих системах (РОС). Однако, при общем широком фронте системного подхода к анализу на разных масштабных уровнях закономерностей образования и размещения месторождений эти представления остаются, в основном, виртуальными, абстрагированными. В редких случаях решаются задачи реконструкции реально функционировавших рудоносных флюидных и/или флюидно-магматических систем. В меньшей мере разработаны и методологические-методические основы такой реконструкции, хотя накопленная информация по эндогенным золоторудным месторождениям предопределяет необходимость таких разработок. К числу первоочередных следует отнести: 1) сохранение понятия «рудообразующая система» как характеризующего локальные обстановки рудообразования, отвечающие месторождению и/или рудному полю, реже — рудному узлу; 2) разграничение понятий «рудообразующая система» и «геохимическая специализация определенных геоструктур» (включая магматогенные) применительно к среднемасштабным металлогеническим таксонам (рудным районам-областям); 3) разработка представлений о базовых (сводных и модульных) и вариантных моделях РОС для месторождений важнейших геолого-генетических типов. В качестве модульных моделей РОС рассматриваются: минеральная, геохимическая, структурно-динамическая, флюидно(гидро)динамическая (с учетом данных по Р-Т параметрам), а также физико-химическая. Весь комплекс модульных моделей или частичный (в зависимости от имеющейся информации) учитывается в сводной базовой модели РОС месторождения или рудного поля (для полей с жильной золоторудной минерализацией). Целесообразна разработка вариантов базовых моделей РОС применительно к определенным мелко-среднемасштабным металлогеническим таксонам. Моделирование «рудогенерирующих систем», при понимании их как определяющих зарождение, металлогеническую специализацию и продуктивность РОС, на настоящей стадии изученности глубинного строения, петрохимии золотоносных площадей может быть, в большинстве своем, лишь схематичным. Тем не менее, данные по проявлениям предрудной минерализации, по условиям и времени развития дайкового магматизма, метаморфизма, площадного и околорудного метасоматоза, позволяют конкретизировать представления о рудогенерирующих системах, их пространственном расположении, моно- или полициклическом развитии и других характеристиках. Анализ опубликованной информации, как и полученные оригинальные данные, позволяют проиллюстрировать изложенные положения на примере месторождений Колар, Мурунтау, Сухой Лог, Вернинское-Первенец, Ирокинда, Дарасун, Балей и др. Естественно, особое место в разрабатываемой методологии занимает выделение геолого-генетических типов золотоносных месторождений. Эта особая проблема сохраняет свою актуальность, включая различия в подходах. Автор придерживается ранее опубликованной классификации месторождений. Планируемая ее доработка относится, в основном, к комплексным золотосодержащим месторождениям с одновременной систематизацией данных по ассоциациям месторождений золота с месторождениями других металлов в определенных геотектонических обстановках. Это представляется важным для распознавания специализации рудогенерирующих систем, а также разработки моделей РОС, для определения значимых прогнозно-поисковых индикаторных характеристик, используемых в соответствующих моделях. Модельно-модульный подход к реконструкции РОС позволяет более определенно ставить задачи по геофизическому и геохимическому изучению золотоносных площадей.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-05-00084.

Кокорин Н.П. (Уралнедра), Степанов А.Е., Санько Л.А. (ОАО УГЭСЭ)
ЗОЛОТОРУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ
ЮЖНОЙ ЧАСТИ КРАСНОТУРИНСКОЙ ЗОНЫ (ЧАДАРСКИЙ РАЙОН)

Чадарский район — один из старейших горнорудных районов Урала в пределах «во-

сточной» колчеданоносной полосы Среднего Урала между месторождениями Красноуральской группы и месторождением им. III Интернационала. Относится к Краснотуринской зоне (восточная часть Тагильской мегазоны). Район сложен вулканитами непрерывно дифференцированной базальт-андезит-дацитовый серии верхнего ордовика — нижнего силура, вмещающие тела порфировидных гранодиоритов, гранодиорит- и гранит-порфиров известково-щелочной серии неясной формационной и возрастной принадлежности. Структура района определяется динамометаморфизмом с крутым восточным падением рассланцованных пород.

Устанавливаются геохимические ассоциации, хорошо согласующиеся с минералогическими данными: Cu-Zn (колчеданная) и As-Au-Ag-Pb (золотополиметаллическая) и Mo-W-Cu-Au (золотопорфировая). Никель-кобальтовая (Ni-Co) ассоциация отражает первичный субстрат и характерна для мало изменённых базальтов.

Наиболее ранняя колчеданная и наложенная на неё золотополиметаллическая ассоциации локализуются в западной части района в пределах полосы Чадарских медно-цинковых проявлений. Представляют собой линейные зоны прожилково-вкрапленных (редко массивных) халькопирит-сфалерит-пиритовых руд с наложенной галенит-халькопирит-сфалеритовой минерализацией с характерным присутствием в переменном количестве блеклых руд (теннантит, тетраэдрит) и самородного золота со значительным количеством серебра (AuAg, AuAg₂). Рудные тела сопровождаются ореолом рассланцованных существенно кварц-серицитовых метасоматитов.

Золотопорфировая (Cu-Au) минерализация, сопровождающаяся повышенным содержанием вольфрама, молибдена, является новой для Чадарского района и устанавливается в его восточной части, локализуясь в эндоконтактных частях тел двуполевошпатовых гранодиорит-порфиров, гранит-порфиров и порфировидных гранодиоритов, характеризующихся повышенным фоном иттрия. Рудные тела представляют собой линейные крутопадающие штокерковые зоны с хлорит-карбонат-кварцевой прожилковой минерализацией мощностью от 3-5 до 20 м во вмещающих гранодиорит-порфирах. Рудная минерализация (прожилково-вкрапленная, гнездовая) представлена пиритом, халькопиритом, борнитом и самородным золотом. Золото фиксируется в виде каёмок до 0,1 мм длиной на границе зёрен пирита, халькопирита, иногда в виде чешуек внутри зёрен сульфидов. Штокерковые зоны сопровождаются ореолом слабых зеленокаменных изменений и альбитизацией вмещающих гранодиоритов.

Зона западного эндоконтакта Балакинского гранодиоритового массива сопровождается цепочкой геохимических ореолов Au, W, Cu, Mo, Bi на протяжении минимум 5 км. Учитывая это, выявленный тип золоторудной минерализации представляет значительный поисковый интерес.

Парада С.Г. (ФГБУН Институт аридных зон Южного НЦ РАН),

Тарасов В.А. (НПК «Элгео»),

Столяров В.В. (ФГБУН Институт аридных зон Южного НЦ РАН)

**КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ПОИСКОВ ЗОЛОТО-СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ
ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ**

Важным в поисковом отношении является выявление и детальное картирование геохимических аномалий золота во вторичных ореолах рассеяния, которые могут указать на участки, где, возможно, сконцентрирована золотоносная минерализация. Специальная обработка результатов площадной геохимической съемки Северного фланга Тырныаузского рудного поля и прилегающей с запада территории восточной части Передового хребта показала, что наиболее интенсивные геохимические аномалии золота совпадают с выходами на поверхность скарнов Зыгыркольской зоны и, вместе с ней вытягиваются цепочкой в северо-западном направлении. Заверка геохимических аномалий горными выработками показала, что некоторые из них оказались не связаны с наличием рудных тел. Одни стали, скорее всего, следствием

миграции подвижных форм элементов и их надкларковой концентрации на геохимических барьерах, другие — представляют собой остаточные аномалии от уже денудированных рудных тел.

Выяснить природу геохимической аномалии, перед заверкой горными выработками, возможно с помощью относительно дешевых методов прикладной геофизики. Поскольку формирование руд связано не только с повышением содержаний химических элементов, но и с изменением физических параметров рудовмещающей среды, следует ожидать, над рудным телом не только геохимической но и геофизической аномалии. Отсюда следует важная в поисковом отношении задача, — подобрать геофизические методы (или их комплекс) позволяющие выявлять геофизические аномалии, создаваемые непосредственно потенциально золотоносными скарновыми телами, или другими неоднородностями, причиной которых явились процессы формирования золото-скарновых руд.

Установлена относительно высокая магнитная восприимчивость ($4,0 \cdot 10^{-2} - 1,6 \cdot 10^{-3}$ ед. СИ) скарнов, в том числе золотоносных, что является предпосылкой для их надежного выделения при помощи магнитной съемки. Такая съемка проведена по той же поисковой сети, что и геохимическая съемка. Однако полученная по стандартной методике карта изолиний магнитного поля отражает многопорядковые аномалии, включающие, как минимум, региональную и локальную составляющие. Их разделение является первой и необходимой задачей, без решения которой дальнейшая геологическая интерпретация крайне затруднена.

Выделение региональных аномалий из общего магнитного поля осуществлено путем низкочастотного сглаживания исходных данных путем применения к Grid метода цифрового анализа её образа. Полученная таким образом карта отражает только региональные аномалии магнитного поля. Она практически не коррелируется с геологической картой поверхности, а характеризует глубинную геологическую ситуацию на уровне фундамента.

Локальные аномалии магнитного поля получены путем вычитания из Grid исходного параметра аномалий параметра Grid региональных аномалий, в результате новые значения магнитного поля уже не содержат региональной составляющей.

Полученная таким образом карта локальных аномалий магнитного поля отражает геофизические неоднородности вблизи дневной поверхности внутри более крупных геологических структур. Оказалось, что все выходящие и не выходящие на поверхность скарны, в том числе золотоносные, сопровождаемые и не сопровождаемые геохимическими ореолами золота, проявлены в локальных аномалиях магнитного поля. Это позволяет локализовать новые перспективные участки для горно-проходческих поисковых работ и отбраковать геохимические аномалии золота, не связанные с магнитными аномалиями.

Татьяков И.Г. (ГИН СО РАН)
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Геофизические работы в пределах рудного поля основаны на изучении особенностей структурного строения и выделения объектов, перспективных на рудное золото. Так как геофизические методы не могут непосредственно выделять золотое оруденение ввиду его небольшой массы относительно массы вмещающей толщи, основным критерием является прослеживание уже известных зон околорудных изменений и выделение аналогичных интервалов в разрезе. Основным параметром для изучения геофизическими методами является структурное строение рудных полей и узлов в геофизических полях. При этом наблюдается распределение параметров в зависимости от типа аномального объекта.

Изучение распределения выделенных нами геофизических критериев в рамках каждого исследованного месторождения и рудопроявления на территории Сибири, показало высокую неоднозначность выделенных объектов вследствие, искажающих факторов как влияние многолетнемерзлых пород, горизонтальные и вертикальные неоднородности вмещающей среды,

отсутствие связи золоторудных объектов с выделенными критериями, а также недостаточная мощность целевых объектов.

Применение данной классификации позволило установить качественную зависимость распределения основных структурных признаков, выделяемых геофизическими методами и основных золоторудных тел характерных для территории ряда месторождений Восточной Сибири в рамках модели «вмещающая толща» – «рудный узел» – «рудое поле» – «месторождение». При комплексном анализе полученных результатов геофизических работ, получается снизить степень статистической неоднозначности полученных результатов исследования и повысить тем самым эффективность выделения перспективных объектов, на стадии подготовки детальных геохимических работ. Использование данной особенности для анализа результатов позволило конкретизировать задачи, решаемые геофизическими методами и выбрать оптимальную методику с учетом особенностей строения месторождений, искажающих факторов, особенностей рельефа и степени труднодоступности местности.

Использование комплекса геофизических методов, основываясь на стадийности изучения площадей и современных методиках, тем не менее, не позволяет выделить непосредственно золоторудное оруденение в связи с его небольшой массой относительно вмещающей толщи.

Практическая значимость данного подхода позволяет определить основные искажающие факторы, что открывает возможность детального изучения морфологии верхней части слоистого разреза, выделения зон околорудных изменений чаще всего приуроченных к тектонические нарушения различного порядка. При этом существует возможность уверенно трассировать выделенные перспективные объекты, как вдоль дневной поверхности, так и на глубину, опираясь на такие методики как профилирование и электротомография, вне зависимости от типа целевого объекта или типа вмещающей среды. А в случаях «богатых» отдельных рудных тел, связанных с колчеданными рудами, зонами скарнирования с богатыми магнетитовыми или пирротиновыми жилами, мощных зон жильно прожилкового окварцевания, минерализованных зон, существует возможность выхода непосредственно на золоторудные тела. Говоря в целом о возможностях и роли геофизических методов в общем комплексе геолого-разведочных работ на золоторудных площадях, отметим, что применение методов, в зависимости от типа среды, несмотря на появление более современных технологий будет по-прежнему будет являться задачей картирования основных структурных элементов разреза, установленных по результатам геологических и горно-буровых работ.

Углов Б.Д. (ФГУП ЦНИГРИ)
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ГЛУБОКОВОДНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СУЛЬФИДОВ

Наиболее значимыми с практической точки зрения твёрдыми полезными ископаемыми Мирового океана являются крупные глубоководные полиметаллические сульфидные залежи (ГПС), рудные ресурсы которых оцениваются в десятки млн. т. Подобными ресурсами обладают рудные тела, сформированные долгоживущими гидротермальными системами. К числу основных факторов, благоприятных для формирования крупных рудных тел, относятся: наличие глубинного источника тепла (магматическая камера) и морской воды; повышенная проницаемость вмещающих пород; стабильное длительное функционирование гидротермальной системы; наличие геологических ловушек.

Обстановки, перспективные на образование ГПС, тесно связаны с особенностями тектоники океанского дна. Эти особенности отражаются в топографии дна и геофизических полях, как регионального, так и детального масштабов. В региональном плане наиболее представительные данные о топографии океанского дна, аномалиях силы тяжести и высотах геоида получены в результате обработки измерений, полученных по результатам программы спутниковой альтиметрии. При детальных исследованиях высокую значимость приобретает выявление взаимоотношений глубинного строения и рельефа дна. В частности, выделение линейных

депрессий рельефа по данным придонного эхолотирования и сонарной съёмки позволяет получить схему «лиенаментов» или схему трещиноватости изучаемой области дна.

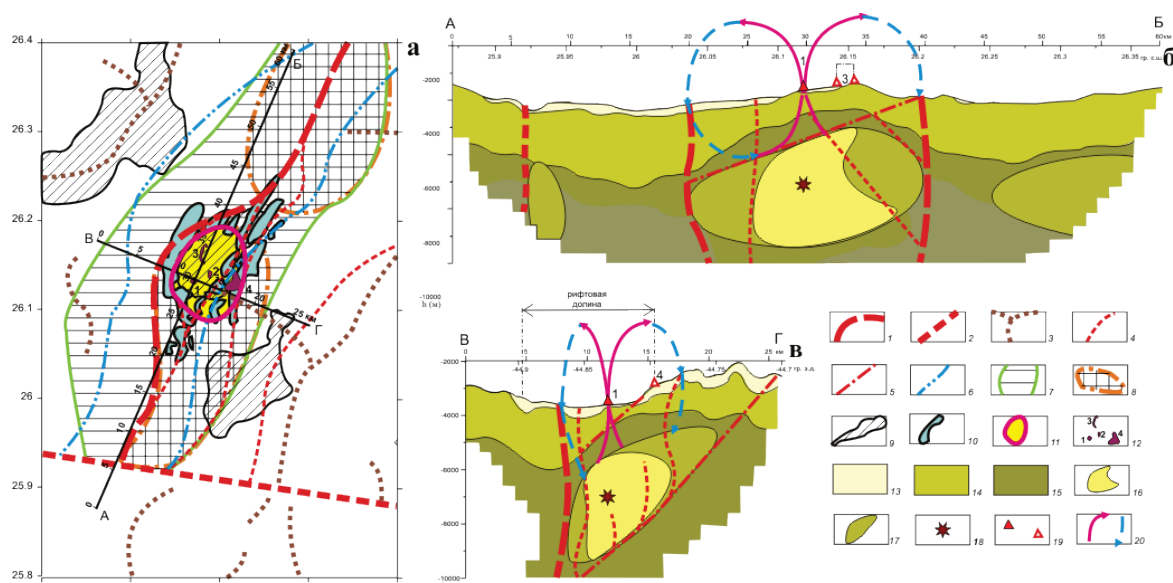


Рис. 1. Схема тектоники региона ТАГ (а) и его глубинное строение вдоль (б) и поперёк (в) рифтовой долины САХ:

1 — ось рифтовой долины, 2 — трансформный разлом, 3 — оси поднятий рельефа дна, 4 — региональные разломы, 5 — “разделительные” (detachment) разломы, 6 — борта рифтовой долины, 7 — проекция вершины астеносферного клина на поверхность дна, 8 — проекция областей разуплотнённой коры на поверхность дна, 9 — области повышенной трещиноватости коры, 10 — площади концентрации гипоцентров землетрясений, 11 — проекция магматической камеры на поверхность дна, 12 — рудные объекты поля ТАГ, 13 — 1-й (осадочный) слой океанической коры, 14 — 2-й слой океанической коры, 15 — 3-й слой океанической коры, 16 — магматическая камера, 17 — зоны разуплотнённой коры, 18 — магматический очаг, 19 — активные и неактивные гидротермальные постройки, 20 — восходящие горячие и нисходящие холодные потоки флюидов

На рис. 1-а показаны такие участки повышенной трещиноватости коры в области гидротермального поля ТАГ (Срединно-Атлантический хребет), которые ассоциируются как с активными ныне, так и с уже закончившимися тектономагматическими процессами. Специализированные геофизические исследования позволяют более детально решать вопросы поисков, разведки и глубинного строения гидротермальных полей ГПС. Так, выполненные в последнее время сейсмические и сейсмологические исследования в поле ТАГ позволили, по-видимому, впервые, по данным сейсмической томографии выявить реальную магматическую камеру и образующий её магматический очаг, являющиеся причиной возникновения данного гидротермального поля (рис. 1-б, в). Эти результаты подтверждают гипотезу рециклинговой модели происхождения глубоководных сульфидных рудных объектов.

В настоящее время практически единственным способом ориентировочной оценки распространения рудных тел на глубину является метод аналогии с однотипными колчеданными месторождениями на континентах (рис. 2-б). Однако, для объективного определения этого параметра необходимо применение геофизических методов. Наиболее подходящим из них является метод высокоточной придонной магнитометрии (рис. 2-в). Перспективными могут явиться также различные модификации метода сейсморазведки.

Таким образом, комплекс геофизических методов, предназначенных для поисково-разведочных исследований ГПС должен состоять из аппаратуры для глубоководных придонных исследований: высокоточного эхолотирования, сонарной съёмки, измерения потенциала естественного электрического поля, измерения градиента магнитного поля Земли. Комплекс такой аппаратуры может вполне быть совмещён на едином придонном носителе.

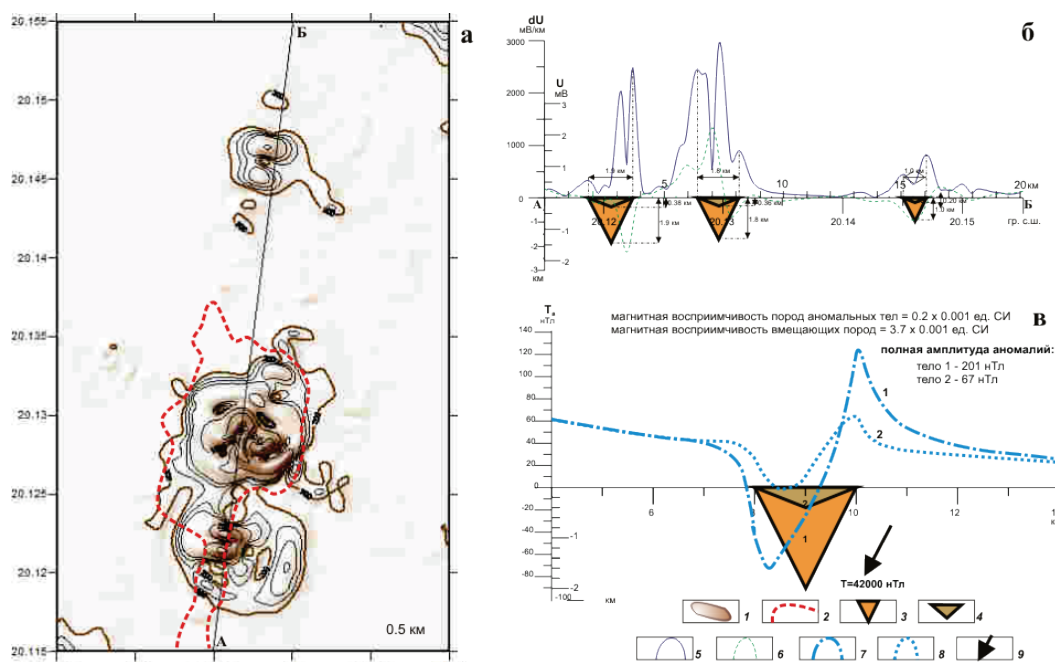


Рис. 2. Аномалии полного горизонтального градиента электрического потенциала dU рудного поля Зенит-Виктория (а); аномалии естественного электрического потенциала и его горизонтального градиента по профилю АБ с вероятными размерами генерирующих их рудных тел (б); модельные значения магнитного поля от рудных тел вероятных размеров (в):

1 — аномалии полного горизонтального градиента электрического потенциала dU ; 2 — контур рудного тела по данным наблюдений телевизионной камерой и результатам пробоотбора, 3 — вероятные рудные тела максимального распространения на глубину, 4 — вероятные рудные тела минимального распространения на глубину, 5 — график полного горизонтального градиента естественного электрического потенциала, 6 — график естественного электрического потенциала, 7 — модельное аномальное магнитное поле от рудного тела максимальных размеров (1), 8 — модельное аномальное магнитное поле от рудного тела минимальных размеров (2), 9 — направление вектора полного магнитного поля Земли в районе наблюдений.

**Федорова Л.Л., Куляндин Г.А., Федоров М.П. (ИГДС СО РАН)
ГЕОРАДИОЛОКАЦИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАЗВЕДКЕ
РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРИОЛИТОЗОНЫ**

Для обеспечения надлежащей полноты выемки песков, сокращения потерь полезного ископаемого, а также повышения общей эффективности добычных работ необходима оперативная и достоверная информация о горно-геологических условиях объекта разработки. Применение современных методов геофизики позволяет получать необходимую информацию о пространственной неоднородности физических свойств, криогенном состоянии и структуре массива горных пород.

В работе показан опыт применения георадиолокации при эксплуатационной разведке россыпных месторождений Якутии. Представлены результаты георадиолокации на объекте месторождения р. Маят, разрабатываемой ОАО «Алмазы Анабара». Работы были направлены на детализацию геологических разрезов проводящих аномалий россыпных месторождений алмазов. Исследования проведены георадарами ОКО-2 с антенными блоками АБДЛ Тритон и АБ-150 (ООО «Логис», Россия). На объекте применена площадная съемка параллельными профилями дискретного (шаг 5 м) и непрерывного наблюдения, а также съемка профилей проложенных вдоль створа скважин и шурфов. Для определения скоростных характеристик разреза произведены отдельные зондирования по методу ОГТ. Привязка профилей произведена по пикетам и скважинам. По результатам георадиолокационной съемки участка площадью 3,57 км² выявлены границы простираения, связанных с изменением литологии разреза и выделены три аномальные зоны, локализованные по глубине и простираению. На участке площадью

0,68 км² решена задача определения контура песков и выделения границ слоя песков, мощностью 1–1,5 м, перекрытого торфами мощностью до 3,5 м, что соответствует данным шурфов, а также выделены аномальные зоны, предположительно приуроченные к участкам наибольшей концентрации полезного ископаемого.

В результате проведенных работ разработана методика георадиолокации, отличающаяся обоснованным объемом дискретных зондирований, при площадных исследованиях горного массива для детализации его структурных неоднородностей. Данная методика включает алгоритм обработки данных, отличающийся учетом дисперсии во временном окне динамических и кинематических характеристик георадиолокационных сигналов, который позволяет существенно повысить оперативность и точность выявления участков нарушенности горного массива.

Для повышения эффективности исследований очистного пространства дражных полигонов доработана методика проведения георадиолокационных измерений с учетом особенностей съемки с поверхности воды и её электрофизических свойств. В результате разработана методика георадиолокационного картирования дражных полигонов россыпных месторождений криолитозоны, обеспечивающая возможность трехмерного отображения геологического строения россыпи с выделением его структурных особенностей (мощность песков, гипсометрия и нарушенность плотика) с GPS привязкой их местоположения, что имеет важное значение для оперативного контроля полноты и качества выемки золотоносных песков, выявления и пространственной локализации зон, осложняющих добычу и принятия соответствующих технологических решений.

Результаты практической реализации разработанных методик георадиолокации на россыпных месторождениях золота р. Аллах-Юнь и р. Б-Куранах, а также на россыпном месторождении алмазов р. Маят показали эффективность применения георадиолокации для изучения массива горных пород россыпных месторождений в условиях криолитозоны.

***Фесенко М.А., Мухин П.В., Федоренко С.В., Краснов А.Н., Zubova Т.П.,
Азибалов О.А., Филиппов В.П. (ФГУП ЦНИГРИ)***

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭКЗОГЕННОГО ЗОЛОТА В КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ЕРАВНИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ

В пределах Сосновского свинцово-цинково-железородного узла авторами по комплексу прогнозно-поисковых критериев и признаков оконтурена площадь для проведения поисковых работ по оценке перспектив золотоносности мезозойско-кайнозойских кор химического выветривания. На выделенной площади локализовано 5 участков для постановки первоочередных специализированных на золото ГРП (Соболка, Холой, Березовая Грива, Сосновка, Южный Белюты). Проведенные ранее в разные годы ГРП предшественников не предусматривали анализы рудных проб на золото; проявления золота в каком-либо их виде на рассматриваемой площади до работ авторов были неизвестны.

Благоприятными областями развития кор химического выветривания являются широко распространенные в южном обрамлении Еравнинской депрессии поверхности выравнивания мел-палеогенового возраста.

Глинистые коры неполного профиля выветривания представлены пестроцветными структурными, бесструктурными глинами монтмориллонит-каолинитового, охристо-гидрослюдисто — монтмориллонит — каолинитового состава; развиты в пределах Укырского, Соболкинского, Холойского и Харасанского золотосодержащих месторождений и проявлений.

В пределах изученной площади золотоносные участки в корях выветривания проявляются комплексом прямых и косвенных признаков. На участках проведения поисковых работ выявлены шлихоминералогические аномалии золота как в пределах известных железо-рудных и полиметаллических рудопроявлений (ранее не оцениваемых на золото), так и за их пределами. В результате проведенной авторами на локализованной для поисков площади впервые в ее

пределах установлены комплексные аномалии золота (до 0,7 г/т) и рудогенных элементов-спутников — свинца, цинка, меди, мышьяка.

Самородное золото несет на себе ярко выраженные следы гипергенных преобразований, в целом характерных для зон окисления и, в частности, связанных с корами химического выветривания. Значительное количество сильно корродированных его частиц нередко характеризуется тонкозаноистой и тонкогубчатой (иногда ямчато-бугорчатой) поверхностью с примазками глинистых минералов и пленками гидроокислов железа (участок Холой). Отмечается кластогенное золото «рудного» облика с ровной блестящей, гладкой поверхностью с отпечатками других минералов на участке Сосновка.

Осуществленный авторами поисковый комплекс, включающий, наряду с горно-буровыми работами, минералогические, геохимические и геофизические виды исследований, позволил впервые установить на всех 5-ти участках золотоносность кор выветривания, а на отдельных — выявить сечения с промышленными содержаниями золота по результатам горно-буровых работ.

По результатам буровых работ на большей части участков установлены сечения с содержанием $> 0,5$ г/т (0,6–3 г/т). Золотосодержащие интервалы составляют от 1 до 21 м при среднем содержании 0,7 г/т.

Прогнозные ресурсы (по предварительной авторской оценке) составят не менее 50 т по категории P_2 .

**Чефранова А.В., Носова А.А., Лаломов А.В.,
Борисовский С.Е., Григорьева А.В. (ИГЕМ РАН)**

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТРИТОВЫХ РУТИЛОВ И ГРАНАТОВ БЕШПАГИРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫХ РОССЫПЕЙ

Геохимические особенности состава рутилов и гранатов Бешпагирского месторождения титан-циркониевых россыпей были изучены в ИГЕМ РАН методами электронно-зондового микроанализатора (JXA-8200) с использованием специально разработанной прецизионной методики. Построены диаграммы условий концентрации рутилов и гранатов Бешпагирского месторождения (рис. 1, 2).

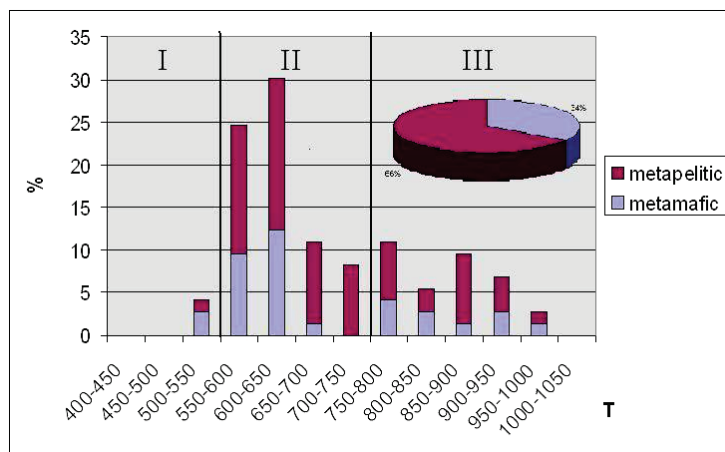


Рис. 1. Сравнительная диаграмма условий кристаллизации детритовых рутилов Бешпагирского месторождения с использованием Zr-in-rutile геотермометра (Watson, E.B et al. 2006): метабазитовый и метапелитовый генезис рутилов определен по отношению концентраций Nb и Cr (по Meinhold et al. 2008). I — зеленосланцевая фация, II — амфиболитовая и эклогитовая фации, III — гранулитовая фация

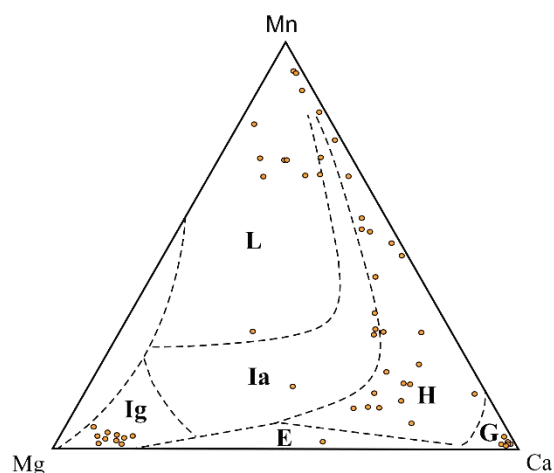


Рис. 2. Диаграмма условий кристаллизации детритовых гранатов Бешпагирского месторождения (по Teraoka, 2003): фации метаморфизма: L — с низким отношением P/T; промежуточными отношениями P/T — Ia (амфиболиты), Ig (гранулиты); H — с высоким отношением P/T; E — эклогиты; G — грандиты

Источниками рутилов и гранатов титан-циркониевой Бешпагирской россыпи являлись высокобарические преимущественно умеренно- и высокотемпературные метапелиты и metabазиты, а также карбонатные метасоматиты. Вероятно, изученные зерна рутилов и гранатов генетически связаны с метаморфическими комплексами Передового и Главного хребтов Большого Кавказа, включающих амфиболиты, гранатовые амфиболиты, кианит-гранатовые сланцы, метаплагиограниты, тела эклогитов и гнейс-мigmatитовые комплексы (Сомин, 2000).

Таким образом, Кавказ начиная со средне-верхнесарматского времени становится основным источником сноса для россыпей южного побережья Восточного Паратетиса (Чефранова, 2013). Можно прогнозировать выявление новых россыпных объектов в благоприятных мелководных условиях прикавказского побережья Восточного Паратетиса в пределах Адыгейского свода и Тимашевской ступени.

Юшко Н.А., Спиридонов И.Г. (ФГУП ИМГРЭ)
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Анализ отчетных материалов по поисковым работам, выполняемым производственными организациями за счет средств госбюджета, показал, что наиболее серьезные замечания относятся к проведению интерпретационных работ. В связи с этим предлагается следующее.

1. Проводить оценку выявленных АГХП на основе геолого-структурного и ландшафтно-геоморфологического анализа с учетом особенностей блоковой неотектоники поисковой территории, а также используя элементы и закономерности модельных объектов искомого типа оруденения. В качестве примера приведены две поисковые площади Алтайского края.

Черепановская площадь. Черепановское Au-Ag-полиметаллическое месторождение приурочено к осевой части синклинали складки СЗ-простираения. Рядом с месторождением проходит зона сближенных разломов СВ-простираения, которая образует крупную неотектоническую ступень. К востоку от нее по серии северо-восточных нарушений фиксируется клавишное неотектоническое поднятие юго-восточных блоков с увеличением уровня эрозионного вскрытия известных здесь рудопроявлений и аномальных геохимических полей, которые имеет полиметаллический состав, что соответствует нижнерудному уровню оруденения черепановского типа. ЮВ блок синклинали структуры оценивается как неперспективный на выявление золото-серебряного оруденения. Напротив, СЗ фланг оценивается как менее вскрытый эрозией. В результате ОМР ИМГРЭ М1:10 000 на СЗ фланге (район г. Маячной) выявлена геохимическая аномалия шириной 300–600 м и протяженностью 1,5 км, в составе которой преобладают элементы надрудного уровня (Ag, As, Sb, Hg и Ba). Аномалия приурочена к серии крутопадающих З-СЗ разрывных структур в приконтактной зоне субвулканической интрузии риолитовых порфиров. Заверочные скважины глубиной 150–250 м подтвердили наличие крутопадающих линейных зон, сопровождаемых узкими слабоконтрастными аномалиями надрудного комплекса элементов с тенденцией увеличения концентраций Au и Ag с глубиной. Au-Ag-полиметаллическое оруденение предполагается на глубине 400–500 м.

Кумирская площадь. На эталонном рудопроявлении Красноярка жильного золото-серебро-полиметаллического типа было выявлено сопровождающее его ореольное поле, в составе которого ведущими элементами являются Pb, Zn, Ag, Au, а также Sb и As и рядом смежное с ним АГХП (ниже по склону на ЮВ фланге участка) с высокими содержаниями (в г/т): Sc (30–500), Y (40–200), Yb (4–20), Cu (50–300), В (50–100), Mn (0,12–1 %) и повышенными – Р, Zr, Nb, отвечающее по составу ореолам месторождения Кумир U-Sc-TR типа. Пространственное положение моноэлементных аномалий обоих типов позволило предположить парагенетическую связь редкометалльной минерализации с золото-серебро-полиметаллическим рудопроявлением. Это, а также анализ расположения рудопроявлений и вторичных геохимических аномалий на различных гипсометрических уровнях поисковой площади позволил

наметить геохимическую зональность (снизу вверх): $TR_{Ce}-P-U_1-Th-Be-Sc-TR_Y-Cu-Zn-Pb-As-Au-Ag-Sb-Ba-Mo-U_2$. Прирост прогнозных ресурсов золота категории P_2 обеспечен за счет Au-Ag-полиметаллического Красноярского проявления и аналогичных рудоносных зон вблизи него.

2. Анализ результатов апробации метода сверхтонкой фракции при прослеживании и выявлении АГХП, связанных с перспективными золотоносными структурами на перекрытых участках поисковых площадей (Топольнинской и Суеткинской), позволяет считать его более эффективным поисковым методом при благоприятных ландшафтных условиях (пологие склоны водоразделов) по сравнению с методом поисков по вторичным ореолам рассеяния.

3. Необходим переход на прецизионные аналитические исследования геохимических проб, особенно при поисках на перекрытых территориях и выявлении слепых рудных тел. Результаты ОМР на Южной залежи (пологой минерализованной зоны) Воронцовского золото-мышьяково-сульфидного месторождения (Северный Урал) наглядно иллюстрируют это.

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

*Авилова О.В., Андреев А.В., Гирфанов М.М., Кряжесев С.Г.,
Сапожников В.Г., Старостин И.А (ФГУП ЦНИГРИ)*

ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА МЕДНО-ПОРФИРОВОГО И ЗОЛОТО-ПОЛИСУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНИЯ СОБОЛИНОЙ ПЛОЩАДИ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОЛОГО ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Соболиная площадь расположена в пределах южного звена Восточно-Сихотэ-Алиньского вулcano-плутонического пояса.

Золото-молибден-медное оруденение Соболиной площади сформировано в течение двух этапов, связанных со становлением двух разновременных интрузивных комплексов, отвечающих, соответственно, габбро-монцодиоритовой (K_1) и диорит-гранодиоритовой (K_2) плутоническим формациям. Оруденение первого этапа отнесено к (молибден)-медно-порфировому рудноформационному типу, второго — к условно выделяемому (золото-молибденит) — пирит-полисульфидно-кварцевому жильно-прожилково-вкрапленному типу. Указанные различия подтверждаются выполненными изотопными исследованиями серы сульфидов.

Потенциальные рудные поля (Лазурное и Диоритовое) отвечают комплексным рудно-метасоматическим ореолам, образованным телескопированием калиево-пропилитовых (кварц-калишпат-актинолит-биотитовых) и филлизит-пропилитовых (кварц-серицит-эпидот-хлоритовых) изменений, сопровождающих прожилково-вкрапленную (магнетит)-сульфидную минерализацию.

В составе руд (молибден)-медно-порфирового рудноформационного типа выделены четыре минеральные ассоциации: (1) магнетит-халькопиритовая, (2) пирит-халькопиритовая, (3) пирит-пирротин-халькопиритовая, (4) пирротин-пиритовая.

В составе руд (золото-молибденит) — пирит-полисульфидно-кварцевого жильно-прожилково-вкрапленного типа выделены пять рудных минеральных ассоциаций: (1) молибденит-пирит-кварцевая, (2) пиритовая (золотоносная), (3) полисульфидная (золотоносная), (4) пирит-пирротиновая, (5) магнетитовая скарновая (вольфрамоносная).

В масштабе поисковых участков (участок Лазурный) проявлена прямая концентрическая рудно-метасоматическая зональность относительно контактов сложно построенного интрузивного штока, которая выражается сменой зон метасоматических изменений и рудных минеральных ассоциаций, аналогичных, в целом, зонам типовой модели рудно-метасоматической зональности меднопорфировых месторождений — калиевой, филлизитовой, внутренней и внешней пропилитовой, зоны слабых изменений. Однако, филлизитовая зона редуцирована и выделяется в значительной степени условно.

Установлен комплекс поисковых критериев и признаков медно-порфирового оруденения и разработаны элементы разноранговой (рудный узел — рудное поле — поисковый участок) геолого-поисковой модели объектов медно-порфирового типа площади работ. Основной объем медного оруденения, выявленного в пределах Соболиной площади, по набору элементов прогнозно-поисковой модели может быть отнесен, несмотря на ряд специфических особенностей (редуцированность «порфировых интрузивов», неразвитые филлизитовая и пропилитовая зоны, неконтрастные литохимические аномалии элементов-индикаторов и др.), к медно-порфировому ГПТ. Ряд проявлений площади отнесен к сопряженным с ним рудноформационным типам.

Анализ установленных критериев и признаков позволил оценить поисковые участки Соболиной площади в отношении вероятности обнаружения в их пределах промышленного оруденения и разбраковать участки по степени перспективности. В качестве наиболее перспективного рассматривается участок Лазурный, в пределах которого выявлена заслуживающая оценки медно-порфировая и золото-кварц-полисульфидная минерализация.

ЗОЛОТОРУДНЫЕ ТРЕНДЫ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ ПРОВИНЦИИ. ПОДХОДЫ К ВЫДЕЛЕНИЮ, ПРОГНОЗНОЕ И ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

В Верхояно-Колымской провинции (Республика Саха (Якутия)) остро стоит вопрос выбора объектов поисков, поскольку практика разбуривания всех жильных объектов для выявления крупнообъемной минерализации затратна и недостаточно эффективна.

Анализ пространственного распределения рудных месторождений является общепринятым методом, который используется как для прогнозирования месторождений, так и для объяснения закономерностей их размещения (В.С. Кравцов, С.Ф. Стружков, Г.П. Волярович и др.). Выделяются рудные тренды и пояса, устанавливается «рудный шаг» между объектами, прогнозируются скрытые рудоконтролирующие структуры. Наиболее известным примером успешного прогноза на основе выделения рудных трендов является выявление месторождения золота Мейкл в тренде Карлин (Teal and Jackson, 1997). Нами определен структурный план на момент образования золото-кварцевой минерализации в терригенных комплексах и выделены перспективные площади в ВКП.

Для построения схемы распределения концентраций золота привлечены данные по 2000 рудным объектам. Использованы кадастры рудных объектов, составленные Эповым (1980), Ахьяевым (2005), Маннафовым (1999) и Кузнецовым (2001). После выноски рудных объектов на схему, области повышенной плотности точек минерализации оконтурены в следующей последовательности: общий контур — контуры, объединяющие сближенные скопления точек с высокими содержаниями золота — рудные тренды. При этом были учтены экстремальные концентрации золота и распределение россыпных проявлений.

Большая часть рудопроявлений с высокими концентрациями золота сосредоточена в юрских и триасовых отложениях. В пермских породах концентрации золота в штучных пробах не так велики. Намечены контуры трех мегарайонов (Адычанский, Верхне-Индибирский и Центрально-Колымский). Мегарайоны отвечают зонам повышенной плотности на уровне глубин около 15 км.

Внутри асимметричных мегарайонов выделяются линейные тренды северо-западной и северо-восточной ориентировки. Первые косо секут складчатые структуры и близки по простиранию к палеоструктурам с юрским и раннетриасовым осадочным выполнением. Вторые — совпадают с простиранием основных структур Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Сопоставление внутренней структуры мегарайонов с геологическими, тектоническими и геофизическими схемами и картами показало, что ориентировка рудоносных линеаментов близка к простиранию известных разрывных структур. Часть трендов, особенно в пределах Центрально-Колымского мегасвода, совпадает с линейными отрицательными аномалиями магнитного поля. Еще один тип структур — концентрические тренды — фиксируется не только рудными объектами, но и небольшими субвулканическими телами. Наиболее крупные рудные месторождения (Наталка, Павлик, Дегдекан, Верхний Хакчан, Дразное) тяготеют к периферии мегарайонов и связаны с областями пресечения линейных и концентрических трендов. Активными на момент рудообразования являются фрагменты долгоживущих разрывных нарушений, секущие их разрывы северо-восточной ориентировки, а также концентрические структуры.

Полученные данные подтверждают региональный характер перераспределения золота в ходе конседиментационного, метаморфогенного и гидротермального этапов.

Наиболее перспективны концентрические рудные тренды в области интерференции мегарайонов и зоны пересечения этих трендов с трендами северо-западного простирания. В области интерференции Верхне-Индибирского и Адычанского мегарайонов выявление золото-рудных объектов менее вероятно из-за широкого развития гранитоидного магматизма.

**ОТРАЖЕНИЕ МЕТАМОРФОГЕННЫХ РУДООБРАЗУЮЩИХ И
РУДОЛОКАЛИЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ В КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЯХ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ТЕРРИГЕННО-СЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ**

Региональный метаморфизм — один из важнейших процессов формирования золоторудных месторождений, преобразующий в руды седиментогенное золото терригенно-сланцевых толщ. Месторождения, как правило, не обладают гидротермальной минеральной зональностью, указывающей на связь их первичных руд с магматогенным источником. Минеральным выражением регионального метаморфизма пород на рудоносных литолого-стратиграфических уровнях с седиментогенным золотом являются «бурые шпаты» — метаморфогенные порфиروبласты железистых карбонатов. Они образуются за счет привноса железистых сульфатов и золотоносных комплексных соединений в область седиментогенеза от размываемого золото-сульфидного источника при накоплении флишоидов. Проводя аналогию с крупнейшим золоторудным районом Витватерсранд, где золото локализовано как в метаморфизованных конгломератах, так и в черных сланцах, причем в тех частях терригенно-сланцевых толщ, которые соответствовали веерообразным потокам, сносящим золото в кластогенной и хемогенной формах от размываемого источника, можно заключить, что связь с источником была экзогенной.

Региональный метаморфизм приводит к развитию кристаллизационной сланцеватости горных пород. Он является следствием субдукционного погружения терригенно-сланцевых толщ в виде сжатой синклинали на краю конвективной ячейки размером в сотни (до первых тысяч) километров. Пластическое расплющивание субдукционной синклинали и связанных с ней дополнительных складок в глубинах Земли обуславливает тектоническое течение с развитием структур выжимания и нагнетания. Области выжимания фиксируются уменьшением общей мощности толщ в целом и слоев в частности, плоскопараллельной сланцеватостью, малой ролью кварцевых жил. Области нагнетания фиксируются увеличением мощности слоев, их голоморфной складчатостью, значительным по объему развитием жил. Выжимание приводит к образованию и миграции рудообразующих флюидов в области нагнетания, которые служат рудолокализирующими структурами. Метаморфогенные флюиды обладают свойствами гидротермальных растворов в связи с их формированием в условиях температур, отвечающих глубине субдукционного погружения.

Области нагнетания имеют фрактальную структуру: в крупной развивается серия мелких областей, а в мелкой — серия еще более мелких. Такая структура определяет позицию месторождений, рудных тел, рудных столбов соответственно в рудных полях, месторождениях, рудных телах. Это демонстрируется примерами месторождений Олимпиадинское, Сухой Лог, Вернинское, Невское, Ожерелье Дегдекан. Наиболее интенсивное нагнетание рудоносных флюидов и углеродистого вещества малой вязкости происходит в замковые части метаморфогенных антиклинальных складок.

Рудоконтролирующие метаморфогенные складки, образованные в связи с субдукцией, можно и нужно отличать от более поздних складок, связанных с шарьированием разновозрастных толщ на платформу. Критерием отличия может служить разная вергентность: противоположная и согласная с направлением перемещения ширьяжа. Такое явление демонстрируется на примере Байкало-Патомской территории путем обоснования шарьяжной тектоники и палеотектонических реконструкций субдукции.

В прогнозно-поисковых моделях должны отражаться следующие метаморфогенные факторы, сопутствующие образованию рудоносных растворов и локализации руд:

- минеральные фации, указывающие на региональный метаморфизм железистых карбонатов, превращенных в «бурые шпаты» на стратоидных уровнях;
- складчатость, одновременную с региональным метаморфизмом, что может подтверждаться особенностями вергентности складок;
- области метаморфогенного выжимания и нагнетания разных порядков, возможная волновая периодичность их проявления в пространстве.

Богославец Н. Н., Кузнецов В. В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ АЛЕКСАНДРО-ЗАВОДСКОГО
РУДНОГО ПОЛЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

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

В пределах рудного поля развита средне-позднеюрская гомодромная последовательно дифференцированная вулканогенно-кремнисто-терригенная формация, являющейся продуктивной на полиметаллическое оруденение на эталонном месторождении Нойон-Тологой.

Соотношение в составе формации кремнисто-терригенных и вулканогенных отложений определяется, с одной стороны, близостью вулканов-аппаратов, а с другой, самим характером и интенсивностью вулканической активности. Отложения формации относятся к четырем фациальным зонам: жерловой, прижерловой, промежуточной и удаленной.

Жерловые фации вулканизма представлены субвулканическими телами габбро-долеритов, долеритов, базальтов и андезибазальтов. Прижерловые характеризуются наличием в их пределах лавобрекчий, кластолав, крупнообломочных туфов основного и среднего состава, реже кислого состава. 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. По диаграмме K_2O/Na_2O они относятся к калиевой серии с значительной дисперсией основных породообразующих окислов. Наблюдаются устойчивые корреляции: TiO_2 к Al_2O_3 , MgO к CaO , K_2O к Al_2O_3 , $FeO+Fe_2O_3$ 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 это известковистый доломит, реже доломитистый известняк. Количество карбонатного материала достигает 25–30%.

Для Александрово-Заводского рудного поля характерна значительная фациальная изменчивость отложений по латерали. В пределах центральной части рудного поля развиваются вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы, составляющих не менее 50% разреза. К юго-западу и северо-востоку их количество значительно сокращается и преобладают терригенные отложения. На северо-западе они представлены чередованием углеродосодержащих алевролитов и песчаников, а на юго-востоке алевропесчаниками, алевролитами, гравелитами и конгломератами.

Условия осадконакопления обычно оцениваются на основании отношений железа и титана к марганцу. Полученные результаты $Fe/Mn = 40–80$ и $Ti/Mn = 4–16$ показывает, что осадконакопление происходило в мелководных условиях шельфа.

Становление комплекса вулканогенно-осадочных пород сопровождалось развитием синвулканических разрывных нарушений. Отмечаются крутопадающие долгоживущие нарушения, к которым приурочены субвулканические тела и субсогласные с напластованием вулканитов пологие межпластовые и внутрипластовые нарушения. Широко развитая тектоника, скорее всего, не приводит к серьезным дислокационным подвижкам, а сопровождается сетью разноориентированных трещин от субсогласных до крутопадающих, причем последние являются более поздними по отношению к первым.

Зоны рудной минерализации Александрово-Заводского рудного поля контролируются синвулканическими нарушениями и зонами трещиноватости с ними связанными.

Бочнева А.А. (ИГЕМ РАН), Левченко Е.Н. (ФГУП ИМГРЭ)
ЭНТРОПИЙНОЕ ПОЛЕ МИНЕРАЛОВ ЗАУРАЛЬСКОГО РОССЫПНОГО РАЙОНА
(ПРАВОБЕРЕЖНЫЙ УЧАСТОК, ХМАО)

С целью изучения закономерностей пространственного распределения статистических параметров неоднородности минеральных полей, а также выявление областей, характеризующихся повышенной/пониженной упорядоченностью минерального поля, была произведен анализ «информационной энтропии» К. Шеннона. В настоящей работе использовались данные участка Правобережный Зауральского россыпного района (ХМАО). По результатам использования энтропии были составлены карты энтропийного поля. Целью построения этих карт являлось оконтуривание границ распространения ореолов полезных компонентов. Важно отметить, что монокомпонентные схемы распределения минералов не дают исчерпывающей информации о внутренней структуре минеральных ассоциаций, в виду чего и использовался метод энтропии К. Шеннона. В результате расчетов был получен численный показатель энтропии, учитывающий влияние каждого компонента (минерала).

По результатам распределения энтропии, которая показывает меру упорядоченности минерального поля, можно сделать следующие выводы: 1) наиболее зрелые части (с энтропией менее 60 усл.%, обозначенные жирной изолинией) продуктивного слоя не принадлежат ни одному из изучаемых горизонтов целиком; они характеризуются «прерывистым» характером, возможно, это следствие наклонного и неравномерного залегания; 2) минеральное поле исследуемой территории характеризуется областями с разной степенью упорядоченности на 4 уровнях погоризонтального среза, при этом наиболее упорядоченными можно назвать горизонты 94 и 98 м; 3) наличие нескольких скважин, которые на любом из изучаемых горизонтов входят в упорядоченные области (737, 734, 708), свидетельствует об унаследованности россыпеконтролирующих зон, связанных со сводово-купольными структурами платформенного чехла; 4) скважины с максимальной энтропией на всех горизонтах (например, 771) характеризуются неустойчивыми содержаниями минералов; 5)

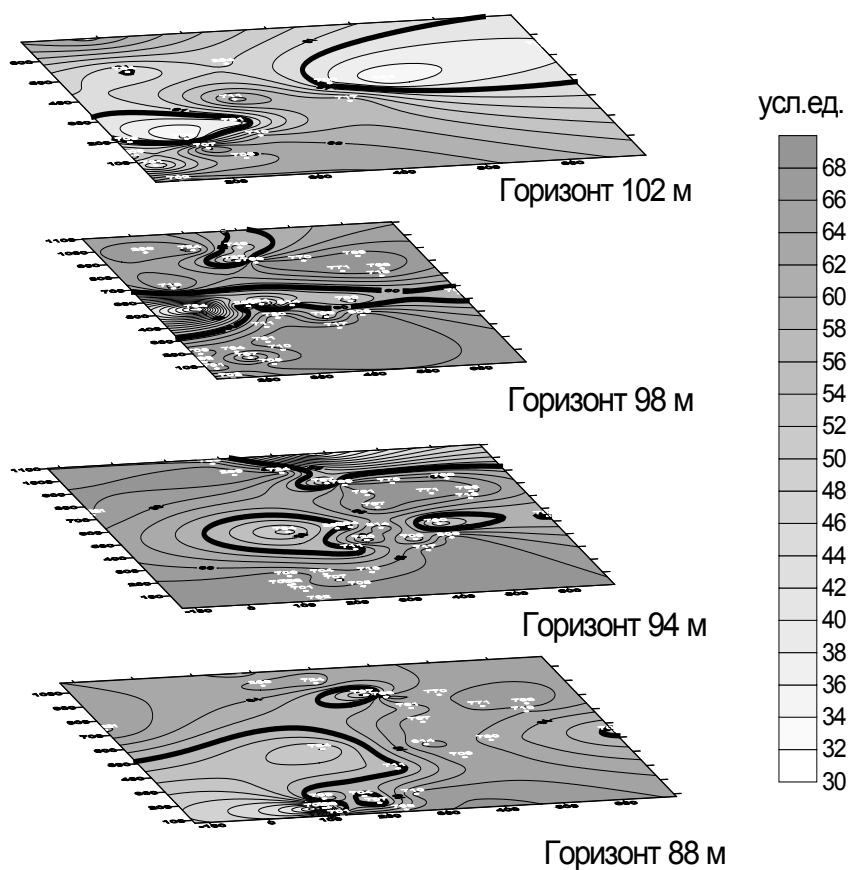


Рис. 3D-модель энтропийного поля

построенная 3D-модель наглядно демонстрирует изменчивость энтропийного поля на разных горизонтах (рис.) и дает общее представление о распределении упорядоченного минерального поля в разрезе.

Вольфсон А.А., Аристов В.В., Волков А.В., Сидорова Н.В. (ИГЕМ РАН)
ПОЛИФОРМАЦИОННЫЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ —
ФАКТОР ВЫСОКОГО ПОТЕНЦИАЛА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АДЫ-
ЧАНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО РАЙОНА

За счет проведения переоценки множества мелких коренных рудопроявлений в Верхояно-Колымской металлогенической провинции за последние 15 лет выявлены золоторудные объекты с рассеянной минерализацией. Запасы золота отвечают крупным и уникальным месторождениям мирового класса, однако промышленное значение этих объектов часто находится на грани рентабельности. Постановка новых поисковых задач требует проведения рудноформационного анализа, нацеленного на определение перспектив выявления золотосодержащих объектов, обладающих потенциалом комплексного освоения. Одним из объектов с комплексной металлогенией является Адычанский рудно-россыпной район, расположенный на северо-западном продолжении Колымо-Индигирского региона.

Золото-кварцевые месторождения Верхояно-Колымской металлогенической провинции пространственно и генетически связаны с изометричными орогенными структурами, фиксируемыми проявлениями раннемелового гранитоидного магматизма. Наиболее крупными золото-кварцевыми объектами, выявленными к настоящему времени в пределах Адычанского рудного района являются месторождение «Делювиальное» и «Лазо-Рудное», которые относятся к штокверковому типу и локализируются в провесах кровли гранитоидных массивов раннемелового возраста. Прогнозные ресурсы месторождения Делювиальное оцениваются в 100 тонн золота со средним содержанием около 2 г/т. Потенциал месторождения Лазо-рудное оценивается в 10 тонн золота со средним содержанием около 5 г/т.

Золото-сурьмяные месторождения локализируются вдоль зоны Адыча-Тарынского разлома длительного развития. Зона разлома имеет северо-западное простирание и протягивается более чем на 250 км от низовьев р. Адыча до верховьев р. Колыма. Единственным промышленным Au-Sb объектом, известным на сегодняшний день в Адычанском районе является месторождение Сентачан. Запасы золота — 18 тонн при среднем содержании около 40 г/т, при запасах сурьмы около 100 тыс. тонн со средним содержанием около 32%.

Серебро-полиметаллические и олово-вольфрамовые месторождения и рудопроявления приурочены к поперечной северо-восточной Дербек-Нельгесинской позднемеловой зоне тектоно-магматической активизации, субпараллельной простиранию основных структур Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. В пределах этой зоны наиболее крупным объектом является Ag-Sn-W месторождение Илинътасское (около 40 тыс. т олова и 400 т серебра), в котором в качестве попутных компонентов присутствуют золото и кобальт. В пределах Адычанского рудно-россыпного района известны и оценены несколько мелких месторождений Sn и W и многочисленных Ag-Pb-Zn рудопроявления.

В зоне пересечения долгоживущего Адыча-Тарынского разлома с Дербек-Нельгесинской зоной активизации можно ожидать пространственное совмещение минеральных ассоциаций, определяющих продуктивность месторождений установленных рудных формаций, что позволяет прогнозировать выявления целого ряда комплексных месторождений мирового класса — аналогов Кючюсского месторождения золота — в пределах Адычанского рудно-россыпного района.

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

РАЗРАБОТКА ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЮЖНОГО УРАЛА

Продолжающаяся переоценка известных и прогнозируемых разноранговых перспективных металлогенических площадей Южного Урала на возможность выявления промышленного медно-порфирового оруденения делает актуальной задачу адаптации типовых геолого-поисковых моделей объектов медно-порфирового рудноформационного типа к разнообразным геологическим обстановкам рассматриваемого сегмента Уральской покровно-складчатой области.

Разработка региональных геолого-поисковых моделей требует типизации известных в регионе проявлений, а также определения наиболее перспективных типов таких объектов. С этой целью отобрано 13 наиболее полно охарактеризованных объектов порфирового типа.

Представленная выборка включает объекты, относящиеся к различным геохимическим типам по соотношению Cu/Mo и золотоносности, приуроченные к различным геотектоническим (геодинамическим) обстановкам (барьерные зоны островодужных структур, локальные (эвгеосинклинальные) прогибы на Восточно-Уральском поднятии, краевой андезитоидный Валерьяновский вулcano-плутонический пояс), сформированные в связи со становлением различных продуктивных плутонических формаций, ассоциирующие с различными по составу рудоносными «порфировыми интрузивами» и характеризующиеся определенным набором других классификационных признаков. Кроме собственно штокверковых медно-порфировых объектов учтены данные по ряду специфических медьсодержащих объектов, относящихся к продуктам медно-порфировых рудно-магматических систем — Тарутинскому медно-скарновому месторождению, Юбилейному (медно)-золотому месторождению, медно-турмалиновым телам Еленовского месторождения.

В результате сопоставления и анализа собранной информации по медно-порфировым объектам Южного Урала установлено несколько перспективных типов месторождений, для которых разработаны актуализированные геолого-поисковые модели, а именно: михеевский (Михеевское, Зеленый Дол, Вознесенское), томинский (Томинское, Биргильдинское), салаватский (Салаватское) и бенкалинский (Бенкала Северная, Бенкала Южная) типы.

«Нештокверковые» медьсодержащие месторождения, сопряженные с развитием порфировых рудно-магматических систем, условно отнесены к известным в других районах мира кварц-турмалиновому жильному (Еленовское), золото-порфировому (Юбилейное) и (молибден)-медно-скарново-порфировому (Тарутинское) типам. Следует отметить, что все они характеризуются повышенной золотоносностью и, несмотря на относительно небольшие размеры, реальной промышленной значимостью.

С учетом имеющихся детальных разработок ЦНИГРИ и созданных геолого-поисковых моделей, нами сформирован комплекс прямых и косвенных прогнозно-поисковых критериев и признаков для медно-порфирового и сопряженных с ним типов оруденения Южного Урала. Элементы этого комплекса определяют структуру таблицы-матрицы разноранговой классификационно-признаковой геолого-поисковой модели медно-порфировых объектов Южного Урала, унифицированной с разработанной структурой кадастра информации по этим объектам. Это позволяет оперативно трансформировать накопленную информацию в целях сравнительной характеристики и экспертной оценки известных и вновь открываемых месторождений и рудопроявлений, определения направлений и очередности дальнейших геолого-поисковых работ.

Головко А.В., Попенко Г.С. (ГП «Центральная ГГЭ», Узбекистан)
МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЗОЛОТА УЗБЕКИСТАНА И ИХ
ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ

Морфогенетические гипогенные, осадочные и гипергенные типы золота отражают унаследованные признаки рудного (первичного) золота и гипергенных преобразований золота в россыпную стадию. Они могут служить прямым поисковым признаком на поиски коренных источников.

Гипогенные типы золота, определяющие класс рудных месторождений, устанавливаются по морфологическим и текстурно-структурным особенностям первичного золота. Среди гипогенных типов установлены: гидротермальный (жильный) различной глубинности, гидротермально-метасоматический, гидротермально-метаморфогенный, золото зон дробления, скарново-гидротермальный и стратиформно-метаморфогенный. Все они были подтверждены при сравнительном изучении золота из россыпей и их коренных источников на всех крупных месторождениях Узбекистана.

Осадочный (биогенно-хемогенный) представлен конкреционно-вкрапленным типом, который характеризуется фрамбоидальными, гроздевидными, сферическими слепками изометрично-комковидных, шаровидных микроконкреционных зерен размером 0,1 – 1 мм (бус, глобулы) с концентрически-зональной структурой. Первоначально был установлен в аллювии Гавасая в пределах развития вулканогенных пород на Чадак-Кассансайской площади. Позднее этот тип был обнаружен в юго-западных отрогах Гиссарского хребта как в россыпях, так и в коренном залегании в золотоносном конкреционном горизонте в аргиллитах основания нижнемеловой карабийской свиты. Кроме золотоносных конкреций, в аргиллитах встречаются пластинки, чешуйки аутигенного золота и полиминеральных смесей с тонкодисперсной структурой и одиночными наростами микроглобулей. Генезис золото-медно-ванадиевой минерализации, связанной с конкреционными горизонтами и вмещающими аргиллитами, осадочный биогенно-хемогенный.

Гипергенные типы золота подразделяются на корродированный тип, вторичное зон окисления и «новое» золото. Кроме того, нами наблюдался еще один тип, названный типом «природной гальваностегии» или рафинированного золота. В отличие от корродированного и «нового» золота этот тип имеет резкие границы с первичным золотом и равномерное распределение микрокристаллической сыпи по всей свободной от включений поверхности золотин. Он установлен в верхнемеловых отложениях гор Ауминзатау, в зоне окисления коренного месторождения Аджибугут и перекрывающих ее четвертичных отложениях; в четвертичных россыпях и в золотоносном конкреционном горизонте нижнемеловой карабийской свиты юго-западных отрогов Гиссарского хребта и на участке Рабинджан Зирабулакских гор. На участке Рабинджан рафинированное высокопробное золото присутствует во всех породах, от четвертичных отложений до кремнистых сланцев и скарнов, относящихся к рабинджанской свите D₁ – C₁. В скарнах, известняках и их скарнированных разновидностях на поверхности низкопробных золотин выпадала низкопробная сыпь, что свидетельствует об избирательности процесса. Подобное отмечается и в Гиссаре, где еще на купроауриде осаждается самородная медь.

Установлено, что наличие рафинированных золота и меди в россыпях является прямым поисковым признаком для нахождения коренного золото-медного оруденения различного генезиса.

Граханов С.А. (ИГАБМ СО РАН)
ПРОГНОЗ ТРИАСОВОЙ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСТИ НА
СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

На северо-восточном склоне Оленекского свода, в пределах Келимярского и Атырканского поднятий, западного крыла Булкурской антиклинали, прогнозируются алмазоносные тела типа мааров или покровов ладинского и карнийского возрастов. Высокоалмазоносные продукты триасовой вулканической деятельности установлены на северо-западном крыле Булкурской антиклинали в кровле ладинских и основании карнийских отложений. Учитывая, что в туфогенных породах практически нет чисто осадочной минералогической составляющей (кварц), по ним можно составить минералогический образ коренного объекта. В ладинское время вся Булкурская антиклиналь входила в состав Сибирской платформы и являлась сушей. Прогнозируемая площадь приурочена к участку с мощной литосферой и расположена в зоне пересечения Далдыно-Оленекской и Приморской зон глубинных разломов. Предполагается, что кимберлитовые маары или покровы в пределах развития пород палеозоя, нижнего и среднего триаса, которые выведены на уровень современного среза, ныне размыты, они могли частично сохраниться под позднетриасовыми и юрскими отложениями Лено-Анабарского прогиба в пределах Келимярского и Атырканского выступов. Формирование продуктивных мааров сопровождалось выбросом на большой территории алмазоносных туфов, которые были перекрыты и частично переработаны в рэтскую трансгрессию, и в результате на северном склоне Оленекского поднятия была сформирована рэтская россыпь с большим прогнозным потенциалом. Исходя из возраста трубочных цирконов, формирование мааров и выбросы туфов были многоактными, начинаясь в ладине и завершаясь в раннем карнии, что отвечает позднекиммерийскому тектоно-магматическому этапу, который ответственен за образование ряда кимберлитовых полей северо-востока Сибирской платформы. Многоактный процесс кимберлитобразования подчеркивается разным составом минералов-спутников алмазов в пластах туфов, содержание которых сопоставимо либо превышает таковые в коренных месторождениях западной Якутии. Для туфов, как и для прогнозируемых коренных пород, характерно высокое содержание рутила. Среди гранатов алмазоносных туфов наиболее распространены эклогитовые и лерцолитовые парагенезисы. Содержание кноррингит-пиропов алмаз-пироповой фации глубинности не превышает 1–2 %, а содержание эклогитовых парагенезисов высокое и на Булкурской антиклинали достигает 56 %, среди них алмазоносные парагенезисы составляют более 20 %. По этим характеристикам прогнозируемые кимберлиты имеют явное сходство с таковыми Накынского поля. В коренных триасовых источниках, судя по их туфам, сохранность минералов-индикаторов и алмазов низкая, среди них доминируют обломки и осколки, т.е. сохраняется закономерность, характерная для известных коренных месторождений алмазов. Таким образом, авторы выделили Оленекскую площадь, перспективную для поисков коренных месторождений алмазов средне-позднетриасового возраста. На этой площади прогнозируются два кимберлитовых поля: Булкурское и Келимярское, разобщенных более молодым по возрасту Предверхоянским краевым прогибом. Учитывая слабую изученность данного региона и сложное геологическое строение, где сочленяются Сибирская платформа, Верхояно-Колымская складчатая система и Предверхоянский краевой прогиб, данная площадь не подготовлена к детальным поисковым работам и целесообразны такие опережающие работы, как геолого-геофизического моделирования и глубинное минерагеническое картирование.

Дементеев Л.И., Головкин А.В., Попов Г.С.

(ГП «Центральная ГГЭ», Узбекистан)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МИНЕРАГИИ ВЕРХНЕЮРСКИХ-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ ГИССАРСКОГО ХРЕБТА (ЮЖНЫЙ УЗБЕКИСТАН)

На площади юго-западных отрогов Гиссарского хребта в верхнеюрских-нижнемеловых отложениях наиболее широко представлены такие полезные ископаемые как каменная и калийные соли (Гаурдакское, Тюбегатанское, Карлюкское, Карабийское месторождения); самородная сера (Гаурдакское месторождение, серопоявления Тюбегатан, Карлюк, Ходжакараул, Хамкан, Шуроб, Курходжа); бор (Тюбегатанское проявление); потенциально-жидкие и газообразные углеводороды (крупное Гумбулакское месторождение газоконденсата и локальные нефтепроявления — Гаурдак). Из металлических полезных ископаемых известны месторождения и рудопоявления свинца, цинка и серебра (Майданшах, Тазачарва, Арраташ, Аулат, Гаурдак); меди (рудопоявления Бабатаг и Кштут); благородные металлы (рудопоявления Хантахта, Гурунляк).

Хотя вышеперечисленные полезные ископаемые, кроме калийных солей, не имеют крупных концентраций, но сам их набор и тесная взаимосвязь могут быть использованы при прогнозах. А.С.Уклонский (1940) первым связал в единый парагенетический процесс нефть, битумы, серу, графит, опал, халцедон, мрамор, корунд, яшму и другие образования и предсказал по парагенезису серы и нефти открытие месторождений нефти и газа в Кызылкумском регионе и в Каракумах, что подтвердилось через 15–20 лет.

Ранее мы отмечали тесную связь верхнеюрского-нижнемелового оруденения с деятельностью высокоминерализованных глубинных рассолов нефтяного типа, содержащих значительные концентрации сероводорода и углеводородных газов. В то же время, галогенным формациям было уделено недостаточно внимания. В последние годы на Верхнекамском месторождении солей установлены концентрации Au, Pt, и Pd в калийной залежи, связанные с органическим веществом нефтяного ряда и разработана методика их извлечения. В юго-западных отрогах Гиссарского хребта эти элементы (Au, Pt, и Pd) установлены в аргиллитовых конкрециях основания нижнемеловой карабийской (K_1kr) свиты, располагающейся выше по разрезу над гипсо-соляной толщей и являющейся своеобразным экраном. Конкреции же служат хорошими адсорбентами и концентрируют эти металлы в самородном виде. В результате проведенных исследований наряду с другими удоконтролирующими признаками установлена обратная зависимость между конкреционным горизонтом и гипсо-соляной толщей. При наличии мощной гипсо-соляной толщи (Тюбегатан) конкреционный горизонт отсутствует или слабо развит с незначительной концентрацией в нем конкреций и невысокими содержаниями полезных компонентов. При малых мощностях гипсо-соляной толщи (Хантахта, Гурунляк) в конкреционном горизонте отмечается высокое содержание конкреций и высокие содержания металлов в них. Следовательно, основное перераспределение полезных компонентов происходит при разрушении гипсо-соляной толщи. При наличии технологии извлечения металлов, связанных с органическим веществом, гипсо-соляные толщи могут представлять практический интерес для комплексной отработки в будущем.

Зинчук Н.Н. (ЗЯНЦ АН РС(Я))
РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИЕ КИМБЕРЛИТОВЫЕ СИСТЕМЫ В СВЯЗИ С
ПОИСКАМИ АЛМАЗОНОСНЫХ ДИАТРЕМ

Кимберлитовые породы, выполняющие диатремы, жилы и силы, известны на всех древних платформах Мира, но наиболее детально они изучены на Сибирской (СП), Африканской, Восточно-Европейской, Китайской, Австралийской и Северо-Американской, платформах. Комплексные исследования особенностей геологического строения и развития СП, вещественного состава, фациальных особенностей, условий формирования древних осадочных толщ и распределения в них кимберлитовых минералов позволили провести минерагеническое районирование территорий и на этой основе определить направления и методы алмазопысковых работ и в первую очередь в пределах осваиваемых алмазодобывающей промышленностью площадях Центрально-Сибирской алмазонасной субпровинции, охватывающей Далдыно-Алакитский, Мало-Ботуобинский, Маркокинский и Средне-Мархинский алмазонасные районы, причём наибольшая часть запасов алмазного сырья находится в первых двух. Далдыно-Алакитский алмазонасный район является одним из главных регионов алмазодобычи акционерной компании «АЛРОСА», так как здесь сосредоточена основная часть запасов алмазов на СП. В пределах Алакит-Мархинского кимберлитового поля, где широко развиты терригенные отложения верхнего палеозоя, интродуцированные пластовыми телами долеритов, из-за незначительного эрозионного среза кимберлитов верхнепалеозойские россыпи алмазов не образовывались. В его северо-восточной части (Далдынское кимберлитовое поле) на современную дневную поверхность выходят кимберлитовмещающие породы нижнего палеозоя и выполненный в такой простой геологической ситуации комплекс структурно-тектонических, шлихоминералогических и геофизических методов поисков способствовал открытию всех кимберлитовых трубок, в том числе и крупных месторождений алмазов Удачная и Зарница. Здесь в дальнейшем возможно обнаружение лишь небольших по размерам немагнитных и слабо алмазонасных кимберлитовых трубок и даек, не представляющих практического интереса. Прямым признаком возможного нахождения в пределах Алакит-Мархинского поля высокоалмазонасных кимберлитовых трубок является наличие в песчано-галечных горизонтах (в основном континентальных фаций верхнепалеозойских образований) находок алмазов и их минералов-спутников преимущественно хорошей сохранности и слабой гранулометрической сортировки, которые по комплексу признаков отличаются от таковых из известных здесь на сегодня кимберлитовых тел. Такую возможность усиливает и наличие в пределах этого поля около шести десятков кимберлитовых трубок, причём пять из них являются месторождениями алмазов (Айхал, Комсомольская, Краснопресненская, Сытыканская и Юбилейная). Необходимо при этом отметить различную степень изученности территории Алакит-Мархинского кимберлитового поля. Недостаточная изученность характерна для его юго-западной и западной частей, а наиболее изученной является центральная часть поля, хотя и здесь (в районе локальных ореолов рассеяния минералов-спутников алмаза) имеются участки с неравномерной поисковой сетью скважин, где возможны пропуски даже средних по размерам кимберлитовых диатрем сложной конфигурации. В целом вся эта территория является перспективной на обнаружение кимберлитовых трубок, поскольку она находится в пределах Далдыно-Онексской кимберлитоконтролирующей зоны разломов, к которой тяготеет целый ряд кимберлитовых полей (Алакит-Мархинское, Далдынское, Верхне-Мунское, Чомурдахское, Западно- и Восточно-Укукитское, Огонёр-Юряхское, Мерчимденское, Толуопское, Куойское и др.), а в верхнепалеозойских отложениях обнаружены находки алмазов и ореолы рассеяния их парагенетических минералов-спутников. Усиливает этот прогноз и факт наличия в Маркокинском поле пока только одной кимберлитовой трубки. В центральной части Алакит-Мархинского поля необходимо осуществлять допоискование участков недоизученных высококонтрастных локальных ореолов рассеяния кимберлитовых минералов с целью реализации остаточных перспектив её коренной алмазонасности.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ТИПОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТРУБОЧНОГО ТИПА

На большинстве древних платформ Мира (Сибирской, Восточно-Европейской, Африканской, Северо-Американской, Китайской и др.) открыто более двух тысяч кимберлитовых трубок, даек и жил, которые существенным образом отличаются по многим признакам. Так, кимберлитовые породы Восточно-Европейской платформы (ВЕП) характеризуются многими специфическими свойствами, отличающими их от классических кимберлитов других континентов. Подавляющее большинство кимберлитовых трубок ВЕП имеют изометрическую, близкую к округлой форму, некоторые из них вытянуты в северо-восточном направлении. В районе отсутствуют дайки, но часто встречаются силлы. Кратерная зона диатрем четко выражена, представляя собой расширение с относительно пологими контактами. На разведанную глубину трубок (около 1 км) вмещающие диатремы породы платформенного чехла породы монотонно чередующимися аргиллитами, алевролитами и песчаниками, основными составными частями которых являются кварц, полевой шпат, гидрослюда, хлорит и каолинит. Отмечена горизонтальная и вертикальная изменчивость кимберлитовых пород по изменению текстурно-структурных особенностей и петрографическому составу пород, заполняющих различные морфологические отрезки диатремовой структуры. Породы жерла представлены вулканическими образованиями: ксенотуфобрекчиями, автолитовыми брекчиями и порфировыми кимберлитами. Ксеногенный материал кимберлитов региона представлен тремя генетическими типами: а) осадочными породами; б) кристаллическими сланцами фундамента; в) нодулями пород верхней мантии. Наиболее распространенными являются осадочные ксенолиты и ксенозерна минералов дезинтегрированных пород венда. Индикаторные минералы в кимберлитовых породах ВЕП встречаются редко, так как эти породы относятся к низкоспутниковым. Вторичные минералы в кимберлитах ВЕП встречаются часто, подчеркивая интенсивные изменения пород. Ведущим пороодообразующим минералом большинства типов и разновидностей кимберлитов этого региона является сапонит, составляющий в среднем более 50 % объема породы. Главными петрохимическими и геохимическими продуктивными кимберлитов ВЕП является высокое содержание SiO_2 , Al_2O_3 и низкое TiO_2 , FeO , MgO , CaO , K_2O , P_2O_5 . По петрохимическому составу они принадлежат к высокоультраосновным кимберлитам. В геохимическом отношении кимберлиты ВЕП отличаются от кимберлитов большинства регионов низким содержанием некогерентных элементов (Ti, P, Rb, Sr, Zr и др.). Особенно мало перечисленных элементов в кратерных фациях описываемых пород. Физические свойства кимберлитов ВЕП существенно изменяются по разрезу. Так, плотность кимберлитов понижена, особенно в верхних горизонтах (кратерные отложения). Среднее значение σ (в г/см^3) варьирует от 1,90 до 2,5, снижаясь в кратере, где составляет от 1,68 до 1,95. С глубиной оно возрастает до 2,02–2,32. Удельное электрическое сопротивление (ρ) изменяется в широком диапазоне (от 2 до 170 Ом·м), но в среднем оно значительно ниже, чем в кимберлитах Сибирской и Африканской платформ. Весьма высокая электропроводность кимберлитов ВЕП обусловлена прежде всего значительной их обводненностью слабоминерализованными захороненными водами и сильной измененностью кимберлитовых брекчий, основной объем которых составляет тонкодиспергированный сапонит. Магнитная восприимчивость кимберлитов региона также понижена, особенно для пород тех трубок, у которых сохранились кратерные фации. Анализ данных детальной разведки кимберлитовых трубок ВЕП показывает, что алмазонасность кимберлитов в вертикальном разрезе в основном зависит от содержания в диатремах «пустого» материала вмещающих пород. Особенно низкие концентрации алмазов в самых верхних слоях кратерных образований, основной составной частью которых является дезинтегрированный материал вмещающих трубки пород венда. По мере снижения доли терригенной примеси возрастает количество алмазов, достигая максимума в кимберлитовых брекчиях, которые чаще всего тяготеют к центральным зонам кимберлитовых диатрем.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЕРНИНСКОЕ, ИРОКИНДА (СЗ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Формирование структуры рудных месторождений происходит при изменении динамических режимов и механизмов деформирования, с образованием на каждом этапе процесса различающихся комбинаций структурных элементов, чем обусловлены, порой, сложные формы рудных тел. Моделирование направлено на выявление закономерностей развития структурно-динамической системы (СДС) и позволяет прогнозировать с большей степенью доверия скрытые рудные тела. Методологический подход предполагает сочетание динамической, геолого-структурной моделей, а также 3D-модели формы и пространственной позиции рудных тел.

Рассматриваются результаты моделирования СДС мезотермальных Au-(сульфидно)-Q месторождений — Вернинское-Первенец (Бодайбинский рудный район) и Ирокинда (Муйский рудный район). Первое размещено в терригенной песчано-сланцевой толще складчатого комплекса рифеид синклиория, сформированного над палеорифтогенной структурой. Второе — в жестком кратонном выступе докембрийских гнейсов, где его «обтекает» подковообразно складчато-орогенный пояс байкалитид. Типы рудных концентраций: жильно-прожилково-вкрапленный (Вернинское-Первенец) и жильный (Ирокинда). Формирование структуры месторождения Вернинское-Первенец обусловлено деформациями складчатой толщи, вызванными активизацией глубинных ССЗ разломов. Субширотные надвиги по крыльям субширотных складок активизировались в синрудный период в режиме сдвига-надвигов, что вызвало образование пологих и крутопадающих нарушений двух ортогональных дуплексных систем (на фронте сдвига-надвигов и в пластинах между ними, поперек простирания надвиговой зоны). Сдвиги по нарушениям дуплексных систем сопровождались широким развитием макро- и микротрещин согласных со сланцеватостью и секущих ее. Это обеспечило высокую проницаемость и фронтально-рассеянную структурно-гидродинамическую организацию системы. Стягивание флюидов в зоны пологих и крутопадающих нарушений обеспечило локализацию в них жил, а в трещинно-поровом пространстве — вкрапленных руд (за счет дилатационной декомпрессии). 3D-модель морфологии прожилково-вкрапленных рудных тел согласуется с моделью СДС, позволившей предположить распространение рудных тел на более глубокие горизонты. Формирование структуры месторождения Ирокинда связано с тектонической историей развития протоструктуры в PR_{1-2} и подновлением в PZ_{1-2} . Обрамляющие блок глубинные разломы активизировались неоднократно в течащихся динамических режимах, что обусловило мелко-блоковую внутреннюю структуру докембрийского блока. Полого падающие на З-ЮЗ прослои динамосланцев в древних гнейсах оказывались длительно в дифференцированных полях напряжений наиболее благоприятными для подвижек — мелких чешуйчатых надвиго-взбросов и сдвигов, которые сформировали протяженные главные структурные зоны С-СЗ простирания. Эти зоны были наиболее проницаемыми также и в рудный период. Интравудный деформационный процесс развивался в режиме глубокофокусных палео-сейсмических событий с очагами в зонах глубинных разломов. Он активизировал пульсационное поступление флюидов из субширотных разломов вверх через систему сопряженных с ними С и СЗ разломов. Триггерное воздействие флюидов на процесс сейсмо-разрушения кардинально изменило динамический режим (с линейного на центроидный). Это обусловило локально-направленный механизм деформирования и формирование более сложной внутренней структуры главных пологих рассланцованных зон — образованию в них линейных и сложно сочетающихся нелинейных рудовмещающих структур. Быстрое развитие сейсmodинамического процесса обеспечило однородную в объеме блока структурно-гидродинамическую организацию системы — выполнение только раскрытых нарушений и образование в них жил. Результатами структурно-динамического и 3D-моделирования обоснованы механизмы образования линейной и сигмоидной морфологии жил, а также сделан прогноз их нахождения на глубине.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-05-00084

Иванов А.И. (ФГУП ЦНИГРИ)

РОЛЬ МЕТАМОРФИЗМА В ЗОЛОТОМ РУДООБРАЗОВАНИИ В УГЛЕРОДИСТЫХ ТЕРРИГЕННЫХ И КАРБОНАТНО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛО-ПАТОМСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЯХ

Метаморфические преобразования углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных пород в складчатых районах связаны с различными этапами формирования их геологической структуры. Часто при характеристике многих таких регионов выделяется один регионально-метаморфический этап, предшествующий этапу гранитообразования. При этом региональному метаморфизму разными исследователями «отводится» разная роль в золотом рудообразовании. Некоторые из них (В.А. Буряк и др.) связывали формирование месторождений золота с процессами метаморфизма и гранитизации (метаморфогенно-гидротермальный тип). В.А.Обручев, Ю.П.Казакевич и др. золотое оруденение считали пострегионально-метаморфическим и связывали его с гранитоидами. В последние десятилетия многими исследователями (А.И.Иванов, М.И.Кузьмин, Н.К.Курбанов, С.Г.Кряжев, Н.П.Лаверов, Рундквист Д.В. и др.) обоснована полигенность и полихронность золотого оруденения.

Новые данные по стадийности золотого рудообразования в Байкало-Патомской металлогенической провинции (БППр) позволили определить взаимосвязь золотонакопления на разных этапах формирования золоторудных объектов с метаморфическими (РТ) условиями геологических и гидротермально-метасоматических процессов (Иванов, 1984, 2004, 2014; Иванов и др., 1995).

Хотя по данным ряда исследователей (М.Р.Лидер и др.) метаморфические преобразования углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных осадков начинаются еще в стадию осадконакопления при их погружении на глубины свыше 7 км (при температуре более 190°C), фактический материал позволяет выделить метаморфизм только коллизионной стадии развития складчатой области. Выделено три этапа проявления метаморфизма — синхронный линейной складчатости, региональный (гранито-гнейсового куполообразования) и сингранитный (завершающего этапа формирования месторождений золота).

Метаморфизм, синхронный линейной складчатости, восстанавливается по участию метаморфических минералов в строении кливажа осевой поверхности линейных складок, который обусловлен субпараллельным расположением чешуек хлорита и серицита, или сланцеватости, параллельной слоистости, в строении которой участвуют и чешуйки биотита (Иванов, 1984 и др.). Установлено (Иванов, 2004 и др.), что в завершающую стадию линейного складкообразования в РТ-условиях зоны хлорита зеленосланцевой фации в пределах рудоконтролирующих зон рассланцевания происходило формирование порфиробласт золотоносных бурых шпатов. Поэтому определение положения в пространстве метаморфизованных в условиях этой зоны пород при линейной складчатости во многом определяет перспективную на рудное золото территорию.

Региональный прогрессивный полифациальный метаморфизм (от «зоны хлорита» зеленосланцевой фации до амфиболитовой) проявился позднее линейной складчатости, что обусловило секущее положение изоград кианита, граната и биотита к простиранию пород и деформацию линейных складок гранито-гнейсовыми куполами. Образующиеся в этот этап метаморфические порфиробластические минералы секут ранее сформированные кливаж и сланцеватость. Активизация ранее сформированных зон рассланцевания в связи с их повышенной флюидопроницаемостью (Летников, 1999) приводила к формированию в их пределах относительно более высокотемпературных минералов (например, биотита на фоне «зоны хлорита»). Значительные минеральные преобразования пород в этот этап происходили за изоградой биотита, где наряду с появлением различных метаморфических минералов происходило преобразование золотоносных порфиробласт сидерита и анкерита в ранее сформированных зонах буропатитизации — они псевдоморфно замещались кварцем, биотитом и другими минералами

(Л.И.Салоп, Б.В.Петров, В.А.Макрыгина, А.И. Иванов и др.). При этом происходило перераспределение золота и его укрупнение (Иванов, 2004). В участках гранитообразования в пределах гранито-гнейсовых куполов пластические деформации становились так велики, что золотоносные линейные зоны расщепления и бурошпатизации значительно деформировались. Поэтому становилась невозможной их последующая («диафторическая») активизация как деформационных структур и в их пределах не могли сформироваться месторождения золота. По этой причине «эпицентры» купольной деформации не включаются в перспективные на золото территории как на уровне земной поверхности, так и на глубине.

Сингранитный метаморфизм также характеризовался отчетливо выраженной зональностью (Иванов и др., 1995) и для значительной части территории БППр относительно предшествующего регионального метаморфизма был более низкотемпературным (не считая собственно контактового метаморфизма). Золоторудные месторождения в этот этап формировались в пределах ранее сформированных золотоносных зон расщепления при их активизации в РТ-условиях «зоны хлорита». При этом не только происходило «рудное» преобразование ранее сформированных концентраций, но и отлагалось «дополнительное» золото из сингранитных флюидов. При активизации в условиях «зоны хлорита» золотоносных зон расщепления, в пределах которых в регионально-метаморфический этап породы были метаморфизованы в условиях «зоны биотита» зеленосланцевой фации, эпидот-амфиболитовой или амфиболитовой фаций, проявились процессы диафтореза с преобразованием высокотемпературных минералов в низкотемпературные (мусковит, хлорит, кварц, новообразованные железо-магnezияльные карбонаты и т.п.). Одновременно происходила локализация золота в кварцевых, сульфидно-кварцевых, кварц-сульфидных и сульфидных образованиях. Выделение на уровне денудационного среза территорий, где метаморфические и гидротермально-метасоматические процессы в пределах рудоконтролирующих зон расщепления при их активизации в сингранитный этап протекали в условиях «зоны хлорита», лежит в основе определения границ перспективных на выявление золоторудных месторождений площадей (рудных узлов и рудных полей).

Таким образом, метаморфические условия коллизионных процессов определяют возможность проявления золотоносных процессов на каждом этапе преобразования золотоносных пород с концентрированием золота вплоть до формирования рудных зон. Поэтому составление прогнозно-поисковых моделей золоторудных узлов, полей и месторождений должно основываться на материалах по стадийности рудообразования и выделении метаморфических условий образования и преобразования золотоносных пород.

Иващенко В.И., Фролов П.В., Голубев А.И. (ФГБУН ИГ КарНЦ РАН)

ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВЫЕ ПЕСКИ КАК ОСНОВА ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО В ОБРАМЛЕНИИ УЛЯЛЕГСКОГО МАССИВА ГРАНИТОВ РАПАКИВИ (КАРЕЛИЯ)

Золоторудное месторождение Новые Пески (запасы C_2 1077 кг, содержание 4,68 г/т), расположено в южной части Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса. Оруденение локализовано в амфиболитах лопия, слагающих Улялегскую субмеридиональную троговую структуру (3×20 км), «срезаемую» на юге одноименным массивом гранитов рапакиви (~1,54 млрд лет). Его генетическая принадлежность трактуется по разному: гидротермально-жильное золото-сульфидно-арсенопиритовое в связи с Улялегским массивом рапакиви (КГЭ), золото-сульфо-арсенидное гипо- и мезотермальное в сдвиговых зонах при участии архейских гранитов (ИГ КарНЦ РАН, ООО «Онего-Золото»), что естественно негативно скажется на эффективности работ по наращиванию запасов золота на месторождении, без чего промышленное освоение его представляется крайне проблематичным.

Проведенными нами исследованиями обосновывается полигенно-полихронное происхождение золотоносных метасоматитов с вероятным активным участием гранитов рапакиви

на позднем этапе. Минеральный состав золоторудоконтролирующего комплекса (амфиболиты, скарноиды в сдвиговой зоне) и рудной минерализации на месторождении оказался более сложным, чем считалось ранее. Амфибол представлен четырьмя минеральными видами (феррочермакит, железистая роговая обманка, ферроактинолит, грюнерит), характеризующимися также, как и пироксен (ферропиклоит, ферроавгит), и хлорит (брунсвит-шамозит) высокой железистостью ($f=0,7-0,8$), близкой таковой соответствующих минералов гранитов рапакиви. Гранаты — пиральспит-уграндитового ряда с высоким содержаниемgrossулярового минала (20–50%). PT-параметры образования метасоматитов по разным термобарометрам (Amf-Pl; Gr-Amf; Gr-Cpx; Gr-Ep; Amf_{Al}; Hl_{Al}^{IV}; Apy_{As}) существенно варьируют ($T = 210-740^\circ \text{C}$, $P = 1,4-8,2 \text{ кб}$), свидетельствуя, по-видимому, о полигенно-полихронном формировании минеральных парагенезисов.

На месторождении, кроме отмечавшейся ранее рудной минерализации (арсенопирит, леллингит, пирит, шеелит, висмут и золото самор, мальдонит), установлены фармакосидерит, вольфрамит, заварицкит, висмутин, Au-содержащий висмут самор. Вольфрамит, шеелит, F-апатит — характерные гранитофильные минералы, типоморфные для улялегских рапакиви, выходящих на дневную поверхность в ~2 км от месторождения Новые Пески. Согласно расчетам теплового экзоконтактового ореола Улялегского массива рапакиви месторождение находится в зоне, где температура достигала $400-500^\circ \text{C}$. Признаки высокотемпературного прогрева пород (перемагничивание пород при $T > 500^\circ \text{C}$) на удалении $> 50 \text{ км}$ от гранитов рапакиви инструментально зафиксированы С. Мертанен (2006). Область температурной устойчивости ряда минералов (висмут самор, мальдонит, хедлейит, заварицкит) в рудах месторождения значительно ниже 400°C и соответственно они не могли быть образованы до внедрения гранитов рапакиви. Висмутовые минералы на месторождении являются главными минералами-спутниками золота, а наличие среди них мальдонита и Au-висмута самор. (Au — до 12%) может быть свидетельством проявления, здесь инициируемого рапакиви рудного процесса по модели LBCM — Liquid Bismuth Collector Model (Douglas, 2000). Висмутовая минерализация в связи с гранитами рапакиви широко распространена в скарновых месторождениях Питкяранты, а в ранге рудопроявлений известна в Улялегском массиве, в экзоконтакте которого установлены также низкотемпературные проявления сурьмы и мышьяка (буланжерит, фюлепит, реальгар). Минералогическими признаками участия гранитов рапакиви в наиболее поздних гидротермально-метасоматических преобразованиях, вероятно, являются заварицкит (BiOF) и фармакосидерит, отражающие фторидную и калиевую специфику источника.

Формирование золоторудного месторождения Новые Пески происходило в два этапа: AR — по модели орогенного гипозонального в зоне сдвиговых дислокаций; PR — по модели LBCM при становлении Улялегского массива гранитов рапакиви.

Киреев А. Е. (ОАО «Зарубежгеология»)
ГЕОЛОГОСТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В
КОЛЛИЗИОННОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ
НА ПРИМЕРЕ ЧОРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Месторождения золото-сульфидной формации с большими запасами бедных прожилково-вкрапленных руд с тонкодисперсным золотом являются источником расширения минерально-сырьевой базы во многих миогеосинклинальных складчатых областях. Для таких месторождений по-прежнему актуально выявление структурных и литологических факторов контроля разнотипного оруденения, а также связи оруденения с метаморфизмом и магматизмом (Шер и др., 1978).

Чоринский рудный район расположен в северной части коллизионной Зеравшано-Гиссарской эпимиогеосинклинальной зоны Южного Тянь-Шаня, имеет покровно-складчатое строение, и приурочен к ее фронтальной части, именуемой региональным Зеравшанским разломом (Киреев, 1994).

Покровно-складчатое строение района обусловлено позднепалеозойскими субдукционными процессами, сопровождавшимися формированием пластин и чешуй карбонатных и терригенных пород палеозоя. Главная фаза складчатости связана с коллизионной обстановкой, сопровождавшейся региональным метагенезом и метаморфизмом на уровне хлорит-серицитовый субфации, в конце которого широко проявлен мантийно-коровый магматизм раннеорогенного плагиогранит-гранодиоритового, диорит-лампрофирового, орогенного лейкогранит-гранодиоритового и позднеорогенного щелочнобазальтоидного комплексов.

Основной пликтивной структурой является ундулирующая Чоринская синформа. Рудные поля и проявления района представлены автономными клиновидными тектоническими блоками, в которых золотое оруденение контролируется зонами дислокационного метаморфизма, заложенных на стадиях покровообразования и складчатости, и позднее подверженных динамическому влиянию рудоконтролирующих секущих разрывов блокового этапа развития района. Зоны дислокационного метаморфизма представлены внутриформационными зонами смятия-скалывания в осевых частях ранних складок III–IV порядка и межформационными зонами скалывания-смятия на их крыльях. Структурной разновидностью оруденения являются минерализованные дайки гранодиоритов, выполняющие трещины отрыва и скола в тектонических пластинах компетентных карбонатных и терригенных пород. Золотая минерализация представлена золото-сульфидной, золото-скарновой и золото-аргиллизитовой формациями.

Минерализованные зоны с оруденением золото-сульфидной формации контролируются тектоногенной группой локальных рудоносных структур, которые по соотношениям вмещающих пород, положению в складчатой структуре, времени заложения, виду и интенсивности деформации разделяются на 2 типа: 1) межформационные зоны скалывания-смятия, унаследующие деформированные швы (постели) тектонических покровов на крыльях складок, и вмещающие мелкие диско- и жилообразные рудные тела; 2) внутриформационные зоны смятия-скалывания в осевых частях складок, унаследующие соскладчатые зоны сланцеватости-кливажа, и вмещающие крупные брусковидные, плито- и жилообразные рудные тела.

Оруденение других формаций контролируется тектоно-магматогенной группой локальных рудоносных структур: золото-скарновой — межформационной зоной скалывания-смятия в надинтрузивной зоне гранитоидного массива, а золото-аргиллизитовой — дайкой и штоком лейкократовых гранитов, контролируемых разрывом или сочленением разрывов.

Формирование минерализованных зон с золото-сульфидными рудами в зонах смятия обусловлено полистадийными процессами динамометаморфических и локальных гидротермально-метасоматических изменений алюмосиликатных пород в пропилитовой, березитовой, гумбеитовой и эйситовой фациях с синхронным отложением золото-сульфидных минеральных ассоциаций, парагенетически связанных с последовательным проявлением коровых, нижнекоровых и мантийных плюмов.

Выработанные структурные критерии прогноза, поисков и оценки золотого оруденения предлагается использовать при металлогеническом анализе складчатых областей. Достоверность научных положений подтверждена выявленными автором проявлениями золото-сульфидной, золото-скарновой и золото-аргиллизитовой минерализации.

Колова Е.Е., Малиновский М.А., Ползуненков Г.О. (СВКНИИ ДВО РАН),

Волков А.В., Сидоров А.А. (ИГЕМ РАН)

**ЭКЗОТИЧЕСКОЕ Co-Cu-Au МЕСТОРОЖДЕНИЕ ОБХОД
(СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)**

Поиск, разведка и изучение новых месторождений цветных металлов в России является одной из важных составляющих экономической безопасности нашей страны, поскольку доля отечественных запасов этого сырья постепенно снижается, например, по кобальту она уже составляет менее 5 % от мировых (<http://www.cmmarket.ru/>), а спрос на этот металл неумолимо растет вследствие развития темпов высокотехнологичных производств. Мировая добыча кобальта, по данным USGS, увеличивается каждый год на 10% и уже достигает 110 тыс. т в год, а мировые разведанные запасы этого металла оцениваются всего в 7500 тыс. т (www.usgs.gov), поэтому кобальт входит в первую десятку списка критически значимых материалов (экономическое значение/риск поставок сырья), определенного Европейской комиссией по предпринимательству и промышленности в 2010 г. (<http://ec.europa.eu>). Нами проведены минералого-геохимические и термобарогеохимические исследования Co руд месторождения Обход расположенного в 145 км на северо-запад от г. Магадана, в пределах Лево-Сеймканского рудного узла, в междуречье Сеймкан (левый приток р. Яна) — Армань. Оно было открыто в 1940 г. геолого-поисковым отрядом под руководством И. Р. Якушева и В. С. Ракитиной и после проведения поисковых работ было определено как Co-As месторождение жильного типа, признанное в то время не перспективным. В результате исследований нами установлена не характерная для группы месторождений собственно кобальтовых руд (Борисенко и др., 1984; Yong, Xinyou, 2000) принципиальная золотоносность руд месторождения Обход (повышенные содержания в рудах Au — до 0,79 г/т, присутствие в кварц-хлоритовом жильном материале обособлений самородного золота и в шлиховых пробах знаков самородного золота). Обоснованна гранито-генная природа рудного флюида. Определено, что рудная минерализация формировалась в присутствии CO₂ в температурном интервале от 436 до 202°C из средне концентрированных (22,0–0,53 мас. % экв. NaCl) гидротермальных флюидов обогащенных Fe, K, Na, Mn, Cl и кремнием, плотность которых варьировала от 0,7 до 1,0 г/см³. При КР-спектроскопии дочерних фаз флюидных включений идентифицирован ферропиросмалит, наличие которого свидетельствует о переносе высокотемпературными гидротермальными флюидами значительных количеств Fe, Mn и кремнезема. Он встречается в многофазных ФВ в рудах гидротермальных Pb-Zn, Ni-Cu, Cu-Au-Co, Fe-скарновых и IOCG типа месторождений (Dong, Pollard, 1997; Vaughan, 1986; Koděra, 2000, 2003). Находка этого минерала поспособствовала расширению набора параметров взятых для сравнительного анализа, проведя который мы с большой долей уверенности предлагаем отнести месторождение Обход к группе месторождений Co-Cu-Au типа, локализующихся в метаосадочных породах. В этой группе по геохимическим, минералогическим и структурно-геологическим параметрам оно наиболее схоже с Co-Au-Bi рудами месторождения Nico, расположенного в южной части палеопротерозойского магматического пояса GBMZ на северо-востоке Канады (Mumin et al., 2002; Martin et al., 2013) которое специалистами компании Fortune Minerals Limited (<http://www.fortuneminerals.com>) было рассмотрено еще и как объект IOCG типа (группа Fe-оксидных Cu-Au гидротермальных месторождений), что во много крат повысило его перспективность и привело к пересмотру в 2007 г. условий и началу разведочных и в дальнейшем эксплуатационных работ.

К сожалению, в нашей стране в силу различных причин перспективы обнаружения рудных объектов IOCG типа вообще не изучены, не смотря на то, что многие геологические структуры нашей страны обладают параметрами характерными для районов размещения месторождений этого типа.

Колесникова Н.Б. (ФГУП «ВИМС»)
**О ВОЗМОЖНЫХ ИСТОЧНИКАХ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА НА ПРИМЕРЕ
ВОЛЬФРАМОВОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ МАРИНИНСКОЕ
(ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

В ходе проведения в 2012–2014 годах поисковых работ на вольфрам в пределах Правосехтинской площади Лужбинско-Сехтинского рудного района (Иркутская область) получены новые данные о геологическом строении ранее выявленного вольфрамового рудопроявления Марининское. Работы проводились ЗАО «Сибирская геологическая компания» совместно с ФГУП «ВИМС». Методами оптической микроскопии и рентгеноспектрального анализа изучен вещественный состав вмещающих толщ и магматических комплексов, связанных с оруденением. Исследованы особенности рудной минерализации и ее взаимоотношения с вмещающими породами. Рассматриваемое оруденение относится к сульфидно-вольфрамовому кварцево-жильному формационному (морфогенетическому) типу полиметаллически-вольфрамовой группы формаций. Минеральный тип руд — вольфрамитовый.

Анализ результатов проведенных исследований дает основание считать источником рудного вещества древние толщи вулканогенно-осадочных пород определенного состава, регионально метаморфизованных в зелено-сланцевой и амфиболитовой фации. При этом отдельные линзы и пропластки таких пород содержат вольфрам в довольно значительных количествах от 0,12 % до 0,96 %, что при условии возможности его извлечения существенно увеличивает продуктивность площади и перспективы района в целом.

На основании исследования флюидных включений в кварце из рудных жил получены некоторые данные о температуре и условиях образования оруденения. Вольфрамовая минерализация формировалась при непосредственном участии высокотемпературных хлоридных рассолов, скорее всего поступавших из магматического источника. В рассматриваемом случае таким источником автор считает магматический очаг, продуктами которого являются более поздние по отношению к метаморфическим породам вулканические образования, распространенные в пределах рудного поля. На это указывает схожесть химических особенностей метасоматически измененных пород рудной зоны с вулканитами и структурная позиция рудопроявления. Разработана генетическая модель, учитывающая все выявленные особенности вольфрамового оруденения. Эта модель существенно отличается от традиционно общепринятой, в которой формирование вольфрамита связывается с образованием кислых интрузивных пород.

В соответствии представлениями автора данной работы при формировании оруденения наиболее важными факторами являются состав вмещающего субстрата, Р-Т условия и щелочность среды, в которой происходит рудоотложение, а необходимым условием его формирования — тектоническая активность района распространения древних толщ, специализированных на вольфрам.

Полученные выводы имеют практическое значение. В свете новых данных о возможных источниках, условиях формирования и генетической модели рудопроявления Марининское целесообразно посмотреть на методику поисков вольфрамитовых месторождений под несколько иным углом зрения, учитывающим основные изложенные в работе положения. Одно из направлений поисков должно быть сосредоточено на выделении продуктивных на вольфрам толщ метаморфических пород и определении их промышленной перспективности с учетом возраста, состава, степени и характера метаморфизма. Другое направление — выявление зон относительно молодой тектонической активности, обуславливающей мобилизацию вольфрама из более древних метаморфических толщ. Одним из районов для постановки поисковых работ, удовлетворяющих выше означенным условиям, является Чуйско-Нечерский район, в том числе относительно слабо изученная Чуйская редкоземельно-редкометалльная минерагенная зона.

Колесникова Т.И., Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е., (ФГУП ЦНИГРИ)
**ТИПЫ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ МИНЕРАЛОВ-ИНДИКАТОРОВ КИМБЕРЛИТОВ
ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВОК ТЕРРИТОРИИ СЗ РФ**

Территория Северо-Западного округа характеризуется многообразием поисковых обстановок, но главным доминирующим фактором является повсеместное развитие разнотипных ледниковых осадков, которые требуют особого подхода к организации шлихо-минералогических поисков и интерпретации полученных результатов. Опыт работ в данном регионе показывает, что минералогический состав аллювия, как правило, полностью идентичен составу размываемых ледниковых отложений. В связи с этим при проведении опробования и интерпретации результатов следует учитывать представления о типах ореолов рассеяния, формирующихся в составе ледниковых образований. С этой целью разработана классификация ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов. В её основу положены данные опробования толщи ледниковых отложений, перекрывающей алмазоносные трубки Зимнебережного кимберлитового поля; обобщение опыта проведения шлихо-минералогических поисков в пределах Северо-Западных территорий Канады, Финляндии, Европейской части РФ. При составлении классификации учитывались существующие представления о механизме формирования различных типов ледниковых осадков.

В районах с широким развитием отложений покровных оледенений, при залегании ледниковых отложений непосредственно на срезе кимберлитовмещающих пород можно выделить два основных типа ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов (МИК):

- ближнего сноса, в отложениях основной морены, имеющие непосредственную связь с кимберлитовым источником, протяженностью первые км;
- в различных типах флювиогляциальных отложений, с учетом специфики их седиментации, сформированные в основном за счет размыва ореолов в моренах, протяженностью от первых до нескольких десятков км.

В настоящее время ореолы рассеяния от кимберлитовых тел наиболее хорошо изучены в основных моренах, где они имеют различную форму: конусообразную, ленточную, изометрично-овальную. Примером конусообразного ореола является ореол от трубки Сейтапера в поле Куопио-Каави (Финляндия). Примером ленточного ореола является ореол от Кимозерского тела кимберлитов в Карелии, ореолы подобного типа преобладают в пределах Северо-Западных территорий Канады. Овальные ореолы установлены над кимберлитовыми телами месторождения алмазов им. Ломоносова в Архангельской области. Форма ореолов рассеяния в основных моренах целиком связана с динамикой формирования и мощностью.

Ореолы рассеяния минералов-индикаторов в составе флювиогляциальных отложений еще недостаточно изучены.

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

*Конкин В.Д., Ручкин Г.В., (ФГУП ЦНИГРИ), Галямов А.Л. (ИГЕМ РАН),
Агеев Ю.Л. (ЗАО «СИБГК»)*

МНОГОФАКТОРНЫЕ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ РУДНЫХ ПОЛЕЙ С ЗОЛОТОРУДНЫМИ И КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ ЧАЯНГРИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА

Чаянгринский рудный узел, выделенный в Олокиито-Делюн-Уранской структурно-металлогенической зоне на северном фесе Байкало-Муйской провинции, характеризуется пространственным сочетанием структурно-вещественных комплексов (СВК), включающими вулканогенные, вулканогенно-туфогенно-карбонатно-терригенные, терригенно-карбонатные формации рифея задуговых бассейнов и вулканических гряд в орогенной области зоны сопряжения СВК с существенно карбонатно-терригенным флишоидным и вулканогенным выполнением. Все стратифицированные комплексы претерпели разнопорядковую линейную складчатость, осложненную неоднократно подновлявшимися серией субпараллельных сбросо-сдвиговых и надвиговых тектонических нарушений (Митрофанов и др., 1994; Гусев, Хаин, 1995; А.И.Иванов, 2010 и др.). Становление последних вероятно связано с процессами тектоно-магматической активизации (ТМА) в палеозое в связи с внедрением интрузий гранитоидного ряда с ареалом малых интрузий и сопровождающих их даек «пестрого» состава.

В структурном плане рудный узел имеет сложное линзовидно-блоковое строение с сочетанием блоков с моноклинальным и сложноскладчатым (изоклинальным с флексурообразными изгибами) строением в зонах разломов, контролируемых интрузивно-купольной структурой на периферии базальт-риолитовой вулканической постройки центрально типа.

Металлогенические особенности рудного узла (площадью около 350 км²) определяется совмещением в пространстве рудопроявлений золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой рудных формаций с жильными и жильно-прожилковыми рудными телами в метасоматитах березит-лиственитового и железо-магнезиально-карбонатного состава среди разнообразных пород (карбонатно-терригенно-туфогенных, черносланцевых и гранитоидных), а также стратиформных колчеданно-полиметаллических руд, формирование которых сингенетично процессам накопления рудовмещающей углеродсодержащей карбонатно-туфогенно-терригенной (черносланцевой) толще и синхронно вулканогенно-гидротермальной активности доскладчатой вулканической постройке центрального типа. Золоторудная минерализация связана с полистадийно проявленными гидротермально-метасоматическими образованиями заключительных стадий формирования комплекса малых интрузий гранитоидного ряда с дайками «пестрого» состава. На площади проявлены также признаки золото-ртутной и золото-кварцевой рудных формаций в карбонатных толщах.

Особенности геологического строения и металлогении Чаянгринского рудного узла позволили адаптировать к его площади основные элементы–признаки рудных полей Кокпотаского (золото-колчеданного в углеродистой вулканогенно-туфогенно-терригенной толще), Бамского (золото-сульфидно-кварцевого в гранитоидах) и Карлинского (золото-сульфидно-кварцевого в терригенно-карбонатной толще) и сходных с ним месторождений золота «Воронцовского типа».

Это позволило выделить в составе рудного узла площади рудных полей Джалагунского с рудопроявлением Левый Джалагун и др. в метасоматитах березит-лиственитового и «бурошпатового» (железо-магнезиально-карбонатного) составов по породам черносланцевой толщи, Догадынского с рудопроявлением Форелевое и др. в березитах по гранитоидам, Заголынского в экзо-эндоконтактовых зонах гранитоидов сред терригенно-карбонатных толщ, Средне-Чаянгринского в терригенно-карбонатных толщах с косвенными признаками зоны джаспероидизации, жильного окварцевания и единичные шлиховые знаки золота; Среднего с колчеданно-свинцово-цинковым рудами в черносланцевой толще флишоидного строения со вторичными ореолами золота на южном фланге.

Ведущими факторам, определяющими размещение рудных полей с минерализован-

ными золоторудными зонами с рудными телами золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций служат:

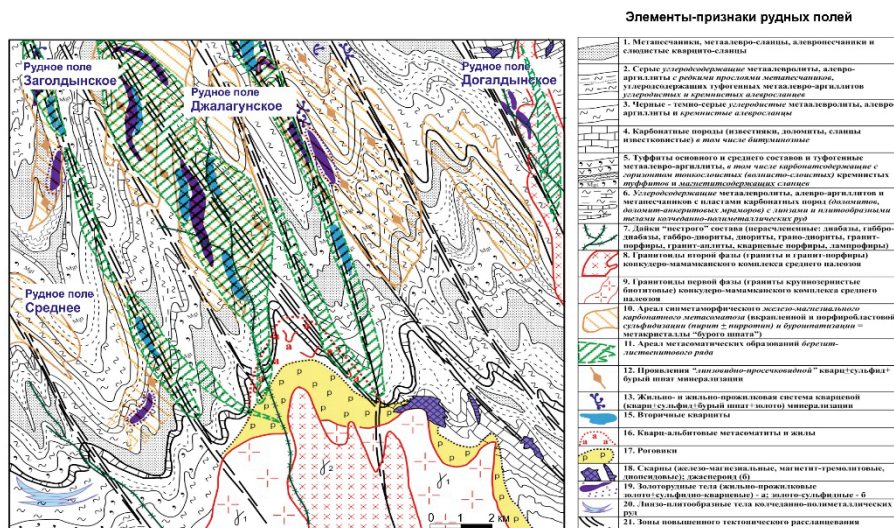
структурно-тектонический (интрузив-надинтрузивные зоны и межкупольные пространства с радиально-кольцевыми и продольными (субсогласными с общим структурным планом) зоны тектонического расщепления и трещиноватости, которые служат «ловушками» для гидротермально-метасоматических образований;

магматический и литолого-структурный (над и около интрузивные зоны комплекса малых интрузий гранитоидного ряда с ареалом даек «пестрого» состава среди разнообразных стратифицированных, в том числе карбонат содержащих черносланцевых, туфогенно-терригенных и терригенно-карбонатных толщ флишеидного строения);

гидротермально-метасоматический, представленный разнообразным сочетанием и степенью проявленности метасоматитов березит-лиственитового (чаще березитового) и железо-магнезиально-карбонатного («буропшатового») состава с полистадийной жильной и жильно-прожилковой золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой минерализацией.

Указанные прямые факторы, контролирующие размещение золоторудных полей, находят отражение в геохимических и геофизических полях: геохимические аномалии золота кроме аномалий собственно золота фиксируются аномалии его элементов-спутников — мышьяка, свинца, меди и цинка, висмута, серебра; геофизические аномалии — отрицательные изометричные гравиметрические аномалии фиксируют надинтрузивные зоны невоскрытых гранитных массивов, а линейные — тектонические зоны окварцевания, мусковитизации и березит-лиственитовых типов гидротермально-метасоматических образований; аномалии магнито- и электроразведки позволяют трассировать тектонические структуры разного ранга, а области интенсивного проявления мусковитизации выделяются по АГСМ-съемке калиевыми аномалиями.

Адаптированный вариант моделей обстановок нахождения золоторудных и колчеданно-полиметаллических месторождений в структурно-вещественных комплексах Чаянгринского рудного узла, с учетом элементов-признаков многофакторных прогнозно-поисковых моделей обстановок нахождения золоторудных полей с месторождениями золоторудного семейства и стратиформных колчеданно-полиметаллических, отражен на рисунке.



Косовец Т.Н., Орлова Г.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ)
КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ЧАДАКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (УЗБЕКИСТАН)

Чадакское рудное поле в Кураминском хребте, известное с середины прошлого века, несмотря на достаточно высокую степень отработанности и изученности, продолжает привлекать интерес исследователей, как классический объект жильного золото-серебряного оруденения в позднепалеозойском вулcano-плутоническом поясе. Оно относится к категории рудных полей, формирование которых происходило в тесном пространственно-временном переплетении, перемежаемости процессов вулканизма, интрузивного магматизма и оруденения, перекрываемого поздними проявлениями вулканизма.

Рудное поле размещается в одноименной вулcano-тектонической структуре (ВТС) Бельтау-Кураминского вулcano-плутонического пояса. ВТС примыкает с востока к зоне Угам-Кумбельского глубинного разлома, в силу чего она относится (по Арапову В.А. и Коржаеву В.П.) к классу приразломных депрессий.

Позиция рудного поля определяется его приуроченностью к области сопряжения краевой части ВТС и Чадакского интрузивно-купольного поднятия (ИКП), расположенного восточнее нее. При этом рудное поле располагается в створе скрытого разлома субширотного простирания, выявляемого по структуре магнитного поля. Все перечисленные элементы структуры отражены на рис. 1.

Как известно, для прогноза оруденения большое значение имеет регулярное размещение геолого-структурных элементов, в т.ч. рудоносных, с периодической повторяемостью их в пространстве, т.е. «рудный шаг». Эта универсальная закономерность проявляется в структурно-металлогенических таксонах разного ранга.

На Чадакском рудном поле подобная закономерность проявлена в расположении рудоконтролирующих разломов. Фактически площадь рудного поля представляет собой «пакет» узких тектонических блоков, размещающийся в мегаблоке, ограниченном зонами региональных разломов глубокого заложения. Субмеридиональная система нарушений, веерообразно расходящихся к югу, на широте Гузаксай-Пирмирабской группы месторождений представляет собой серию субпараллельных рудовмещающих разрывных структур, удаленных друг от друга на расстояния 750-1000 м. С удивительной регулярностью расположены соответственно и золоторудные жилы.

Анализ гравитационного поля верхней части земной коры Чаткало-Кураминского региона, выполненный В.А.Дубовым, показал размещение рудного поля в пределах отрицательной гравиметрической аномалии Саксова-Нигарда, отождествляемой с образованиями пониженной плотности. На Чадакском рудном поле им соответствует область гранитизации и палеовулканических построек.

В геохимических полях участки с проявлением продуктивной минерализации проявлены ореолами Au, Ag, As, Cu, Pb и слабо выраженными ореолами Sn, локально — Cd и W. Сгущение рудоносных трещин на графике напряженности магнитного поля сопровождаются отрицательными либо знакопеременными аномалиями (что очевидно имеет свое объяснение в особенностях минерального состава руд разных участков и метасоматически измененных пород).

Таким образом, комплексная модель рудного поля из наиболее выразительных признаков включает в себя элементы структурной упорядоченности рудо локализирующих структур, отличительные геофизические и геохимические характеристики рудовмещающего разреза и рудоносных структур. Разработка этой модели позволила более рационально комбинировать поисково-оценочные методики в детально разработанном ранее прогнозно-поисковом комплексе.

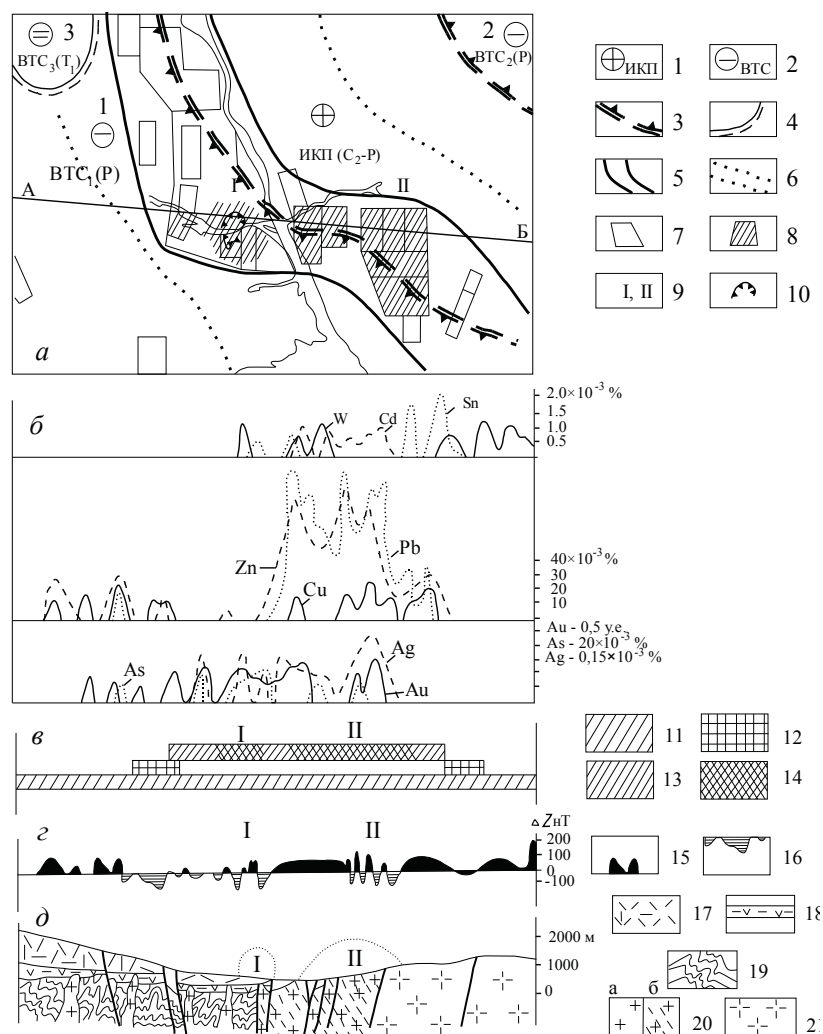


Рис.1. Модельные параметры Чадакского рудного поля:

а. Структурная схема рудного поля: 1 — интрузивно-купольное поднятие — ИКП (в скобках указан возраст магматических комплексов); 2 — отрицательные вулканотектонические структуры — ВТС — разного возраста и масштаба: 1 — Чадакская депрессия C₂-P₁, 2 — локальная грабенообразная структура C₂-P₁ в пределах ИКП, 3 — фрагмент кальдеры T₁; 4 — границы интрузивно-купольного поднятия; 5 — границы кальдеры; 6 — контур развития минерализации; 7 — участки детальных работ; 8 — участки с проявлением продуктивной минерализации; 9 — месторождения: I — Гузаксайское, II — Пирмиабское; 10 — контур карьера

б. Литогеохимические ореолы золота, серебра, мышьяка, свинца, цинка, меди, вольфрама и др. по разрезу А-Б.
в. Схема развития метасоматических формаций по разрезу А-Б: 11 — региональные пропилиты эпидот-хлоритовой фации; 12 — сольфатарные кварциты по ограничивающим разломам; 13 — региональные березиты (10–15% в объеме рудного поля); 14 — субрегиональные березиты (до 30% в объеме рудного поля)

г. График изменения напряженности магнитного поля в нТ по разрезу А-Б: 15 — положительные значения; 16 — отрицательные значения

д. Схема геологического разреза по линии А-Б: 17 — средний структурный ярус C₃-P₁ (шурабсайская свита); 18 — нижний структурный ярус C₂ (минбулакская свита); 19 — терригенно-вулканогенные и карбонатные образования фундамента D₂-C₁; 20 — а) интрузии гранитоидов C₂-C₂₋₃; б) активизированная в процессе пермо-триасового магматизма часть массива гранитоидов C₂-C₂₋₃; 21 — интрузии P₁-T₁.

Кузнецова С.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
**МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
РУДНОАЛТАЙСКОГО ТИПА И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Минералогические особенности стратиформных рудных тел и их метаморфические преобразования были изучены на примере и рудопроявлений Змеиногорского рудного района. Большинство рудных тел месторождений 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.

Изучены первичные гидротермально-осадочные руды и их метаморфические преобразования. Метаморфизм связан со становлением габбро-диорит-плагиогранит-гранитовой геологической формации. Выделяется три стадии метаморфической эволюции руд: перекристаллизация, частичная или полная мобилизация.

Гидротермально-осадочный этап рудообразования представлен галенит-сфалерит-пиритовой минеральной ассоциацией. Главными минералами ассоциации являются пирит, сфалерит, галенит. Данная ассоциация пользуется значительным распространением. Пирит, представлен колломорфными скоплениями и хорошо выраженными зональными почками, иногда встречается фрамбоидальный пирит. Сфалерит из-за своей пластичности редко сохраняется в своем первоначальном виде и развивается в виде тонкого агрегата мозаичного строения. Галенит наблюдается в подчиненном количестве, локализуясь в зональных почках. В сульфидах установлено повышенное содержание золота. В целом для ассоциации характерно содержание серебра до 1,5 г/т, в небольших количествах постоянно присутствуют висмут и селен, содержание кадмия варьирует в значительных пределах.

Стадия перекристаллизации выражена в трансформации структуры минералов, что особенно хорошо видно на примере пирита, который, как правило, превращается в гранобластовый агрегат, в котором иногда присутствуют реликты первичных почек. Сфалерит обнаруживает двойниковое строение, галенит при перекристаллизации первичных почек отжимается в межзерновые пространства пирита и консервируется. Сульфиды данной ассоциации значительно обеднены золотом, понижается содержание и других исследуемых элементов, в частности, кадмия в сфалерите.

Стадия мобилизации представлена кварц-сфалерит-пиритовой, пирит-халькопирит-(блеклорудной) и кварц-галенит-сфалеритовой ассоциациями, на некоторых рудопроявлениях в пирит-халькопиритовой ассоциации, вместо блеклой руды, развиваются самородный висмут и теллуриды висмута. Эти ассоциации характеризуются значительным повышением содержания серебра, селена, висмута, кадмия, и теллура.

Выявляются следующие основные минеральные типы руд: свинцово-цинковые, медно-свинцово-цинковые, цинковые, свинцовые, медные, которые имеют ритмично-слоистое распределение по мощности и латерали рудной зоны, что иллюстрировано на примере Петровского месторождения. В юго-восточной части наблюдается четыре четких ритма — переслаивание цинковой, свинцово-цинковой и медной минерализации, причем медная минерализация всегда находится в подошве ритма. В средней части рудной зоны характер зональности несколько меняется, появляется ритмы в которых присутствует чисто свинцовая минерализация. К западному флангу рудной зоны количество таких слоев значительно увеличивается, а медных уменьшается. Ритмичная слоистость выражена в чередовании ритмов свинцовый-свинцово-цинковый и цинковый-свинцово-цинковый. Таким образом в рудной зоне выделяется четкая ритмичная слоистость, более выраженная на флангах, при этом, по латерали, происходит обогащение свинцом к западным флангам и медью к восточным флангам.

Выявленные закономерности используются для целей разбраковки рудной минерализации на ранних стадиях прогнозно-поисковых исследований.

**Курганьков П.П., Зобов Н.Е., Корнев Т.Я., Шарифулин С.К. (ГПКС «КНИИГиМС»)
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЙ КОМПЛЕКС И ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ
КУРТУШИБИНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО САЯНА**

Работами ГПКС "КНИИГиМС" при участии кураторов ЦНИГРИ локализованы и оценены прогнозные ресурсы Куртушибинской металлогенической зоны в Западном Саяне.

Металлогеническая зона и рудные узлы в ее пределах выделены на первом этапе прогнозно-металлогеническими работами по оценке золотоносности Юга Красноярского края в комплексе с ревизионно-поисковыми работами на опорных участках масштаба 1:25 000–1:10 000. В результате оценена на золото Куртушибинская зона, выделены и оценены в её пределах 4 потенциально золоторудных узла: Верхнеамыльский, Хайлыкский, Макаровский и Коярдский с ресурсами 90–94 т золота каждый.

Следующим этапом проводились поисковые работы в пределах выделенных рудных узлов, с целью оценки прогнозных ресурсов более высоких порядков (P_1 и P_2).

На Верхнеамыльском и Хайлыкском узлах проведен комплекс опережающих геохимических по вторичным ореолам рассеяния и геофизических (магниторазведка и электроразведка методом ВП-СТ) работ с последующей заверкой аномалий горными выработками и поисковыми скважинами. В результате оценены и апробированы ЦНИГРИ прогнозные ресурсы золота до глубины 55–85 м: Верхнеамыльского рудного узла категории P_1 — 44,5 т и категории P_3 — 20 т; Хайлыкского рудного узла категории P_1 — 5,9 т, P_2 — 27,3 т, P_3 — 53 т.

В настоящее время ведутся опережающие геохимические и геофизические работы с заверкой аномалий горными выработками в пределах Макаровского потенциально рудного узла на выделенной в его пределах перспективной Макаровской площади, с целью оценки прогнозных ресурсов золота категории P_2 — 50 т. Ресурсы золота категории P_3 составляли в 94 т.

В резерве остаются Коярдский рудный узел и Верхнеусинская площадь Макаровского рудного узла оцененных по категории P_3 в 90 т золота каждый.

По результатам лабораторно-технологических исследований и геолого-экономической оценки участки Верхнеамыльского и Хайлыкского рудных узлов с прогнозными ресурсами золота P_1 и P_2 являются рентабельными для открытой отработки до глубины 55–85 м с извлечением золота кучным выщелачиванием.

В основу реализованного прогнозно-поискового комплекса работ положены прогнозно-поисковые модели адаптированные к условиям поисков.

Модели традиционно включают комплексы критериев и признаков используемые, как на более региональных, так и локальных стадиях прогноза и поисков. Это блоки структурно-формационных, литолого-стратиграфических, магматических, структурно-тектонических, метасоматических, геохимических, геофизических и других характеристик, в том числе в сопоставлении с эталонами.

Проведенные работы показывают, что золотое оруденение территории связывается, главным образом, с прожилково-вкрапленным типом золото-сульфидно-кварцевым и золото-сульфидным, образующими стратойдные залежи и линейные штокверки. Золото представлено двумя типами: свободное, которое преобладает и дисперсное. Главными минералами руд являются: арсенопирит, пирротин, пирит; второстепенными: халькопирит, блеклые руды, сфалерит. Пробность золота 800–900 %. Среднее содержание золота в прогнозных ресурсах 1,1–4,0 г/т.

Согласно технико-экономическим расчетам извлечение запасов экономически эффективно. Запасы объектов имеют промышленные значения.

По имеющимся материалам, можно говорить о новом золоторудном кластере на юге Красноярского края, как новом горнорудном районе. Со строительством железной дороги Курагино-Кызыл открываются новые перспективы его освоения и развития горнорудной промышленности всего юга Центрально-Сибирского региона.

**Лаломов А.В., Чефранов Р.М., Григорьева А.В., Магазина Л.О. (ИГЕМ РАН)
ЭВОЛЮЦИОННАЯ РЕТРОСПЕКТИВНО-СТАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ВАГРАНСКОГО РОССЫПНОГО УЗЛА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)**

Вагранский золотоносный россыпной узел локализован в предгорьях Северного Урала в зоне низкогогорного рельефа в пределах четвертичных водотоков I–III порядков. Характерной особенностью узла является отсутствие коренных источников. Предполагается, что золото было высвобождено из коренных пород еще на стадии позднемезозойской пенепленизации Уральского складчатого пояса и переотложено в образования четвертичного аллювиального комплекса через систему структурно-эрозионных долин.

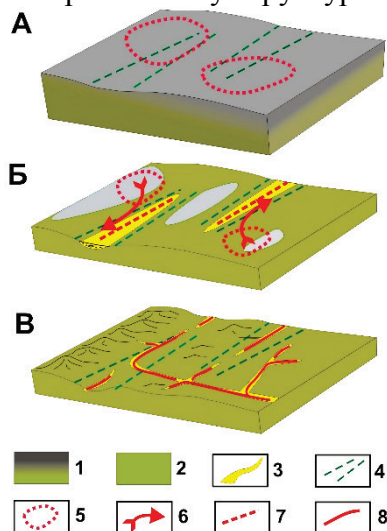


Рис. Эволюционная ретроспективно-статическая модель Вагранского россыпного узла. А — позднемезозойский-раннекайнозойский этап, Б — олигоцен-плиоценовый этап, В — четвертичный этап. 1 — коры выветривания, 2 — комплекс метаморфизованных и магматических пород протерозоя и палеозоя, 3 — отложения флювиального комплекса, 4 — зона эрозивно-структурных депрессий, 5 — зона коренной золоторудной минерализации, 6 — направление переноса материала, 7, 8 — россыпи золота: 7 — эрозивно-структурных депрессий, 8 — аллювиальных долин

Эволюционная система россыпного узла на различных уровнях эрозионного среза Уральской складчатой системы выглядит следующим образом:

Рис. А. Позднемезозойский-раннекайнозойский этап пенепленизации характеризовался выравниванием рельефа, интенсивным выветриванием с образованием кор мощностью от 10-20 до 80 м и высвобождением золота из вмещающих коренных пород. Происходило заложение системы эрозивно-структурных депрессий, параллельно простиранию Уральской складчатой системы.

Рис. Б. Начало в олигоцене тектонической активизации привело к воздыманию пенепленизированной поверхности, расчленению, активной эрозии и переотложению золота в россыпи эрозивно-структурных депрессий, которые послужили промежуточными коллекторами для четвертичных россыпей.

Рис. В. Формирование современного рельефа. В пределах приподнятой части сохраняются реликты позднемезозойский-раннекайнозойский поверхности выравнивания. В тектонически опущенных блоках выявлены отложения кор выветривания и фрагменты эрозивно-структурных депрессий, по которым заложены современные водотоки II–IV-го порядков. Переотложенное с эродированных уровней золото сконцентрировано в четвертичных отложениях долин современных водотоков. Величина эрозионного вреза оценивается разными авторами от 500 м до нескольких километров, поэтому коренные источники золотоносности могли быть полностью эродированы.

Полученные данные о строении разновозрастных россыпеобразующих уровней Вагранского узла составляют понятийную (качественную) модель, которая является основой для создания на следующем этапе проекта цифровой (количественной) ретроспективно-статической модели, несущей информационно-прогнозную функцию.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта НИР № 72-8 «Эволюция россыпеобразующих систем в процессе литогенеза: от мобилизации вещества до россыпей дальнего сноса».

РУДООБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ПЕЧЕНГСКОГО РАЙОНА

Печенгский рудный район известен крупными медно-никелевыми месторождениями, и является обособленным сегментом Печенга-Имандра-Варзугской зоны карелид с особым сочетанием тектонических структур, ассоциаций горных пород и рудных месторождений. На северо-востоке он ограничен Воронье-Колмозерской, на юго-востоке — Лицко-Урагубской, на северо-западе — Инари-Киркенесской зонами разломов и на юго-западе — системой разломов северо-западного простирания. В такой интерпретации архейский фундамент Печенгского рудного района включает фрагменты Норвежско-Кольского блока и блока Инари, а его протерозойские структурные элементы представлены Печенгской структурой и ее продолжением поясом Пасвик-Полмас, Лицко-Арагубской цепочкой гранитоидных массивов и массивом Вайноспаа, а также многочисленными разломами, разделяющими архейский фундамент на тектонические блоки более высокого порядка.

В пределах этих границ в Печенгском районе находятся архейские месторождения железистых кварцитов Судварангера, протерозойские проявления платинометальной и медно-никелевой минерализации (Гора Генеральская), медно-никелевые месторождения Печенгского и Аллареченского рудных полей, разнотипные месторождения и рудопроявления радиоактивных руд (Лицевское месторождение) и гидротермальные свинцово-цинковые жилы более молодого возраста, а также проявления зоторудной минерализации в разрезе СГ-3 и в Южно-Печенгской структурной зоне на поверхности.

Изучение глубинного строения района на основе корреляции разреза Кольской сверхглубокой скважины и материалов по поверхности позволили построить интегральную геодинамическую модель до глубины 15 км и расшифровать внутреннее строение никеленосной Печенгской структуры. В новой интерпретации габбро-верлитовые интрузии трактуются как субгоризонтальные силлы, которые позднее были тектонически нарушены, рассланцеваны и метаморфизованы, что повлекло за собой формирование более богатых эпигенетических руд в зонах синметаморфического рассланцевания.

При создании модели до глубины 40 км использованы результаты сейсмотомографического изучения переходной зоны Балтийский щит — шельф Баренцева моря. Под Печенгской структурой был зафиксирован локальный подъем раздела Мохо, интерпретированный как реликтовый мантийный плюм. В Печенгском районе континентальная кора делится на верхнюю гетерогенную и нижнюю гомогенную, отличающиеся по величине скоростных параметров. Аномалии с максимальными значениями V_p/V_s интерпретируются как промежуточные магматические камеры. Установлено, что роль мантийных источников и процессов в развитии уменьшалась, а внутрикоровых увеличивалась. Этим объясняется последовательный переход платинометального оруденения в связи с гипербазитами к сульфидному медно-никелевому в ассоциации с габбро-верлитовыми интрузиями и далее к метаморфогенному гидротермально-метасоматическому урановому и золотому рудообразованию.

Рудообразующие системы Печенгского рудного района включают известные медно-никелевые месторождения и рудопроявления МПГ, урана, золота, свинца и цинка. Они составляют 4 разнотипные системы: PGE — плутоногенную; Cu-Ni — вулканоплутоногенную; U и Au — флюидно-метасоматические, сформировавшиеся в различных геотектонических условиях карельского и свекофеннского циклов и гидротермальную Pb-Zn рифейского цикла.

Маркин М.Ю., Парада С.Г., Столяров В.В., Шишкалов И.Ю.

(Институт аридных зон Южного НЦ РАН)

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ДЕНУДАЦИОННОГО СРЕЗА ЗОЛОТО-СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Проведены геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния в восточной части Передового хребта, включающей Северный фланг Тырныаузского рудного поля (Кабардино-Балкарская республика). В результате отстроены карты моноэлементных геохимических аномалий рудообразующих элементов. Рудоносная Зыгыркольская зона проявилась аномалиями золота, серебра, меди, цинка, свинца, олова, мышьяка, вольфрама, молибдена, висмута, сурьмы и марганца. Наиболее контрастные из них совпадают с выходами золотоносных скарнов. Проанализировано положение геохимических аномалий по отношению к этим выходам, что соответствует уровню их эрозионного среза (таблица). В условиях резко расчлененного рельефа это можно рассматривать как объемное моделирование по геохимическим данным, обоснованное в работе (Бураго и др., 2013).

Таблица — Схема проявления геохимических аномалий во вторичных ореолах рассеяния (+) в пределах Зыгыркольской рудоносной зоны Северного фланга Тырныаузского рудного поля

Золотоносный участок	Sb	As	Pb	Zn	Au	Ag	Cu	Sn	W	Mo	Bi	Mn	Абсолютные отметки рельефа, м	
													min	max
Перевальный	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	3100	3200
Верхний	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	2900	3100
Средний	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	2700	2900
Нижний	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	2500	2700

Данная таблица в совокупности с комплектом моноэлементных карт позволяет получить представление о геохимической зональности Северного фланга Тырныаузского рудного поля. В соответствии с классификацией А.А.Головина (2006) ее можно отнести к внутреннему подтипу конформного типа. Выявленная геохимическая зональность отражает с одной стороны металлогеническую зональность рудного поля (вольфрам и молибден — тыловая зона; золото — промежуточная; свинец, сурьма — фронтальная), с другой стороны — уровень эрозионного среза рудоносной структуры. Очевидно, что участки одиночных аномалий сурьмы указывают на минимальный эрозионный срез золотоносной структуры, а участки развития только аномалий марганца указывают на максимальный ее срез. Для более точной оценки уровня среза золотоносных структур обычно используются отношения групп индикаторных элементов, отражающих минимальный и максимальный срез (Чекваидзе, Миляев, Исакович, 2009; Ворошилов, 2009). Используя, например, индикаторное отношения $Ag \cdot Pb \cdot Sb / W \cdot Co \cdot Mo = k$, мы подтвердили надрудный уровень среза для аномалий над не выходящим на поверхность Перевальным скарном ($k = 605$), верхнерудный срез для участка Среднего скарна ($k = 0,21$) и среднерудный — для Нижнего скарна ($k = 0,01$), что соответствует геологическим данным и результатам поисковых работ.

Таким образом, для исследуемой территории можно выделить следующие, индикаторные группы элементов: 1) примерно одного с золотом уровня (Ag, Cu); 2) указывающие на последовательное увеличение глубины эрозионного среза рудоносной зоны (Sn, W, Mo, Bi, Mn, соответственно); 3) указывающие на последовательное уменьшение глубины эрозионного среза рудоносной зоны (Zn, Pb, As, Sb, соответственно).

ГИДРОГЕННЫЙ РУДОГЕНЕЗ — НЕТРАДИЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Туранская плита со складчатым обрамлением — современная эталонная модель гидрогенного рудообразования в чехле платформенных областей, в пределах которых металлогеническая специализация отдельных геологических блоков определяется их тектонической историей в новейшее время. Потенциал рудоносности артезианских бассейнов, приуроченных к чехлу молодой платформы, связан с интенсивностью преобразования пород (в зависимости от их положения в коллизионных структурах) и возможностью последующего перехода полезных компонентов в газожидкий флюид с перемещением к участкам газо- и нефтелокализации, а в дальнейшем, уже в растворах, к областям рудообразования. Ведущую роль при гидрогенном рудообразовании играют три рудообразующие системы (РС): стадиальная (катагенетическая), эксфильтрационная и инфильтрационная. Стадиальная РС — гидродинамически закрытая. Она характеризуется образованием жидких (нефть и гидроминеральное сырье) и газообразных (горючий газ) полезных ископаемых. Деятельность эксфильтрационной РС обуславливает формирование многочисленных рудопроявлений и месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. Этот процесс связан с гидродинамической раскрытостью системы и началом реализации потенциальных возможностей растворов, сформированных в стадию катагенеза. Происходящие процессы приводят к необратимым изменениям газожидкого флюида с постепенным разрушением единой многокомпонентной системы. Действие инфильтрационной РС начинается после полной декомпрессии в коллекторах. Области питания подземных вод — складчатые образования горного обрамления. Оруденение локализуется в водопроницаемых породах, выполняющих крупные впадины и межгорные депрессии. Направление движения пластовых вод определяется размещением региональных и локальных очагов их разгрузки. Проведено металлогеническое районирование территории, охватывающей Туранскую плиту и депрессионные впадины ее горного обрамления. Выделено четыре металлогенические провинции с определенными особенностями распределения благородных металлов в рудах различных месторождений и рудопроявлений. Притяньшаньская рудная провинция, обособляется преобладанием инфильтрационной РС. На выклинивании зон пластового окисления, развивающихся в водоносных горизонтах, сформирован ряд урановых полиминеральных месторождений, где в рудах установлены невысокие концентрации Au. Афгано-Таджикская рудная провинция характеризуется исключительной сложностью структурной позиции, где в разной степени проявлены стадиальная, эксфильтрационная и инфильтрационная РС. Большинство руд месторождений и рудопроявлений цветных, редких, рассеянных металлов, содержат Ag. Копетдагская рудная провинция выделяется активной “работой” стадиальной и эксфильтрационной РС, что и определяет их металлогенический облик. Это области с наличием гидроминерального сырья содержащего Ag. Здесь же установлены Au и следы Pt в выбросах грязевых вулканов. Восточнее находится Копетдагская область с преобладанием эксфильтрационной РС с рядом проявлений Pb, As, Cu, Mo с сопутствующими Ag и Au. Внешняя часть района, примыкающая к Туранской плите, отличается многочисленными проявлениями Hg и Zn с сопутствующими Cd, Ga, Ge, Pb, Ag. В местах развития железных “шляп” и в родниковых водах установлено Au. Туранская рудная провинция — территория с превалированием стадиальной РС, в пределах которой есть районы с наличием эксфильтрационной РС и попеременным действием эксфильтрационной и инфильтрационной РС. В ее западной части Fe-Mn проявления содержат Au, а в северо-восточной Au и следы Pt. Центральный район характеризуется наличием месторождений серы содержащих Ag. Потенциал гидрогенного благороднометалльного рудообразования остается неясным и требует дальнейшего изучения.

Плотинская О.Ю. (ИГЕМ РАН)
МИНЕРАЛЫ ПЕРЕМЕННОГО СОСТАВА В ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ УРАЛА

Строение комплексных порфирово-эпитеpmальных систем подробно описано в литературе, например (Sillitoe, 2010 и др.). По имеющимся представлениям на глубинах менее полутора км формируется Au-Ag эпитеpmальная минерализация, а на глубинах два и более км — Mo-Cu-порфировая. При наличии в разрезе карбонатных пород образуются скарны и связанное с ними метасоматическое полиметаллическое оруденение. В области развития эпитеpmальной минерализации в центре образуются месторождения высокосульфидизированного (HS) типа, а на периферии — промежуточно-сульфидизированного (IS).

Примером территории, где известно несколько таких систем может служить Биргильдинско-Томинский рудный узел, расположенный в Восточно-Уральской вулканогенной мегазоне Южного Урала (Грабежев и др., 1998; Plotinskaya et al., 2014). Нами изучено несколько Cu-порфировых (Томинское, Калиновское, Биргильдинское и др.), стратиформных (Cu-Ag-Pb-Zn Биксизак) и Au-Ag эпитеpmальных (Березняковское, Мичуринское) месторождений. В сравнительных целях привлекались эпитеpmальные месторождения Нистру и Кавник (Бая Маре, Румыния), Озерновское (Камчатка) и Прасоловское (о-в Кунашир) и др.

Изучение типоморфных особенностей основных рудных и жильных минералов на перерисленных объектах позволило предложить модель поведения некоторых минералов переменного состава в порфирово-эпитеpmальной системе. Ключевыми элементами данной модели являются следующие закономерности:

При переходе от порфировой обстановки к эпитеpmальной в турмалине изоморфизм $Al \rightarrow Fe^{3+}$ сменяется на сочетание схем изоморфизма: $Fe^{2+} \rightarrow Mg$ и ${}^X\Box + {}^YAl \rightarrow {}^XNa + {}^YMg$ и это позволяет использовать турмалин в качестве индикатора, совмещенного порфирово-эпитеpmального типа оруденения (Бакшеев и др., 2012).

В HS-обстановке в блеклых рудах преобладает изоморфизм $Cu \rightarrow Fe$ и $Te(\pm Bi) \rightarrow As$, причем последний наиболее характерен для верхних горизонтов, где также встречается изоморфизм $S \rightarrow Se$.

В IS-обстановке в блеклых рудах преобладает изоморфизм $As \rightarrow Sb$ и $Fe \rightarrow Zn$, а в периферических зонах системы к ним добавляется изоморфизм $Ag \rightarrow Cu$.

Пробность золота падает от HS- к IS обстановке (и, соответственно, от ранних ассоциаций к поздним и от центра порфирово-эпитеpmальной системы к ее периферии).

В IS-обстановке для сфалерита характерны вариации содержаний Fe и Mn, тогда как в центре, в HS-обстановке, содержания Fe и Mn низки за счет высокой fS_2 .

**Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Салтанов В.А., Громов П.А., Петрушков Б.С.,
Алексеев Д.А., Шманык А.В. (ФГУП «ВСЕГЕИ»)**

**ПОИСКИ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ РУД НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА НА
ВОСТОЧНОМ ТАЙМЫРЕ В СВЯЗИ КАРБОНАТИТАМИ-КУЛЬДИМИТАМИ
(КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ БАРИТ-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ
НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ)**

В 2006–2007 гг. при составлении Госгеолкарты-1000/3 листа S-49 (Нордвик) на территории Таймырской складчатой области (Подкаменно-Кульдимский потенциальный полиметаллический рудный район) выявлен ареал карбонатитовых тел нетрадиционного типа с полиметаллически-сульфидным и флюорит-баритовым оруденением. Предшественниками [Госгеолкарта 1000/2, 1998] карбонатиты выделялись как девонские осадочные карбонатные образования среди терригенных каменноугольно-пермских отложений. В настоящее время доказывается флюидно-эксплозивное и плутоническое происхождение карбонатитов (кульдимитов) в тесной пространственной и временной ассоциации с интрузиями субщелочно-щелочного ряда состава: феррогаббродолерит→диорит→кварцевый монцодиорит→кварцевый сиенит [Proskurnin et al., 2008, Проскурнин и др. 2008, 2010; Петров и др. 2010, 2011].

Для оценки перспектив рудоносности карбонатитовых массивов на свинцово-цинковое оруденение и сопутствующую минерализацию на двух перспективных площадях Восточного Таймыра были проведены опережающие геохимические поиски с локализацией и оценкой прогнозных ресурсов категорий P_2 и P_3 . Был использован поисковый комплекс, включавший литохимическое опробование по потокам рассеяния масштаба 1:200 000, литохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния масштабов 1:50 000 и 1:10 000, геофизические работы масштаба 1:10 000 — магниторазведку и электроразведку (площадную ВП-СЭП и профильную ВП-ВЭЗ) на детализационных участках, специализированные геолого-поисковые маршруты с различными видами опробования, проходку канав и бурение короткометражных скважин.

По результатам проведенных работ составлена геохимическая основа прогнозной карты Подкаменно-Кульдимского района. Установлен нетрадиционный тип полиметаллического оруденения, представленный штокверковыми зонами минерализации, приуроченными к массивам карбонатитов корового типа в ассоциации с интрузиями феррогаббро-монцитграносиенитового состава. Наиболее рудоносный карбонатитовый массив «Кошка» представлен лополитом с трубообразным подводящим каналом (по данным геоэлектрической модели ВЭЗ-ВП). В результате детализационных работ локализованы рудопроявления (с оцененными прогнозными ресурсами по кат. P_2): полиметаллическое «Кошка» ($Zn + Pb$ — 41 тыс. т, Cd — 425 т при среднем содержании $Zn + Pb$ — 4,33 %, Cd — 402 г/т) и баритовое «Нагорное» (ресурсы 5,2 млн т при среднем содержании $BaSO_4$ — 56,8 %). По масштабу можно ожидать мелкое полиметаллическое и среднее — крупное баритовое месторождения.

Сформирована предварительная геолого-поисковая модель свинцово-цинкового оруденения в «карбонатитах». Предложена концепция промежуточных средне-позднетриасовых флюидно-магматических очагов, формирующихся на уровне девонских соленосных карбонатных отложений под среднекаменноугольно-пермской глинисто-терригенной покрывкой. Образование собственно флюидно-эксплозивных и интрузивных массивов рудоносных карбонатитов-кульдимитов связано с раннекиммерийской складчатостью и декомпрессией очагов.

Подкаменно-Кульдимский рудный район рассматривается как составляющая Новоземельско-Таймыро-Верхоянского серебро-полиметаллического пояса.

Прусакова Н.А., Громцев К.В., Комарова О.И. (ФГУП ЦНИГРИ)
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ
ЧАСТИ РФ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

Прогноз и поиск новых месторождений алмазов на севере европейской части РФ является одним из приоритетных направлений исследований ЦНИГРИ. Основой этих исследований, является системный подход, нацеленный на последовательную локализацию объекта поиска: перспективной площади ранга прогнозируемого потенциально алмазоносного кимберлитового поля и в его пределах локального участка ранга куста кимберлитовых тел, где проводится постановка поисковых работ на обнаружение коренных источников алмаза. Прогноз потенциально алмазоносного кимберлитового поля осуществляется поэтапно через промежуточные прогнозно-поисковые объекты (алмазоперспективные площади): потенциально алмазоносные провинции, субпровинции, кимберлитоконтролирующие зоны и районы. При этом одно из ведущих мест отводится так называемому специализированному геолого-геофизическому районированию исследуемой территории, проводимому на основе комплексной интерпретации разнообразной геолого-геофизической информации. Целью этих работ является выявление, с использованием критериев прогнозирования, факторов (предпосылок) индикаторов алмазоперспективных площадей, сопоставляемых с минерагеническими таксонами различного ранга. Критерии, сформулированы на основе иерархически соподчиненной системы геолого-геофизических прогнозно-поисковых моделей разноранговых минерагенических таксонов, разработанных ЦНИГРИ.

В процессе геолого-геофизического районирования рассматриваемой территории, согласно модельным представлениям, проводилось изучение особенностей строения глубинных горизонтов литосферы, аномальных особенностей теплового, гравитационного и магнитного полей. Изучение особенностей строения глубинных горизонтов литосферы проводилось на основе анализа и обобщения интерпретационных данных (карт, схем, разрезов) глубинных сейсмических (ГСЗ, ГСЗ-МОВЗ, МОВ-ОГТ, КМПВ), магнито-теллурических (МТЗ), тепловых исследований. Изучение аномальных особенностей потенциальных геофизических полей проводилось по картам их трансформант. При этом в качестве цифровых основ использовались сводные цифровые модели этих полей, составленные по данным магнитометрических и гравиметрических съемок м-ба 1:200 000 и крупнее.

Локализация (позиция и границы) прогнозируемых алмазоперспективных площадей, как правило, ранга потенциально алмазоносных субпровинций и кимберлитовых полей определяются комплексной областью совмещения на плоскости, предпосылок-индикаторов соответствующих прогнозно-поисковых объектов. Одним из технологических приемов комплексирования предпосылок-индикаторов является компьютерное суммирование.

Результаты выполненного геолого-геофизического районирования позволили выделить на территории севера европейской части РФ две крупные алмазоперспективные площади ранга потенциально алмазоносных провинций — Кольско-Карельскую и Волго-Уральскую. В пределах этих прогнозируемых потенциально алмазоносных провинций выделены алмазоперспективные площади ранга потенциально алмазоносных субпровинций (Кольско-Беломорская, Северо-Карельская, Западно-Карельская, Южно-Карельская, Ветреного пояса, Шенкурская, Сысольская). В пределах республики Коми выделена алмазоперспективная площадь — Среднетиманская, ранга потенциально алмазоносной субпровинции. В контурах выделенных потенциально алмазоносных провинций и субпровинций нами прогнозируются 29 площадей, перспективных для локализации кимберлитовых (лампроитовых) полей.

**Савва Н.Е. (СВКНИИ ДВО РАН), Волков А.В. (ИГЕМ РАН),
Ишков Б.И. (ООО «Омолонская золоторудная компания»), Сидоров А.А. (ИГЕМ РАН)
ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ НЕТРАДИЦИОННОГО ЗОЛОТО-ГЕМАТИТ-БАРИТОВОГО
ТИПА ОРУДЕНЕНИЯ НА ОМОЛОНСКОМ КРАТОННОМ
ТЕРРЕЙНЕ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)**

Настоящий доклад посвящен моделированию условий рудообразования на примере, недавно разведанного, месторождения Прогнозного на Омолонском кратонном террейне в Северо-Эвенском районе Магаданской области. Нетрадиционный золото-барит-гематитовый тип руд относится к легкообогатимому, так как практически не содержит других рудных минералов, кроме гематита и золота. Рудные залежи содержат золото пробностью 806‰ (среднее) и крупностью 10–200 мкм, которое присутствует не только в кварц-баритовых прожилках, но и в гематитизированных туфах, где сростается с тонкочешуйчатым гематитом.

Поисковая модель, построена на основании геолого-структурных и минералогических исследований.

1. Пространственное положение — краевая часть воздымающегося Хивачского выступа архейского кристаллического фундамента, с которого осуществлялся снос кластогенного материала в примыкающий к нему мелководный бассейн.

2. Формирование рудных залежей — в остаточный мелководный бассейн выносились обломки золотоносных архейских железистых кварцитов и метабазитов, поступавшие с поднятого блока Хивачского выступа. Этим окатанным и полуокатанным материалом была сложена кластическая составляющая пологозалегающей вулканогенной толщи кедонских туфопесчаников и туфогравелитов (D_{2-3}) с рассеянным кластогенным и гипергенным Au (красноцветная пачка железистых вулканогенно-осадочных пород) — сходная с мелководной молассовой формацией. Толща содержит пологозалегающие линзовидные пласты, обогащенные

тонким золотом и минералами железа (гематитом) россыпного типа, образовавшиеся в результате гравитационной сепарации осадков в прибрежной зоне. Таким образом, первичный источник золота в девонских вулканитах — вещество из области сноса архей-протерозойских пород — золотоносных железистых кварцитов и metabазитов. Последующее перераспределение золота и железа в зоны кварц-гематит-барит-карбонатных прожилков происходит при внедрении меловых даек и силлов с образованием бананцев.

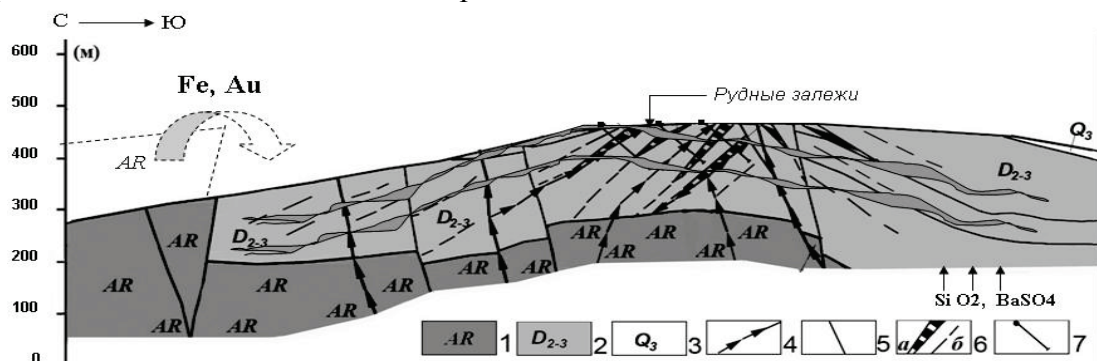


Рис. 2. Модельный геологический разрез месторождения Прогнозное:

1 — архейская группа. Биотит-полевошпатовые сланцы, плагиоклаз-микроклиновые гранито-гнейсы; 2 — девонская нижняя толща Кедонской серии: туфобрекчии, туфогравелиты, туфоалевролиты, туфы и лавобрекчии андезитов и дацитов; 3 — четвертичные отложения: аллювиальные пески, галечники, ледниковые пески, глины и суглинки; 4 — позднемеловые дайки и силлы базальтов, адезито-базальтов, долеритов; 5 — разломы; 6 — рудные тела: а — установленные, б — предполагаемые; 7 — колонковые скважины

Серавина Т.В. (ФГУП ЦНИГРИ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ БЕРЕЗОВОГОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

Березовогорское рудное поле находится на северо-западе Змеиногорского рудного района и занимает площадь 64 км². Полиметаллическая минерализация в пределах рудного поля была известна с конца XVIII в, однако последние детальные исследования в пределах Березовогорского рудного поля проводились лишь в 1950–60 гг. Берёзовогорской партией ЗСГУ.

В строении рудного поля принимают участие осадочные и вулканогенно-осадочные породы мельничной свиты, субвулканические риодациты и андезиты ранне-среднедевонского возраста мельнично-сосновского вулканического комплекса и верхнедевонские породы змеиногорского интрузивного комплекса. Палеозойский фундамент на 90–95 % перекрыт рыхлыми мел-палеоген-четвертичными образованиями различного состава и мощности.

На территории рудного поля известны Майское и Тушканихинское месторождения, а также Отрадинское, Никольское, Хлебниковское, Капустинское рудопроявления, залегающие в вулканогенно-осадочном разрезе и приуроченные к участкам развития жерловых фаций. Рудные тела месторождений приурочены к участкам фациальных переходов известковистых и кремнистых туфогенных алевролитов и кремнистых туффитов.

В результате работ, проведенных ФГУП ЦНИГРИ в 2009–2012 гг., Березовогорское рудное поле признано перспективным, что определялось благоприятным положением в формационном разрезе, литолого-фациальной обстановкой, степенью гидротермально-метасоматических изменений, наличием рудопроявлений и точек минерализации, рудными подсечениями, в ряде случаев не оконтуренными по простиранию и падению, а также косвенными геохимическими и геофизическими и другими критериями и признаками.

На основе созданной прогнозно-поисковой модели и комплексирования методов поисков выделены два поисковых участка: Восточно-Майский и Центрально-Березовогорский, на которых в настоящее время Алтайская партия ФГУП ЦНИГРИ проводит поисковые работы. Эти участки соответствуют созданной геолого-поисковой модели Майского месторождения.

Для прослеживания рудоносной толщи Майского месторождения на восток, по падению и простиранию, на Восточно-Майском участке было проведено поисковое бурение, выявившее

зону рудной минерализации. Характерной чертой вскрытой минерализации является четкая минералого-геохимическая зональность в виде смены с юго-востока на северо-запад полиметаллической минерализации медно-колчеданной. Сульфиды образуют вкрапленные, гнездово-вкрапленные, прожилковые, реже массивные текстуры. Структуры гипидиоморфнозернистые, аллотриоморфнозернистые, эмульсионная, гранобластовая и другие. Сульфиды составляют от 5% в бедных участках до 50–80% массы шлифа в прожилково-вкрапленных и массивных участках. Также в ходе полевых исследований были выполнены геохимические работы (ионно-потенциометрическим методом), по результатам которых была выявлена выдержанная высококонтрастная геохимическая аномалия субширотного простирания.

Центрально-Березовогорский участок в настоящее время наименее изучен комплексом опережающих работ. В пределах участка выявлены две протяженные (порядка 2 км) мультипликативные геохимические аномалии $\text{Cu} \times \text{Zn} \times \text{Pb}$. Северная аномалия приурочена к горизонту кремнистых алевролитов; а южная (продуктивная) к пачке туфов кислого состава. Южная аномалия в западной ее части представлена достаточно контрастными ореолами рассеяния.

Таким образом, геологическое строение и литолого-фациальные особенности Березовогорского рудного поля показывают высокую перспективность обнаружения в его пределах месторождений рудноалтайского типа.

Сидоров А.А., Волков А.В., Мурашов К.Ю., Алексеев В.Ю., Сидорова Н.В. (ИГЕМ РАН)
**ПЕРСПЕКТИВЫ AU-AS-SB МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВКРАПЛЕННЫХ,
СУЛЬФИДНЫХ РУД С УПОРНЫМ ЗОЛОТОМ**

Вовлечение в эксплуатацию месторождений золото-сульфидного типа с упорным «невидимым» золотом позволит увеличить и стабилизировать уровень золотодобычи в России до конца текущего века, так как на каждом месторождении, возможно, добывать ежегодно от 5 до 25 т золота десятилетиями (как показывают примеры Олимпиадинского, Майского, Албазинского и Маломырского месторождений). В последние годы из этих руд добывается 12–15 % золота от общего объема в России. Важное, часто самостоятельное промышленное значение имеют руды зоны окисления (химических кор выветривания) этих месторождений.

Крупные Au-As-Sb-месторождения вкрапленных руд распространены глобально, известны в различных по возрасту металлогенических провинциях (от докембрия до плейстоцена) и в разных минералообразующих системах. Они располагаются преимущественно в терригенных и терригенно-карбонатных углеродсодержащих толщах в зонах глубинных разломов, на флангах сателлитных интрузивно-купольных структур, менее распространены в магматических породах. Важное значение в модели их формирования имеют надвижки и системы дуплексов. Золотоносные сульфиды образуют мелкую и тонкую вкрапленность в зонах дробления и расщепления пород. Вкрапленные руды характеризуются высоким золотосеребряным отношением (до 10:1 и выше) и относительно равномерным распределением золота (коэффициент вариации содержаний $>60\%$), присутствующего, главным образом, в виде тонкодисперсных включений в мышьяковистом пирите ($\text{As} — 1–7\%$) и сурьмянистом арсенопирите ($\text{Sb} — 0,001–0,1\%$). Исходя из высоких значений показателя Au/Ag , пробность невидимого золота >950 и, вероятно, очень близка к 1000. Содержание сульфидов в рудах варьирует от 5 до 15 % (в среднем 8–10 %). Типоморфный и наиболее золотоносный рудный минерал — игольчатый арсенопирит содержит в среднем >300 г/т золота, максимальные значения превышают 10000 г/т. В составе арсенопирита, по сравнению с эталонным, содержится избыточное количество серы (отношение серы к мышьяку — 1,2–1,3). Однако количественно в рудах большинства месторождений преобладает золотосодержащий As-пирит, метакристаллы которого отличаются тонкозональным и блоковым внутренним строением. Среднее содержание невидимого золота в пирите составляет 30–60 г/т. Вкрапленное сульфидное оруденение непрерывно прослеживается без существенного изменения своего состава и содержания золота на глубины, превышающие 1 км (Майское, Неждановское и др.), причем минералогическая латеральная и вертикальная зональность отсутствует.

Формирование золотосульфидных вкрапленных руд в зонах рассланцевания и смятия могло осуществляться из существенно газовых металлоносных флюидов, что во многом объясняет отмеченные выше специфические особенности. Последующее образование гидротермальных флюидов, участвовавших в рудообразовании и отложение на месторождениях поздних золото-кварцевых, серебро-полиметаллических, золото-антимонит-кварцевых жил и прожилков, могло быть результатом смешения рудоносных газов с метеорными и ювенильными водами на верхних горизонтах. Полученные результаты положены в основу геолого-генетической модели золото-сульфидных вкрапленных месторождений и прогнозно-поискового алгоритма.

Патрахин С.Г., Татков И.Г. (ГИН СО РАН)

ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Результаты проведения комплексных ГФР на эталонных разбуренных разрезах золотоносных кор выветривания месторождения Харанур показали их достаточность для решения поставленных геологических задач. При этом изучение результатов геолого-геофизических работ, показало сложное многоблоковое строение Харанурского месторождения, с интенсивным влиянием тектоники и эндогенных контактов, характерных для месторождений во флангах гипербазитового массива.

Харанурское рудопроявление с точки зрения классификации геофизических критериев является месторождением в минерализованных зонах дробления терригенно карбонатной толщи во флангах гипербазитовых массивов характеризующиеся сложным структурным и геологическим строением включающем в себя комплексы гидротермально-измененных пород, зоны углеродизации, и тектонического меланжа. Фактически с точки зрения физико-геологического моделирования Харанурское рудопроявление представляет собой сложную зону дробления с неоднородным вертикально-блоковым строением осложненную мезазойскими корами выветривания, что осложняет применение геофизических методов.

Вследствие этого полученная основная поисковая структурная модель определяющая основные критерии выделения объектов аналогичных Харанурскому рудопроявлению на территории Хоре-Урикской площади, соответствует типовой модели поисков минерализованных зон дробления связанных с зонами углистой карбонатно-терригенной толщи. Данная модель характерна для месторождений Зун-Холбы, Верхнеджидинской площади, Верхнегукитской площади на территории Республики Бурятия, и является довольно изученной вариацией модельного объекта «месторождения золото-кварцевого типа в минерализованных зонах дробления» разработанной в квалификации НПО «Рудгеофизика» в 1986 г., с присутствием типовых отличительных особенностей связанных с геологическим строением Восточного Саяна.

Применение комплекса геофизических методов для картирования объектов перспективных на золоторудные объекты показал свою высокую эффективность в условиях альпийно-типного рельефа Восточного Саяна, позволило выделить границы распространения рыхлых отложений в разрезе, определить положение контактов, зон окварцевания и околорудных изменений, являющимися возможными источниками золота для кор выветривания. Наиболее перспективными являются объекты перекрывающие минерализованные зоны золото-сульфидно-вкрапленного типа.

Таким образом, в комплекс методов геофизических исследований при решении поставленных геологических задач при профильных работах должен отличаться от обычно применяемого для разведки золоторудных месторождений большей разрешающей способностью в ВЧР. В профильном варианте, поэтому целесообразно выполнять магниторазведку в модификации вертикального градиента, дипольное многоразностное электропрофилирование в модификации ВП, электротомография с установкой dipole-dipole на детальных участках, а также на интервалах недоизученных по глубине структур ККВ — зондирование МПП. Применение только одного из методов, вне комплекса не дает желаемого результата.

**Чижова И.А., Волков А.В., Сидоров А.А., Лобанов К.В., Мурашов К.Ю.,
Алексеев В.Ю (ИГЕМ РАН)**
AU-AG ЭПИТЕРМАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ЦИФРАХ И ФАКТАХ

С ростом цен на драгоценные металлы на мировом рынке эпитеpmальныи тип месторождений стал экономически целесообразным для разведки фактически во всех странах Тихоокеанского кольца, включая и Россию. Так как цена на золото в последние годы резко увеличивается, то многие крупные эпитеpmальные месторождения Северной и Южной Америки стали очень привлекательны. Особо следует отметить класс эпитеpmальных месторождений, которые имеют большие запасы рассеянных золотых руд с низкими содержаниями (Раунд Маунтин в Неваде, Янакоча в Перу, Паскуа Лама в Чили, Веладеро в Аргентине и многие др.). Они залегают вблизи поверхности, что способствует низкой стоимости добычи. Поэтому в последние годы в мире наблюдается тенденция резкого роста добычи золота и серебра из эпитеpmальных месторождений.

Информационное обеспечение всегда являлось важнейшим этапом организации научных исследований. Поэтому для оценки современного состояния минерально-сырьевой базы Au-Ag эпитеpmальных месторождений мира использовались результаты статистического анализа базы данных геолого-экономических характеристик по 515 месторождениям, выявленных в 50 странах по состоянию на 2012 г. Учитывались как отработанные и законсервированные объекты, так и разрабатываемые, разведываемые и потенциально-перспективные месторождения и рудопроявления.

В настоящее время можно назвать всего 12 стран в мире, где обнаружены крупные скопления экономически значимых эпитеpmальных месторождений: Россия (115); США (46); Мексика (37); Япония (35); Индонезия (25); Китай (23); Канада (21); Чили (18); Перу (18); Папуа — Новая Гвинея (18); Филиппины (18); Аргентина (16). По подтипам месторождения распределены следующим образом: HS — 99; LS — 345; IS — 71, а средние содержания Au, Ag (г/т) и Ag/Au-отношение составляют соответственно: HS — 1,22, 24,59 и 20,44; LS — 1,91, 42,31 и 21,58; IS — 1,95, 42,10 и 26,11. Общие запасы благородных металлов во всей совокупности эпитеpmальных месторождений, включенных в базу данных (с учетом добычи прошлых лет), составили около 35 тыс. т золота и 754 тыс. т серебра, при средних содержаниях 1,58 г/т и 33,92 г/т соответственно, а Ag/Au отношение — 21,54. Общий тоннаж всех месторождений — 22370 млн. т. Примерно 70 % всех запасов золота сосредоточено в крупнейших эпитеpmальных месторождениях. Средние содержания Au и Ag в крупных и сверхкрупных эпитеpmальных месторождениях в значительной степени определяют уровень приведенных выше средних содержаний этих металлов на всю массу учтенных руд. Отметим, что в 1985 г. [Mosier D.L. Menzie W.D., Kleinham F.J.: U.S. Geological Survey Bulletin. 1985. 1666. P. 1–39] общие запасы благородных металлов в значимых эпитеpmальных зарубежных месторождениях (с учетом добычи прошлых лет), были всего 3,3 тыс. т золота и 158,8 тыс. т серебра, общий тоннаж 709 млн. т, а Ag/Au отношение — 47,6. В тоже время средние содержания металлов на всю массу руд составляли 4,7 и 224 г/т. Однако авторы полагали, что их сводка охватывает только 60 % известных в мире месторождений. Следовательно, за последние 27 лет суммарные запасы золота эпитеpmальных месторождений выросли в 6,4 раза, серебра — в 3 раза, а общий тоннаж — в 19 раз. В связи с этим произошло уменьшение среднего показателя Ag/Au отношения в 2,1 раза.

Проблема прогнозирования, изучения и оценки Au-Ag-эпитеpmальных месторождений в вулканогенных поясах Востока России — одна из наиболее актуальных задач для решения вопроса о расширении минерально-сырьевой базы благородных металлов региона. В вулканогенных поясах Востока России, учитывая их слабую опoискованность, по аналогии с другими регионами Тихоокеанского кольца, весьма реальны перспективы открытия новых месторождений, в том числе крупных и сверхкрупных.

Фридовский В.Ю. (ИГАБМ СО РАН), Гамянин Г.Н.(ИГЕМ РАН), Полуфунтикова Л.И.(СВФУ им. М.К. Аммосова), Соловьев Е.Э.(ГУГГП «Якутскгеология»)
КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ПОЛИГЕННОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОГНОЗНЫХ ПОСТРОЕНИЯХ

Создана комплексная модель полигенного Тарынского золоторудного узла, включающая литолого-геохимическую, структурно-тектоническую, минералого-геохимическую и геофизическую субмодели. На площади узла развито несколько разновозрастных типов минерализации (от ранних к поздним): орогенная (метаморфогенно-гидротермальная, золото-кварцевая малосульфидная, золото-висмутовая) и постаكкреционная (золото-антимонитовая и серебро-сурьмяная).

Литолого-геохимический анализ вмещающих оруденение пород норийского яруса, как уровня, наиболее перспективного на обнаружение оруденения, показал, что постседиментационные преобразования пород достигли уровня глубокого катагенеза — начала метагенеза. Динамометаморфические преобразования находятся на начальной стадии, в породах развиты сдвигово-катакластические структуры течения. Максимальная степень преобразований терригенных пород развита преимущественно вдоль разломов. При формировании норийских отложений преобладал магматический материал кислого состава группы гранит-гранодиоритов. Формирование отложений происходило на пассивной континентальной окраине в хорошо аэрируемом бассейне с преобладанием в области осадконакопления окислительной обстановки. Породы относятся к образованиям высокодинамических потоковых и дельтовых фаций, с высокой степенью сортировки осадочного материала и зрелости пород.

Установлены многоэтапные деформации коррелирующиеся с крупными геодинамическими событиями и ассоциирующая с ними минерализация. С коллизионно-аккреционными движениями связаны ранние и поздние надвиговые и сменяющие их левосдвиговые движения. Происходит формирование метаморфогенно-гидротермальной минерализации, имеющей площадное распространение. В дальнейшем с возникновением и эволюцией разноглубинных рудно-магматических систем связаны золото-кварцевая малосульфидная и золото-висмутовая минерализации. Главными контролирующими золото-кварцевое оруденение структурами являются системы надвигов согласных и продольно-секущих слоистость, участки пересечения надвигов латеральными и косыми рампами. Предполагается сегментация рудоконтролирующих разломов на участки с различным строением. Постаккреционные тектонические события проявились вначале лево-, а затем правосдвиговыми перемещениями вдоль разломов северо-западной ориентировки. Золото-сурьмяное и серебро-сурьмяное оруденение локализуется в тех же структурах, что и орогенная минерализация. По изотопному составу серы сульфидов, кислороду кварца, кислороду и углероду карбонатов определяется магматогенный источник компонентов молодых типов оруденения.

Анализ геопотенциальных полей показал, что золотое оруденение размещается в областях характеризующихся повышенными значениями региональных компонент магнитного и гравитационного потенциалов, отражающих поднятие кристаллического фундамента; в зонах градиентных значений гравимагнитных аномалий и экстремумов поля полного градиента dG и dT.

Чефранов Р.М., Лаломов А.В. (ИГЕМ РАН)
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ПРИБРЕЖНО-МОРСКОГО РОССЫПЕОБРАЗОВАНИЯ

При поисках и разведке редкометалльно-титановых россыпей одним из наиболее перспективных методов прогнозной оценки является геолого-эволюционное моделирование.

Авторами разработана тестовая вычислительная система для моделирования прибрежно-морского россыпеобразования. Расчеты основываются на следующих основных исходных данных: 1) параметры минеральных компонентов, участвующих в расчетах; 2) параметры ячеек, на которые разбивается моделируемая территория; 3) для каждой ячейки: высота поверхности осадка относительно уровня моря и колонка осадочных слоев; 4) параметры динамического воздействия на осадочный материал; 5) параметры источников материала; 6) параметры тектонических процессов.

Для расчета динамики материала в каждый временной интервал в каждой ячейке для каждого минерального компонента определяется баланс скоростей переноса материала как отношение разности входящих и исходящих скоростей к сумме их модулей. В случае положительного баланса происходит аккумуляция материала в ячейке и формирование нового осадочного слоя, в случае отрицательного баланса — эрозия и вынос материала.

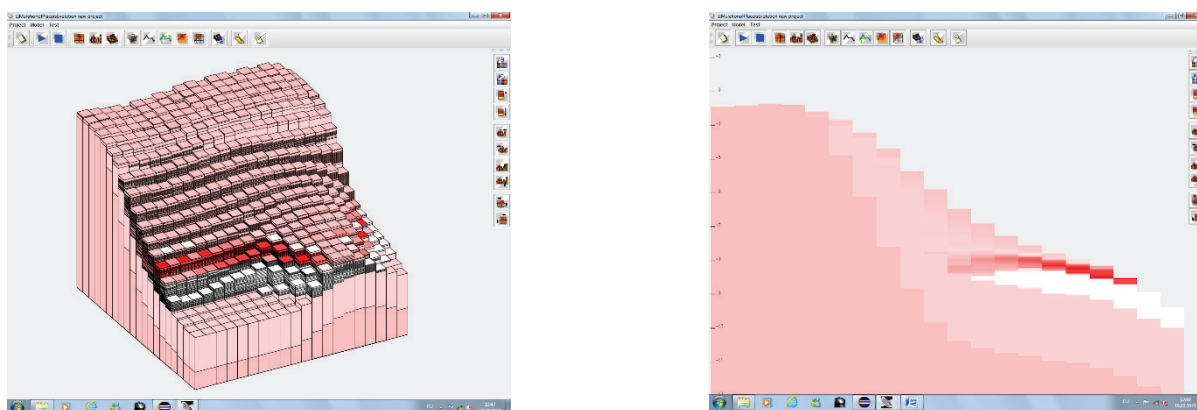


Рис. Снимок экрана тестового приложения для моделирования прибрежно-морского россыпеобразования. Модель речного приноса материала и его распределение в прибрежной области моря после 200 условных временных интервалов. Слева — объемное представление модели, справа — разрез. Цветом указано содержание минеральных компонентов с плотность 4,6 и средним диаметром 0,2 (условного россыпеобразующего компонента). Наблюдается формирование россыпи на периферии речного конуса выноса.

ОПТИМИЗАЦИЯ И КООРДИНАЦИЯ РАБОТ ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ И СОПРОВОЖДЕНИЮ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГРР

*Агибалов О.А., Зубова Т.П., Черемисина Е.А., Иванов Н.М.,
Филиппов В.П., Яблокова С.В (ФГУП ЦНИГРИ)*

ДРЕВНИЕ ВЫСОКОГЛИНИСТЫЕ РОССЫПИ УРАЛА С МЕЛКИМ И ТОНКИМ ЗОЛОТОМ — ИСТОЧНИК ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

В современных условиях значительного истощения МСБ экзогенного золота в золотодобывающей отрасли возникает необходимость привлечения нетрадиционных источников ее восполнения. Одним из типов месторождений золота, слабо осваиваемых недропользователями (из-за высоких потерь его), являются древние полигенетические высокоглинистые россыпи с мелким и тонким золотом, обладающие нередко значительными запасами. К настоящему времени в РФ и зарубежных странах разработаны оптимальные технологические схемы обогащения трудноизвлекаемого золота с использованием аппаратуры различных модификаций. При этом, как показывает отечественный опыт, выход тонкого и мелкого золота при отработки высокоглинистых россыпей составляет 80–85 %.

Значительным ресурсным потенциалом мелкого и тонкого золота в высокоглинистых толщах обладают традиционные («старые») золотороссыпные районы РФ и, в частности, Урала, характеризующиеся хорошо развитой инфраструктурой золотодобычи. На основе проведенных поисковых работ авторами дана оценка прогнозных ресурсов мелкого и тонкого золота в древних высокоглинистых россыпях в пределах Северного Урала по категории P_2 : для Каменско-Замарайского участка — 36 т, Северо-Воронцовского — 15 т, Богословско-Харитоновского участка — 3,6 т, Чапинского участка — 13,4 т, Шайтанского участка — 1,5 т, итого 69,5 т. Комплекс прогнозно-поисковых критериев и признаков также позволяет авторам связать значительные перспективы мелкого и тонкого золота с высокоглинистыми толщами Белужного и Мысовского участков Среднего Урала.

Типичная для золотороссыпных районов Северного Урала геолого-геоморфологическая обстановка формирования полигенных высокоглинистых россыпей сложилась на площади Лялинско-Туринского междуречья, где авторами проведен комплекс поисковых работ. Геолого-металлогеническая позиция площади обусловлена формированием Актайско-Талицкой впадины, являющейся северным продолжением Ивдельско-Талицкой эрозионно-структурной депрессии, образуя единую структуру. В западном борту ее отчетливо проявлена протяженная зона развития золотороссыпных полей, сформированных за счет золотого оруденения Восточно-Талицкой металлогенической зоны. С коренными источниками зоны связано формирование в пределах Актайско-Талицкой впадины Талицкой погребенной россыпи (в настоящее время отработанной). Перспективы золотоносности площади Лялинско-Туринского междуречья, как показал анализ ее геологической позиции, связаны с продолжением (в толще впадины) Талицкой промышленной россыпи, приуроченной к высокоглинистым отложениям юрского возраста лангурской свиты. Содержания золота, полученные при использовании усовершенствованного гравитационного оборудования составили 990–2952 мг/м³, превышая значения, полученные на ПОУ-4М в 3–10 раз. С учетом параметров золотоносных отложений юрского возраста (протяженность до 3500 м, ширина 400–800 м, мощность 5,0 м) по мнению авторов прогнозные ресурсы по категории P_2 в юрских высокоглинистых отложениях Актайско-Талицкой площади могли составить 14 т.

Повысить золотоносность площади можно и за счет недооцененных выщележащих прибрежно-морских отложений мелового возраста, содержащих мелкое свободное золото, в отдельных пробах до 200 знаков.

Карасева Н.Б. (ФГУНПП «Геологоразведка»)

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Качество геологической продукции определяется многими факторами и в первую очередь точностью и достоверностью полученных данных, которые обеспечиваются современными средствами измерений, прошедших необходимый метрологический контроль.

В настоящее время геофизические измерения выполняются на 80% объектах, ведущих геологоразведочные работы.

Единственным метрологическим центром, имеющим современные аттестованные геофизические эталоны по большинству геофизических методов, является Отраслевой научно-методический центр в области метрологии, стандартизации и сертификации (ФГУНПП «Геологоразведка»).

В большинстве случаев, измерительная аппаратура, применяемая на объектах ГРР, прошла метрологическую калибровку и поверку в Отраслевом научно-методическом центре, однако, есть организации, где недостаточный уровень метрологического обеспечения.

Направлять аппаратуру из предприятий Сибири, Дальнего Востока организационно и экономически проблематично. Особенно остро ситуация сложилась при гравиметрических работах, поскольку поверка гравиметров в обязательном порядке должна проводиться перед каждым полевым сезоном, а транспортировка весьма дорогостоящей аппаратуры возможна лишь «на руках» у оператора.

Учитывая удалённость многих районов проведения геофизических работ от основных метрологических центров, расположенных по большей части в европейской части РФ, в ФГУНПП «Геологоразведка» в настоящее время заканчивается разработка передвижных (транспортируемых) рабочих эталонов для калибровки магнито- и электроразведочной аппаратуры, которые, после того, как они пройдут аттестацию с помощью исходных отраслевых эталонов, могут быть доставлены наземным или воздушным транспортом в места расположения региональных калибровочных лабораторий, а также полевых баз геофизических экспедиций и партий, что должно позволить существенно повысить достоверность результатов проводимых полевых измерений.

Качество геофизических измерений также зависит и от методических погрешностей. Источниками таких погрешностей могут быть: технология проведения измерений (ошибки при раскладке проводов петли, генераторной и приёмной линий, неточный учёт влияния рельефа местности, неудачное согласование свойств измеряемой величины и характеристик средств измерений и т. п.), влияние помехонесущих полей, изменение условий проведения измерений, влияющее на значение измеряемой величины и др. При построении разрезов и геолого-геофизических карт источниками методической погрешности является неточность пространственной и (или) временной привязки, выбранный алгоритм математической обработки массива измерительной информации, на этапе интерпретации — несоответствие принятой модели измеряемого объекта реальному объекту.

ФГУНПП «Геологоразведка» является курирующей организацией по геофизическим работам на твердые полезные ископаемые, что позволило на сегодняшний день дать оценку проводимым геофизическим работам, а также существенно повысить качество и эффективность геофизического первичного материала при проведении геологоразведочных работ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ ГРП ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ

Емкужев А.С. (Севкавнедра), Емкужев М.С. (ООО «Каббалкгеология»), Парада С.Г., Столяров В.В. (ФГБУН Институт аридных зон Южного НЦ РАН)

НОВЫЙ ТИП ЗОЛОТО-СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО УЗЛА (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

По результатам поисковых работ на Северном фланге Тырныаузского рудного узла выделены промышленно золотоносные участки. В пределах Зыгыркольской тектонической зоны дробления и повышенной трещиноватости они совпадают с площадями развития скарновых тел (Нижний, Средний, Верхний и Перевальный). Зыгыркольская зона простирается в северо-западном направлении более, чем на 2 км, при ширине от 200 до 500 м, и включает альпийские дайки лейкократовых и аплитовидных гранитов. Ее металлогеническая специализация определяется положением в промежуточной (среднетемпературной) зоне альпийской тырныаузской рудно-магматической системы, в тыловой (высокотемпературной) зоне которой развиты вольфрамовые и молибденовые, а во фронтальной (низкотемпературной) зоне – свинцовые и сурьмяные руды.

Промышленное золотое оруденение Зыгыркольской зоны локализуется в пироксен-гранатовых, пироксеновых и гранатовых скарнах, образовавшихся по испытавшим тектоническое дробление роговикам и (или) ороговикованным андезитам и их туфам. Сопоставительный анализ документации керна буровых скважин и результатов пробирных определений золота, а также изучение тяжелой фракции проб-протоколов показали, что содержания золота в золото-рудных интервалах не зависят ни от типа сопутствующих гнездово-прожилково-вкрапленных и (или) сплошных сульфидных и сульфидно-магнетитовых руд, ни от форм проявления, количества и состава других (кроме золота) рудных минералов. По минералогическим и химико-аналитическим данным, а также по результатам изучения технологической пробы, установлено, что основное богатство скарновых руд Зыгыркольской зоны определяется частицами самородного золота мелких классов. При этом микроскопическое золото ($<0,1$ мм) составляет около 60 %, а видимое (0,1-1,0 мм) около 40 %. В сульфидах заключено не более 5 % золота. Данные спектральных анализов бороздовых проб по золотоносным интервалам подтверждают отсутствие в них промышленно значимых концентраций цветных металлов и свидетельствуют о «чисто» золотом (монометальном) характере оруденения.

По результатам проведенных исследований разработана прогнозно-поисковая модель золотого оруденения, в которой геолого-промышленный тип модельного объекта обоснован как золото-скарновый с убогосульфидным минеральным типом руд со свободным (амальгамируемым) золотом, относящийся к близповерхностному формационному типу. Геохимический тип руд определен как золотой ($Au/Ag > 1$) и отнесен к золото-висмута-теллуровому под-типу.

К основным поисковым предпосылкам отнесены формационные (альпийский гранитовый тырныаузский магматический комплекс), магматические (ареалы альпийских даек и мелких штоков аплитовидных и лейкократовых гранитов), метаморфические (масштабные контакто-термальные и контактово-метасоматические проявления), структурные (крутые зоны дробления и трещиноватости северо-западного простирания и оперяющие их нарушения, контакты карбонатных и силикатных пород).

В качестве поисковых признаков обоснованы гидротермально-метасоматические (скарны пироксен-гранатовые, гранатовые, пироксеновые), минералогические (наличие самородного золота, самородного висмута и теллуридов), геохимические (ореолы Au, Ag, Bi, Cu, Zn, As, Pb, Sb, отвечающие зонам метасоматитов и гидротермально переработанных пород), геофизические (локальные магнитные аномалии, отвечающие телам скарнов).

**Ключарев Д.С., Спиридонов И.Г., Волкова Н.М., Комин М.Ф. (ФГУП ИМГРЭ)
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА СУРЬМЫ РОССИИ: ВЧЕРА И СЕГОДНЯ**

Сурьма — элемент, используемый давно и достаточно широко. Сурьма используется во многих производствах: в виде компонента сплавов свинца и олова, в качестве катализатора при производстве ПЭТ-пластика, а также в производстве полупроводников и антипиренов (огнезащитных средств). С 2010 года комиссией ЕС сурьма отнесена к 14 критическим металлам.

В дореволюционной России добыча сурьмы не производилась. Ежегодный импорт металла достигал 1 000 т. В годы 1-й Мировой войны 1914–18 годов в Россию было ввезено около 25 тысяч т сурьмы, использовавшейся в военных целях. После Октябрьской революции с 1925 годов СССР развернулись поисковые работы на сурьму, стала создаваться отечественная промышленность. После распада СССР азиатский сегмент сурьмяной промышленности оказался за рубежом, и основным центром добычи сурьмы стала Республика Саха (Якутия). Развитие сурьмяной отрасли горнодобывающего сектора пошло на спад: в 2001-2005 гг. в России упал более чем в 3,3 раза и в 2005 г. оценивался в 1,5 тыс. т сурьмы и сурьмяной продукции. В это же время активизировались поисковые работы на сурьму: была выполнена прогнозная оценка территории Читинской области на сурьму (2003 г.); утверждены прогнозные ресурсы сурьмы по Приморскому краю (2002 г.); прогнозные ресурсы по Республике Саха (Якутия) в пределах Сарылахского рудно-россыпного узла. За последние годы на сурьму постоянно велись ГРП как за счет средств федерального бюджета, так и за счет средств недропользователей в Забайкальском крае (Читинская область), Красноярском крае и в Республике Саха (Якутия).

По запасам сурьмы Россия в настоящее время занимает 2-е место в мире после КНР. Отечественная МСБ имеет лучшее качество руд, в которых среднее содержание сурьмы достигает 20 % и более, в количественном выражении суммарно балансовые запасы превышают 300 тыс. т сурьмы. Основными геолого-промышленными типами как в мире, так и России являются кварц-золото-антимонитовый и кварц-антимонитовый жильные и кварц-антимонитовый джаспероидный.

Большая часть запасов сурьмы России (около 60%) сосредоточена на территории республики Саха (Якутия). Остальные — на территории Забайкальского и Красноярского краев. Однако, месторождения со значимыми запасами руд с высоким содержанием сурьмы находятся в недропользовании. В нераспределенном фонде недр остались мелкие месторождения с невысокими содержаниями сурьмы. За период 2003-2010 гг. достигнут существенный (на ~ 28 %) прирост российской ресурсной базы сурьмы в процессе выполнения региональных и поисковых исследований. На наиболее изученные объекты были получены лицензии для проведения поисков и оценки с попутной добычей, т.е. большая часть объектов с апробированным прогнозными ресурсами высоких категорий находится в недропользовании.

Сегодняшняя ситуация в сурьмяной отрасли характеризуется следующими особенностями:

- добыча сурьмы ведется в ограниченных масштабах, а внутреннее потребление обеспечивается за счет импорта;
- добыча сурьмы не компенсируется приростом запасов и ресурсов из-за недостаточного финансирования ранних стадий ГРП (региональные и поисковые работы);
- фонд недр, унаследованный от СССР и лишь частично пополненный за последние десятилетия, в своей ликвидной и инвестиционно привлекательной части практически полностью передан добывающим компаниям;
- нераспределенный фонд состоит преимущественно из объектов, освоение которых в настоящее время экономически нецелесообразно.

Сложившаяся ситуация приводит к необходимости уже сегодня проводить мероприятия направленные на дальнейшее развитие минерально-сырьевой базы сурьмы России.

**Татарко Н.И. (ОАО «Башкиргеология»),
Волчков А.Г., Никешин Ю.В. (ФГУП ЦНИГРИ)**
**ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВ СКРЫТОГО ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕГО
МЕДНО-ЦИНКОВОКОЛЧЕДАННОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ЗАПАДНО-
МАГНИТОГОРСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
(РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

В период 2012–2014 гг. ОАО «Башкиргеология» при научно-методическом сопровождении ЦНИГРИ в рамках Госзаказа были выполнены ревизионно-поисковые работы в пределах Западно-Магнитогорской структурно-формационной зоны, нацеленные на выявление скрытого колчеданного оруденения. Работы проводились на площадях Бурибайского, Макан-Подольского, Баймакского и Сибайского рудных районов, в пределах которых находятся более двух десятков колчеданных месторождений (большой частью отработанных) и более 70 рудопроявлений, многие из которых в ходе предыдущих работ остались слабо изученными.

Технология ревизионно-поисковых работ предусматривала:

- анализ фондовых материалов по результатам ранее выполненных работ на недоизученных перспективных участках; выбор тех из них, которые по комплексу разработанных критериев и признаков отвечали геолого-поисковой модели эталонного медно-цинкового месторождения;

- выбор мест заложения заверочных поисковых скважин, подкрепленный анализом геологических, геофизических и геохимических данных (в первую очередь, метода большого зоряда) в масштабе 1:10 000 и детальнее и построением на этой основе проектного разреза с глубиной скважин от 300 до 700 м;

- бурение поисковых скважин с ГИС обслуживанием и опробованием.

По итогам проведенного анализа фактического материала были выделены 16 перспективных участков для заверочного бурения как в пределах известных рудовмещающих структур на дальних флангах известных месторождений и рудопроявлений (Сибай-Карышкинский, Южно-Подольский, Бурибайский и др.), так и в пределах принципиально новых (ранее не рассматривавшихся в качестве перспективных) структур (Новопетровский, Шейняктауский, Кизильский и др.). На 6-ти перспективных участках по результатам бурения были локализованы и оценены прогнозные ресурсы категории P_2 меди и цинка.

Наиболее значимым из них является Новопетровский перспективный участок с предварительной оценкой локализации прогнозных ресурсов категории P_2 в пределах основного колчеданосного уровня в количестве: меди — 800 тыс.т, цинка — 1500 тыс.т. На участке была выполнена заверка интенсивных геофизических аномалий метода МЗЭП. С учетом геологических данных (маломощные рудные подсечения, наличие зон околорудных кварц-серицит-хлорит-пиритовых метасоматитов и др.) эти аномалии были интерпретированы как отражение проводящих сульфидных тел, приуроченных к известному колчеданосному уровню. Поисковыми скважинами на глубинах около 400 м в мощной зоне кварц-серицит-пиритовых метасоматитов были вскрыты густовкрапленные (до массивных) медно-цинковые руды. Мощность пересечений от 8 до 18 м, установленная протяженность рудной залежи (с юга на север) — более 300 м. Средние содержания в массивных рудах: Си — 1,46%, Zn — 12,7%, Au — 5,9 г/т; в густовкрапленных рудах: Си — 1,57%, Zn — 2,32%, Au — 2,3 г/т. На глубинах 600-700 м вскрыты рудные пересечения мощностью в первые метры с содержаниями Си — около 1,0%, Zn — до 5,5%, что позволяет рассчитывать на выявление второго (более нижнего) колчеданосного уровня, также требующего оценки.

В результате проведенных работ была подготовлена Программа ГРР по выявлению медно-цинковоколчеданных месторождений в пределах юго-восточной части Республики Башкортостан на период 2015–2020 гг. Выделенные перспективные участки рекомендованы в Перечень участков недр для геологического изучения.

Турлычкин В.М. (ОАО «Тульское НИГП»)
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА В БАССЕЙНЕ РЕКИ
ЕСТО-ШОР (ЗАПАДНЫЕ ОТРОГИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА)

Есто-Шорская площадь, на которой выявлено и частично разведано россыпное золото находится в западных отрогах Полярного Урала, в пределах водосборного бассейна рек Малая и Большая Уса, территориально входит в Воркутинский район. Площадь Есто-Шор представляет собой куполовидные крупные поднятия с высотой 800-1000 м над уровнем моря, с которых берут начало р. Есто-Шор, Каровый, Бурный и др.

Территория на 90 % покрыта крупнообломочными четвертичными плитчато-глыбовыми свалами. По руслу р. Есто-Шор местами обнажаются серпентинизированные габбро-периidotиты, долериты с отдельными фрагментами кристаллических сланцев и гнейсовидных пород (R_y-V_{en}). По геолого-геоморфологическим условиям район представлен гористой местностью с речной «V» — образной долиной, местами переходящей в корытообразную форму, в области предгорий рельеф холмисто-увалистый, выровненный — тундровый.

В горной части изученного района продуктивными на россыпное золото являются коллювиальные, террасовые и аллювиальные отложения, слагающие пойму реки. В отложениях надпойменных террас, особенно по правому борту разведана и частично затронута опытной отработкой относительно богатая россыпь золота, шириной 100–150 м и длиной более 1 км. Распределение золота в ней равномерное, с четко наметившейся струйчатостью в двух направлениях надпойменных террас. В вертикальном направлении отмечается увеличение содержания золота от отдельных знаков в верхней части аллювия до максимальных весовых в приплотиковых участках, представленных грубообломочным валунисто-галечным аллювием. Особенно обогащены металлом участки плотика, сложенные сильно разрушенными щетинистыми углисто-глинистыми роговиками с падением навстречу речному потоку. Золото в россыпях нескольких разновидностей: 1 — не окатанное, связанное с кварцевыми жилами и жильными зонами, наложенное на серпентинизированные горные породы и терригенные толщи; 2 — шлиховое окатанное золото, часто в сростании со сланцами и лимонит-гематитом, некоторые с углисто-окварцованными породами. Коренные источники золота в основном находятся в верховьях двух составляющих р. Есто-Шор, связанные с трубкой взрыва и образованные с ней титано-магнетитовых руд и золото-сульфидной минерализации. В снежниках корового цирка обнажаются мартит-магнетитовые тела с сульфидами: пирит-пирротина в ассоциации с самородным золотом. Вероятным источником самородного золота являются кварц-хризотил-асбестовые жилы, возле которых, уступом на краю коренных выходов, обнажаются подвесные террасово-ложковые коллювиальные россыпи. Вторым потенциальным источником формирования россыпей золото являются многочисленные глыбы кварцевых брекчий, явно туфогенно-агломератовых образований — жерловая брекчия.

По своему основному наполнению глыбы размером $2 \times 3 \times 1$ м состоят из угловатых обломков жильного кварца двух генераций — 70–90 % от массы, сцементированные туфовым материалом с лапиллями, сыпью ильменита, рутила, шпинелидов, магнетита. В отдельных овальных западинах наблюдаются тончайшая пылевидная сыпь золотисто-желтого цвета, схожая с самородным золотом.

С большой долей уверенности мы считаем, что шлиховое золото довольно окатанное — деформированное в россыпи Есто-Шора находится в глыбах кварцевых брекчий, материал которых переместился со значительных глубин по жерлу трубки взрыва.

В предгорьях рек Есто-Шор и Каровый, при выходе в выровненную тундровую равнину вполне возможно формирование переуглублённых аллювиальных россыпей с мелким и весьма мелким золотом, но имеющим значительный размах.

Швец С.М. (Гуппа Эриэлл), Рыльков С.А. (Уралнедра), Михайлов Б.К. (ФГУП ЦНИГРИ), Петров О.В., Кимельман С.А. (ФГУП «ВСЕГЕИ»)
**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕНТРОВ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА
НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ БАЛАНСОВ**

Методические положения по адресному инвестированию с учетом планирования и обоснования точек роста МСБ и МСК.

Концепция разработки модели межотраслевого баланса минерально-сырьевого комплекса в макропоказателях.

Порядок разработки межотраслевых балансов МСК.

Формирование информационной базы для расчета межотраслевого баланса в разрезе Федеральных округов

Приоритетные центры экономического роста (ЦЭР) в МСК в Ангаро-катской железорудной провинции и в Непском ЦЭР в Иркутской области, Кодаро-Удоканском ЦЭРе в Забайкальском крае.

Оценка влияния минерально-сырьевого комплекса на социально-экономическое развитие регионов.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГРР

Голубев Ю.К., Прусакова Н.А., Щербакова Т.Е. (ФГУП ЦНИГРИ) **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА КОРЕННУЮ АЛМАЗОНОСНОСТЬ**

За последние 15–20 лет в РФ, да и во всем Мире не было открыто ни одного крупного месторождения алмазов, несмотря на значительные средства, вкладываемые в геологоразведку. Подобное положение, с точки зрения авторов, связано главным образом с тем, что поиски алмазных месторождений ведутся в местах, где имеются алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов в рыхлых отложениях. При этом эти работы не сопровождаются специализированными палеогеографическими и седиментологическими исследованиями. Кроме того, крайне незначительное внимание уделяется возможностям локализации площадей поисков на основе геолого-геофизических критериев прогнозирования, позволяющих выделять перспективные площади ранга прогнозируемых кимберлитовых полей, в пределах которых при наличии прямых признаков алмазности собственно и надо концентрировать поиски.

В ЦНИГРИ разработана технология локализации перспективных площадей ранга прогнозируемого кимберлитового поля. Идеологической основой технологии является последовательная локализация объекта поиска: от перспективной площади ранга прогнозируемого потенциально алмазности кимберлитового поля, в его пределах локального участка ранга куста кимберлитовых тел, в пределах которых проводится постановка поисковых работ на обнаружение потенциально алмазности кимберлитового тела.

Прогноз потенциально алмазности кимберлитового поля осуществляется через промежуточные прогнозно-поисковые объекты: потенциально алмазности провинции, субпровинции, кимберлитоконтролирующие зоны и районы.

Выделение алмазоперспективных площадей ранга потенциально алмазности провинций, субпровинций, кимберлитоконтролирующих зон, районов и полей осуществляется с использованием критериев прогнозирования, сформулированных на основе иерархически соподчиненной системы геолого-геофизических прогнозно-поисковых моделей этих минералогических таксонов. Модели таксонов разработаны эмпирическим путем на основе изучения закономерностей локализации алмазности магматизма в известных алмазности провинциях Мира. Они содержат ряд достаточно устойчивых факторов — предпосылок и признаков, которые являются индикаторами того или иного минералогического таксона. Позиция и границы прогнозируемых алмазоперспективных площадей, как правило, ранга потенциально алмазности провинций, субпровинций, районов и полей, определяются комплексной областью совмещения на плоскости их предпосылок-индикаторов.

Перспективность выделенных площадей должна подтверждаться достоверными находками ореолов рассеяния алмазов и минералов-индикаторов кимберлитов. При проведении шлихо-минералогических поисков алмазных месторождений используется районирование территории по условиям ведения поисков. При типизации обстановок осадконакопления проводится оценка особенностей формирования в терригенных осадках ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов и алмазов в первую очередь с точки зрения потенциальной дальности их транспортировки, а также определения направлений сноса. Для планирования и интерпретации данных опробования разработаны модели ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов, а также динамические классификации ореолов применительно к различным обстановкам осадконакопления.

Данные подходы были использованы при создании карты прогноза алмазности Северо-Западного федерального округа масштаба 1:1000000 и карт врезок масштаба 1:200000.

Опытно-методические работы по бурению скважин вибровращательным способом (ВВБ) станком «Соник» («Sonic») фирмы «BOART LONGYEAR» выполнялись для определения возможности использования данного бурового комплекса при разведке россыпей золота и

платины, в том числе для заверки результатов разведки месторождения скважинами ударно-канатного бурения (УКБ).

Работы выполнены на разведанном нижнем участке платиноносной аллювиальной россыпи р. Уоргалан. Максимальные концентрации шлиховой платины связаны с древними этапами развития долины плиоцен-раннечетвертичного возраста. Район работ характеризуется островным развитием многолетнемерзлых пород.

Оценка и разведка участка россыпного месторождения р. Уоргалан проведена буровым способом. Проходка скважин осуществляется в основном с опережающей обсадкой трубами с внутренним диаметром 197 мм, в устойчивых отложениях — без обсадки. Опробование скважин проводится с интервалами 0,4 м.

Продуктивный пласт с кондиционными параметрами приурочен главным образом к приплотиковой части древних отложений поймы, первой надпойменной террасы и правого террасовала. По простиранию долины средняя мощность отложений 10,0–25,2 м. Коренной плотик повсеместно представлен трещиноватыми или слабо разрушенными алевритами. Его поверхность в пойменной части долины сглаженная, волнистая, осложненная на отдельных интервалах западинами и выступами останцов-гребней, на террасах и террасовале — неровная.

Россыпь с основным балансовым приплотиковым пластом по параметрам и сложности строения относится к месторождениям группы 2.1.

Опытные работы по бурению и опробованию скважин установкой «Соник» велись с отбором керна диаметром 152 мм. Для более достоверной оценки разведочных данных в каждой точке разведочных линий бурили кусты, состоящие чаще из двух, реже из трех скважин. В плане скважины ВВБ располагались в основном по треугольнику вокруг скважин УКБ на расстоянии от 1 до 2 м. Углубка скважины велась на величину рейса (интервала) — 1,6 м. В сопоставлении участвует 21 куст, в котором 22 скважины УКБ и 46 ВВБ.

По результатам поинтервального опробования определены границы продуктивного пласта и коренных пород, мощности торфов и песков, средние содержания металлов по пласту, вертикальные запасы. Эти данные положены в основу сравнения результатов опробования по сопряженным скважинам УКБ и ВВБ. Сравнивали параметры продуктивных пластов при различных способах бурения сопряженных скважин, в том числе по каждой скважине ВВБ в точке бурения и кустам в целом.

Проведено сопоставление результатов опробования и рассчитаны относительные коэффициенты по соотношению параметров «Соник» /УКБ. По сопряженным отдельным скважинам и кустам со скважинами УКБ сравнивались следующие параметры: глубина залегания продуктивных приплотиковых пластов, мощности торфов и песков, средние содержания металла на пласт и вертикальные запасы, а также глубина скважин до границы коренных пород.

При сравнении единичных скважин ВВБ и УКБ отмечаются значительные колебания коэффициентов по концентрациям металла в целом по пласту, что связано в основном с заметной разницей объемов интервальных проб по этим скважинам. Статистическая оценка расхождений параметров продуктивного пласта единичных скважин ВВБ и УКБ указывает на случайный характер расхождения.

Для большей достоверности вибровращательного бурения рекомендуется бурить кусты скважин с целью сопоставления данных опробования сопряженных кустов скважин ВВБ и УКБ. Параметры верхней границы, мощности пласта, содержания металла, вертикального запаса по сопряженным скважинам УКБ и кустам ВВБ довольно близки.

Что касается положения отметок коренных пород по данным УКБ и кернового бурения, то расхождения в целом незначительны и имеют устойчивый случайный характер. Важно отметить, что по данным УКБ над коренными породами содержится 73 % запасов, а по данным кернового опробования — 92 % запасов, т.е. наблюдается устойчивая тенденция просадки (~20%) промышленных запасов в коренные породы при ударно-канатном способе разведки россыпей.

Сравнивая виды бурения, а также результаты опробования, отметим ряд преимуществ

вибровращательного бурения при геологоразведочных работах на россыпях благородных металлов по сравнению с УКБ:

- более точно устанавливаются границы продуктивного пласта относительно дневной поверхности и плотика россыпи;
- точнее определяется характер распределения металла в вертикальном разрезе россыпи, в том числе его количество над коренными породами и в коренных породах;
- при определении мощности продуктивного пласта практически исключается эффект искусственного растяжения или прессования пласта;
- бурение «всухую» позволяет оперативно упаковывать керновые пробы без потерь для их транспортировки в места возможного хранения и последующей обработки;
- установка «Соник» обеспечивает высокие механические скорости бурения практически по всем породам геологического разреза как в мерзлых, так и в талых условиях их залегания без риска нарушения объема или целостности керна;
- достигается высокая степень механизации вспомогательных операций;
- отпадает необходимость применения очистных агентов, исключается внешнее загрязнение.

Таким образом, главный вывод по результатам выполненных работ сводится к тому, что кусты скважин вибровращательного бурения вполне могут использоваться для разведочных и заверочных работ при разведке и оценке россыпных месторождений благородных металлов.

Тарасов А.С., Куторгин В.И. (ФГУП ЦНИГРИ), Рябинин А.И.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РАЗВЕДКЕ РОССЫПЕЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
ВИБРОВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Опытно-методические работы по бурению скважин вибровращательным способом (ВВБ) станком «Соник» («Sonic») фирмы «BOART LONGYEAR» выполнялись для определения возможности использования данного бурового комплекса при разведке россыпей золота и платины, в том числе для заверки результатов разведки месторождения скважинами ударно-канатного бурения (УКБ).

Работы выполнены на разведанном нижнем участке платиноносной аллювиальной россыпи р. Уоргалан. Максимальные концентрации шлиховой платины связаны с древними этапами развития долины плиоцен-раннечетвертичного возраста. Район работ характеризуется островным развитием многолетнемерзлых пород.

Оценка и разведка участка россыпного месторождения р. Уоргалан проведена буровым способом, который довольно успешно применяется при разведке месторождения Кондер-Уоргалан, что в целом подтверждается результатами эксплуатационных работ. Проходка скважин осуществляется в основном с опережающей обсадкой трубами с внутренним диаметром 197 мм, в устойчивых отложениях — без обсадки. Опробование скважин проводится с интервалами 0,4 м.

Продуктивный пласт с кондиционными параметрами приурочен главным образом к приплотиковой части древних отложений поймы, первой надпойменной террасы и правого террасовала. По простиранию долины средняя мощность отложений 10,0–25,2 м. Коренной плотик повсеместно представлен трещиноватыми или слабо разрушенными алевритами. Его поверхность в пойменной части долины сглаженная, волнистая, осложненная на отдельных интервалах западинами и выступами останцов-гребней, на террасах и террасовале — неровная.

Россыпь с основным балансовым приплотиковым пластом по параметрам и сложности строения относится к месторождениям группы 2.1.

Опытные работы по бурению и опробованию скважин установкой «Соник» велись с

отбором керна диаметром 152 мм. Для более достоверной оценки разведочных данных в каждой точке разведочных линий бурили кусты, состоящие чаще из двух, реже из трех скважин. В плане скважины ВВБ располагались в основном по треугольнику вокруг скважин УКБ на расстоянии от 1 до 2 м. Углубка скважины велась на величину рейса (интервала) — 1,6 м. В сопоставлении участвует 21 куст, в котором 22 скважины УКБ и 46 ВВБ.

По результатам поинтервального опробования определены границы продуктивного пласта и коренных пород, мощности торфов и песков, средние содержания металлов по пласту, вертикальные запасы. Эти данные положены в основу сравнения результатов опробования по сопряженным скважинам УКБ и ВВБ. Сравнивали параметры продуктивных пластов при различных способах бурения сопряженных скважин, в том числе по каждой скважине ВВБ в точке бурения и кустам в целом.

Проведено сопоставление результатов опробования и рассчитаны относительные коэффициенты по соотношению параметров «Соник»/УКБ. По сопряженным отдельным скважинам и кустам со скважинами УКБ сравнивались следующие параметры: глубина залегания продуктивных приплотиковых пластов, мощности торфов и песков, средние содержания металла на пласт и вертикальные запасы, а также глубина скважин до границы коренных пород.

При сравнении единичных скважин ВВБ и УКБ отмечаются значительные колебания коэффициентов по концентрациям металла в целом по пласту, что связано в основном с заметной разницей объемов интервальных проб по этим скважинам. Статистическая оценка расхождений параметров продуктивного пласта единичных скважин ВВБ и УКБ указывает на случайный характер расхождения.

Для большей достоверности вибровращательного бурения рекомендуется бурить кусты скважин с целью сопоставления данных опробования сопряженных кустов скважин ВВБ и УКБ. Параметры верхней границы, мощности пласта, содержания металла, вертикального запаса по сопряженным скважинам УКБ и кустам ВВБ довольно близки.

Что касается положения отметок коренных пород по данным УКБ и керна бурения, то расхождения в целом незначительны и имеют устойчивый случайный характер. Важно отметить, что по данным УКБ над коренными породами содержится 73 % запасов, а по данным керна бурения — 92 % запасов, т.е. наблюдается устойчивая тенденция просадки (~20 %) промышленных запасов в коренные породы при ударно-канатном способе разведки россыпей.

Сравнивая виды бурения, а также результаты опробования, отметим ряд преимуществ вибровращательного бурения при геологоразведочных работах на россыпях благородных металлов по сравнению с УКБ:

- более точно устанавливаются границы продуктивного пласта относительно дневной поверхности и плотика россыпи;
- точнее определяется характер распределения металла в вертикальном разрезе россыпи, в том числе его количество над коренными породами и в коренных породах;
- при определении мощности продуктивного пласта практически исключается эффект искусственного растяжения или прессования пласта;
- бурение «всухую» позволяет оперативно упаковывать керна пробы без потерь для их транспортировки в места возможного хранения и последующей обработки;
- установка «Соник» обеспечивает высокие механические скорости бурения практически по всем породам геологического разреза как в мерзлых, так и в талых условиях их залегания без риска нарушения объема или целостности керна;
- достигается высокая степень механизации вспомогательных операций;
- отпадает необходимость применения очистных агентов, исключается внешнее загрязнение.

Таким образом, главный вывод сводится к тому, что кусты скважин вибровращательного бурения вполне могут использоваться для разведочных и заверочных работ при разведке и оценке россыпных месторождений благородных металлов.

Лоренц Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ)
**РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
ПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТО-КВАРЦЕВОГО И ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ТИПОВ И
ПРИМЕРЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЧУКОТСКОГО АО**

В период с 2007 по 2014 год автором были разработаны критерии поисков и оценки проявлений золото-кварцевого и золото-серебряного типов, которые использовались для уточнения минералого-геохимических поисковых признаков данных типов золотого оруденения, а также для разбраковки выявленных в процессе проведения вышеупомянутых поисковых работ золоторудных проявлений по степени их перспективности и выработки рекомендаций по проведению дальнейших геологоразведочных работ. В частности, в процессе изучения вещественного состава руд и окорудных метасоматитов золото-кварцевых проявлений Кувет-Рывеевской металлогенической зоны (включая проявление Секущий) было установлено, что главными рудными минералами рудных зон являются пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, а второстепенными — тетраэдрит, буланжерит, бурнонит и самородное золото I-й генерации (как мелкое, так и крупное), образующее дендриты, а также сростания с кварцем и сульфидами. Кроме того, было выявлено золото II–IV генераций, а также такие редкие минералы, как матильдит и гёссит, что сближает данные проявления с месторождением Совиное, расположенным в пределах той же металлогенической зоны и отвечающим сульфoантимонитовому типу. Кроме того, выделено 8 эндогенных минеральных комплексов, из которых главным продуктивным является золото-галенит-арсенопирит-карбонат-кварцевый комплекс. Также в результате проведённых исследований было установлено, что наиболее перспективными рудными зонами являются жильно-прожилковые и вкрапленно-прожилковые зоны, сложенные мелкозернистым желтовато-белым кварцем с редкой (1–5 %, редко больше) вкрапленностью галенита, тетраэдрита, бурнонита и других минералов главного продуктивного комплекса, отличающиеся высокими содержаниями золота и его элементов-спутников (As, Pb, Ag, Sb и Bi). Полученные данные позволили рекомендовать проведение поисковых работ на золото-кварцевое оруденение в пределах слабо изученных золоторудных проявлений Кувет-Рывеевской металлогенической зоны, локализованных в углеродистых терригенных толщах, прорванных дайками гранит-порфиров позднего мела. По результатам этих работ на участке Понтачгойгын II была выявлена жильно-прожилковая зона с вкрапленностью галенита и самородного золота, отличающаяся высоким (10 г/т на 1 м мощности) содержанием золота.

Кроме того, было установлено, главными рудными минералами золото-серебряных проявлений Пенжинско-Анадырской металлогенической зоны (Кварцевый, Тэлэвеем) являются арсенопирит, халькопирит, акантит, Se-акантит, полибазит и пираргирит, а второстепенными — пирит, теннантит, сфалерит, галенит и самородное золото 2-х генераций, образующее кристаллы и дендриты размером 0,02–1 мм, а также сростки с акантитом. Главными продуктивными минеральными комплексами являются золото-полибазит-акантит-адуляр-кварцевый и золото-Se-акантит-кварцевый комплексы, что указывает на принадлежность данных проявлений к акантитовому типу. При этом наиболее перспективные рудные зоны сложены каркасно-пластинчатыми и фестончато-полосчатыми адуляр-кварцевыми агрегатами с редкой (< 1 %) вкрапленностью минералов продуктивных комплексов, отличающиеся высокими содержаниями золота и его элементов-спутников (Ag, Cu, Pb, As, Sb и Se). На основе полученных данных экспертами ЦНИГРИ было рекомендовано проведение поисковых работ на золото-серебряное оруденение в пределах проявления Тэлэвеем) рудные зоны, сложенные минералами золото-(пираргирит)-полибазит-акантит-адуляр-кварцевого комплекса, характеризующиеся высокими содержаниями золота (до первых десятков г/т) и серебра (до первых кг/т), в то время как жильные зоны, сложенные минералами допродуктивных минеральных комплексов, оказались слабо золотосодержащими.

**Миляев С.А., Серавина Т.В., Иваненкова Е.В. (ФГУП ЦНИГРИ)
ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННО-СОЛЕВОГО МЕТОДА ПРИ
ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКАХ СКРЫТЫХ
КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ РУДНОГО АЛТАЯ)**

В настоящее время прирост запасов в экономически освоенных рудных районах возможен в основном за счет выявления скрытых — погребенных и слепых месторождений. При этом особая роль в их обнаружении принадлежит литохимическим методам поисков.

Дальнейший прогресс в развитии литохимических методов поисков рудных месторождений возможен с привлечением новых технологий, характеризующихся широким спектром анализируемых элементов, высокой чувствительностью анализа, более высокой по сравнению с эмиссионно-спектральным анализом точностью определения химических элементов; привлечением элементов и их соединений, обладающих высокими индикационными характеристиками. Только при этих условиях можно рассчитывать на получение реальных геологических результатов при литохимических поисках скрытого оруденения.

Новые возможности открываются с применением сорбционно-солевого метода, основанного на исследовании состава азотнокислых вытяжек из тонкой фракции почвенных проб с помощью масс-спектрометрического анализа с индуктивно-связанной плазмой. Сорбционно-солевой метод характеризуется легкостью пробоотбора (из верхнего почвенного горизонта), высокой чувствительностью и точностью анализа, отсутствием неконтролируемых потерь легколетучих элементов (As, Sb, Hg, Se, Tl и др.), стоимостью анализа (на 30% ниже, чем порошковых проб), широким спектром анализируемых элементов.

Суть сорбционно-солевого метода заключается в выявлении слабых геохимических аномалий путем избирательного извлечения в раствор легкоподвижных форм нахождения элементов. Образование легкоподвижных форм в рыхлом чехле и на его поверхности осуществляется в результате диффузии солевых и газовых компонентов, в том числе паров металлов, процессов фильтрации и электрохимического переноса, капиллярного и биогенного распространения солевой составляющей. Фиксация элементов происходит в почвах, обладающих высокой емкостью катионного обмена (суммарное количество положительных зарядов, которые компенсируют отрицательные заряды почв). Верхний почвенный горизонт, обладая высокой дисперсностью, служит прекрасным сорбентом катионов элементов (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , K^+ , Mg^{2+} и др.), которые при взаимодействии с азотной кислотой замещаются на ион H_3O^+ , переходят в раствор и могут быть проанализированы.

Впервые сорбционно-солевой метод для поисков скрытых колчеданно-полиметаллических объектов было применен в Змеиногорском рудном районе Алтайского края. Полученные данные позволили сделать следующие практические выводы.

Скрытые колчеданно-полиметаллические объекты фиксируются с поверхности рыхлого чехла устойчивыми вторичными сорбционно-солевыми ореолами рассеяния рудных, петрогенных и сидерофильных элементов.

Доказано, что с помощью метода надежно выявляются слепые рудные тела, залегающие на глубинах 100–150 м, а также перекрытые дальнеприносными отложениями мощностью 50 м, причем предельные возможности метода пока не установлены.

Привлечение к решению поисковых задач рудных и породных индикаторов оруденения позволяет существенно повысить достоверность прогнозных оценок за счет суммирования «поисковых вкладов» двух групп критериев.

При проведении профильных поисковых литохимических работ в пределах, выделенных, по геологическим данным, перспективных участков получены первые положительные результаты.

**Соколов Е.П. (ГУГПП РС (Я) «Якутскгеология»),
Анисимова Г.С. (ИГАБМ СО РАН)
АЛТАН-ЧАЙДАХСКИЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ —
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НА ЗОЛОТО И МОЛИБДЕН ОБЪЕКТ**

Перспективный золоторудный объект Алтан-Чайдах (Южная Якутия, Нерюнгринский район, 300 км к востоку от г. Нерюнгри и 80 км к западу от крупного угольного месторождения Эльгинское) расположен в бассейне среднего течения р. Алгома, на площади одноименного рудного узла.

Основной структурообразующей единицей района, является Тыркандинский межкратонный пояс север-северо-западного простирания (800×100-150 км), разделяющий Западно- и Восточно-Алданский кратоны Алдано-Станового щита. Алтан-Чайдахский рудный узел (Au, Mo, 909,5 км²) расположен в северо-восточной прибортовой зоне пояса, на площади Восточно-Алданского кратона, на западной (северо-западной) границе Токинской впадины, выполненной угленосными терригенными отложениями мезозоя (Токинский угольный бассейн). Особенности геологического строения узла определяются проявлениями мезозойского магматизма, весьма значительными по объему и площади распространения, связанными с Алтан-Чайдахской вулкано-тектонической структурой (ВТС), центральную позицию в которой, занимает Нингамский плутон (г. Нингам, абс. отм. 2287 м) гранодиорит-порфиров, плагиогранит-порфиров, диоритовых порфиров, сиенит-диоритов мелового возраста. Вмещающие породы — юрские песчаники, алевролиты и кристаллические образования архея также насыщены силлами гранодиоритового и сиенит-диоритового состава, на контактах с которыми повсеместно отмечается большое количество гибридных пород. Ведущими полезными ископаемыми рудного узла являются золото, молибден, выявленные во второй половине XX века якутскими геологами (В.Н.Амарский, 1984 г., В.К.Гусев, 1984 г., В.И.Лядин, 1985 г.).

Известно 15 коренных проявлений золота малосульфидно-кварцевой формации и три относительно крупных проявления молибдена молибден-кварцевой формации (Гертанда, Нингам, Сульфидный), образующих площадные штокверки по периферии рудного узла, с общими прогнозными ресурсами 389 тыс.т., содержанием молибдена от 0,005 % до 0,17 %. Максимальное количество золоторудных проявлений сконцентрировано в центральной части рудного узла, в бассейне верхнего течения р.р. Алтан-Чайдах, Атугей, Нёнгро.

Рудная минерализация представлена зонами окварцевания (жилы, прожилки, «залежи» кварца), формирующих жильные зоны, линейные штокверки и отдельные кварцевые жилы, приуроченные к плоскостям взбросо-надвигов. Жилы и жильно-прожилковые зоны согласны с простиранием вмещающих зон дробления, но падение их обычно противоположное. Мощность рудных тел от 0,2 м до 6,0 м, протяженность десятки, до сотен метров. Единичные жилы вскрыты канавами по простиранию на протяжении 200–300 м.

Наиболее высокие содержания золота отмечаются в жильных зонах, сконцентрированных в нижнеюрских терригенных отложениях, прорванных силлами порфировых дацитов. По минеральному составу, геохимии и термометрии минерализация отнесена к среднетемпературным, малых и средних глубин малосульфидной золото-кварцевой формации (В.Н.Амарский, 2007 г.). Содержание золота по штучному и бороздovому опробованию, от первых грамм до 413,1 г/т, пробность 840–960 %. Выделяются три минеральных типа: относительно слабозолотоносный пирит-кварцевый и высокозолотоносные золото-полиметаллический и золото-теллур-висмутовый (золото-тетрадимит-лиллианит-кварцевый). Вмещающие образования в породах фундамента представлены зеленокаменно измененными тектоническими сланцами — диафоритами. В осадочных и магматических породах — березитизированными, аргиллизированными песчаниками, порфировыми дацитами, плагиориолитами, микродиоритами и микромонцодиоритами.

**Тарханов А.В., Постников И.С. (АО «ВНИИХТ»),
Салтыков А.С., Дубинчук В.Т. (ФГУП «ВИМС»)**

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОСВОЕНИЯ ЗОЛОТО-УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЭЛЬКОНСКОГО УРАНОВОРУДНОГО РАЙОНА (САХА (ЯКУТИЯ))

1. Один из крупнейших в мире, Эльконский урановорудный район с ресурсами урана более 600 тыс.т, обладает и значительными ресурсами золота. В разведанных месторождениях золото тесно связано с пиритом и при низком содержании в руде на уровне 1 г/т его извлечение является трудной и дорогостоящей задачей.

2. Вдоль всех рудных тектоно-метасоматических зон в районе развиты линейные коры выветривания до глубин порядка 150–300 м, из которой уран частично вынесен, а золото высвободилось из окисленного пирита в виде самородных включений размером в десятки нанометров.

3. В АО «ВНИИХТ» проведены лабораторные исследования на пробах, отобранных из коры выветривания зон Северная и Южная, и показано, что в режиме кучного выщелачивания извлечение золота составит 80–90% и урана — более 75 %.

4. Линейные коры выветривания тектоно-метасоматических зон района обладают огромным потенциалом в несколько сотен тонн золота. Только в одной Северной зоне, по результатам поисково-оценочных буровых работ, выявлено 19 т золота со средним содержанием 1,1 г/т.

5. Основная часть золота и почти весь уран находятся в неокисленных трудновскрываемых золото-урановых рудах, прослеженных в рудных зонах на глубине от 150–300 м от поверхности и до глубины почти 2000 м. По аналогии с природным процессом окисления руд в коре выветривания, проходящее в течение миллионов лет, предлагается для трудновскрываемых руд применить технологию окислительного обжига в цементных печах, позволяющую быстро окислить основной урановый минерал — браннерит и золотосодержащий пирит и подготовить руду к кучному выщелачиванию (КВ).

6. В лабораторных условиях разработана технологическая схема переработки упорных неокисленных золото-урановых руд, заключающаяся в радиометрической сепарации руды с получением богатого уранового концентрата (БК), отвальных хвостов и товарного продукта (ТП), содержащего 0,15 % урана и 1 г/т золота, окислительном обжиге с угольной пылью ТП, последовательном извлечении КВ из огарков урана, промывке и нейтрализации огарков и цианировании золота и серебра.

7. В БК переходит 45% урана, содержание золота в нем увеличивается до 1,5–2 г/т. БК направляется на автоклавное выщелачивание на завод в г. Краснокаменск. При КВ ТП извлекается 85 % урана и 80 % золота.

8. Технология окислительного обжига и последовательного КВ урана и золота позволит значительно снизить потери и удешевить переработку руд на 25–30 % по сравнению с вариантами ранее разработанной технологии.

Хотылев О.В. (ОАО «ВНИИЗарубежгеология»), Корчуганова Н.И. (МГРИ-РГГУ) СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ЛОВУШЕК АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ НА РАННИХ ЭТАПАХ ГРР (НА ПРИМЕРЕ МАКОНСКОГО РАЙОНА, РЕСПУБЛИКА ГВИНЕЯ)

Большую роль в образовании россыпей играют так называемые ловушки, интерес к которым вызван тем, что с ними связаны резкие положительные вариации продуктивности россыпей, а также перераспределение полезного компонента по классам крупности.

Исследования показали, что подобные участки могут быть выявлены в процессе предполевого камерального периода с помощью дистанционных методов анализа рельефа и данных дистанционного зондирования поверхности земли. Типы ловушек во многом зависят от режима новейшего развития территории, однако они обладают выдержанными, статистически

устойчивыми показателями, которые могут быть перенесены из изученных районов с известными россыпями и применены при оценке новых площадей.

В Республике Гвинея промышленные запасы россыпных алмазов сосредоточены в отложениях современной речной сети и связаны с кимберлитовыми телами, которые на многих участках являются источником для формирования богатых россыпей.

Проведенные авторами структурно-геоморфологические исследования позволили выявить в Маконском районе различные типы ловушек полезного компонента: подпруживания; разгрузки, в том числе приразломные впадины типа pull-apart; локальные ловушки в долинах, прежде всего крупных рек, связанные с неровностями плотика как следствия пересечения реками разрывных нарушений с вертикальными смещениями, а также зон повышенной трещиноватости горных пород; участки древней гидросети, разрабатываемые современными водотоками, где вероятен перемыв потенциальных промежуточных коллекторов; ловушки в долинах рек, связанные с пересечением руслом реки дайки (или серии даек) устойчивых пород, в данном случае долеритов.

Параметры ловушек для Маконского района составляют по протяженности от первых десятков метров до первых километров. По ширине они пропорциональны ширине долины реки на данном участке. По масштабности проявления на первом месте стоят ловушки, приуроченные к руслам палеорек, на последнем — участки, связанные с пересечением реками даек долеритов. Четыре типа установленных ловушек из пяти обусловлены неотектоническим строением района и выявляются на камеральном предполевом этапе работ и только один обусловлен особенностями состава пород.

Таким образом, многие потенциально перспективные участки, предназначенные для опробования площади при поисках россыпей, могут быть выделены в ходе предполевой камеральной обработки материалов ДДЗ и топографических карт, что позволит сэкономить время и затраты при проведении полевых работ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРИНЦИПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГРП 4

<i>Волков А.В., Бортников Н.С., Лобанов К.В., Сидоров А.А., Галямов А.Л., Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН)</i>	
АРКТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГЛОБАЛЬНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ.	4
<i>Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Рустамжонов Р.Р., Холиеров А.Т. (ГП «НИИМР», Узбекистан)</i>	
НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ W-Bi-СУЛЬФИДНОГО (с Au-Te) МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАЙКОВОЕ	5
<i>Митрофанов Н.П., Руднев В.В. (ФГУП «ВИМС»), Лантева А.М. (ФГНПП «Аэрогеология»)</i>	
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ВОЛЬФРАМА, МОЛИБДЕНА, ОЛОВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	6
<i>Михайлов Б.К., Иванов А.И. (ФГУП ЦНИГРИ)</i>	
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ — ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ	7
<i>Райхлин А.И., Глазков В.А., Федотова Л.В., Янбухтин Т.К., Попов И.В. (Московский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд» «Научный центр ВИЭМС»)</i>	
ПОТЕНЦИАЛ МЕЛКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО ЗОЛОТА В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА	8
<i>Черных А.И. (ФГУП «СНИИГТИМС»)</i>	
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ ЗА ФЕДЕРАЛЬНЫЙ СЧЕТ НА ЗОЛОТО В АЛТАЕ-САЯНСКОМ РЕГИОНЕ В 2006-2014 ГОДАХ И НЕОБХОДИМЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЯ	9

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ..... 10

<i>Алексеев В.Ю. (ИГЕМ РАН)</i>	
ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ — ТИПОМОРФНЫЕ СТРУКТУРЫ МЕЗОЗОЙСКИХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ ВОСТОКА РОССИИ	10
<i>Али А.А., Волков А.В. (ИГЕМ РАН)</i>	
ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОШИРОКИНСКОЕ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ, РОССИЯ) И ДЖУЛЬЕТТА (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ): СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	11
<i>Белоножко Е.А. (ООО «СибГео»)</i>	
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗОЛОТОНОСНОСТИ ОРТОН-БАЛЫКСИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)	11
<i>Васюков В.Е., Шумилин Д.А. (ФГУП ЦНИГРИ)</i>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПРЕССНОЙ МЕТОДИКИ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КРУПНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУХОЙ ЛОГ	12
<i>Викентьев И.В. (ИГЕМ РАН), Волчков А.Г. (ФГУП ЦНИГРИ), Смирнов Д.И., (ФГУП ИМГРЭ), Луо Ж.-Х. (Китайский университет геонаук)</i>	
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ: ИСТОЧНИКИ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА И ФЛЮИДОВ	13
<i>Голубев С.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ)</i>	
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ ОСАДКОВ БУЛУНКАНСКОЙ СВИТЫ ВЕРХНЕГО ТРИАСА НА СЕВЕРЕ ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ	14
<i>Голубева Ю.Ю. (ФГУП ЦНИГРИ)</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПЛОЩАДЕЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА ОБНАРУЖЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ	15
<i>Гонгальский Б.И., Сафонов Ю.Г. (ИГЕМ РАН), Павлович Г.Д., Петров А.В. (РГГРУ-МГРИ), Мурашов К.Ю. (ИГЕМ РАН)</i>	
СТРУКТУРНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ 3D МОДЕЛИ РУДНЫХ УЗЛОВ УДОКАНЧИНСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	16
<i>Дьячков Б.А., Зимановская Н.А., Кузьмина О.Н., Мизерная М.А. (Восточно-Казахстанский государственный технический университет), Сапаргалиев Е.М. (Алтайский геолого-экологический институт) Ойцева Т.А. (Восточно-Казахстанский государственный технический университет),</i>	
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ЗОЛОТОРУДНЫЙ ПОЯС: ГЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ	17
<i>Елицина С.Л., Иваненкова Е.В., А.А. Конкина А.А. (ФГУП ЦНИГРИ)</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОГНОЗЕ И ПОИСКАХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ	

МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ СИБИРИ).....	18
<i>Мигачев И.Ф., Звездов В.С., Минина О.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	19
<i>Звездов В.С., Несмеянов Л.О., Остапенко Л.А., Столяренко В.В., Чернов Е.Е.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ПОИСКИ И ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНЫХ РУД НОВЫХ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕБЕДИНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ШЛИХОМИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	20
<i>Зеликсон Б.С.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ	21
<i>Кирсанов А.А., Петров О.В., Липияйнен К.Л., Смирнов М.Ю., Павлова В.О.</i> (ФГУП «ВСЕГЕИ») ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ.....	22
<i>Контарь Е.С.</i> (ОАО «УГСЭ»), <i>Кокорин Н.П.</i> (Уралнедра) МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА МЕДИ В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ — СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	23
<i>Коньшиев В. О.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЛИЗКИХ К ИСТИННЫМ СОДЕРЖАНИЙ ЗОЛОТА В РУДНЫХ ТЕЛАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	26
<i>Кривко Т.Н.</i> (ОАО УГСЭ) МОЛИБДЕН-МЕДНОПОРФИРОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ПРЕДЕЛАХ ЭЛЬКАШОРСКОЙ ПЛОЩАДИ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)	27
<i>Кряжев С.Г.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) КРУПНООБЪЕМНЫЕ ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В УГЛЕРОДИСТО-ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩАХ: ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ.....	29
<i>Кудрявцева Н.Г., Серавина Т.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕВОНСКИХ ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ, ВМЕЩАЮЩИХ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ЗМЕИНОГОРСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ	30
<i>Кузнецов В.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ), <i>Брель А.И.</i> (АОА «Читагеологоразведка»), <i>Зайцев А.И.</i> (Алтайнедра), <i>Кузнецова Т.П.</i> (ФГУП ЦНИГРИ), <i>Мурзин О.В.</i> (ФГУП СНИИГГиМС) НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОИСКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА И РАСШИРЕНИЯ МСБ ПОЛИМЕТАЛЛОВ СИБИРИ	31
<i>Лантев М.М.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ПРИ ПОИСКАХ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВКАХ.....	32
<i>Леснов Ф. П.</i> (ИГиМ СО РАН) НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПЛАТИНОНОСНОСТИ ПОРОД И ХРОМИТИТОВ ИЗ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ МАССИВОВ О. САХАЛИН.....	33
<i>Мансуров Р.Х., Зеликсон Б.С., Курмаев А.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ В ПРЕДЕЛАХ СРЕДНЕ-ИШИМБИНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ ЕНИСЕЙСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ПРОВИНЦИИ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ) И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	34
<i>О.В. Мурзин</i> (ФГУП «СНИИГГиМС») ПРИМЕНЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ КОНТРОЛЯ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ В РУДНОМ АЛТАЕ.....	35
<i>Николаев Ю.Н., Сидорина Ю.Н., Джеджея Г.Т., Калько И.А.</i> (МГУ им. М.В. Ломоносова) ВЛИЯНИЕ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПРИ ПОИСКАХ ПО ВТОРИЧНЫМ ОРЕОЛАМ В ЛАНДШАФТАХ КРИОЛИТОЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ БАЙМСКОГО РАЙОНА ЧУКОТКИ).....	36
<i>Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е., Колесникова Т.И., Печников В.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ТЕХНОЛОГИЯ ШЛИХО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВОК СЗФО РФ.....	37
<i>Сафонов Ю.Г.</i> (ИГЕМ РАН) БАЗОВЫЕ И ВАРИАНТНЫЕ МОДЕЛИ ЭНДОГЕННЫХ ЗОЛОТОНОСНЫХ РУДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ	37
<i>Кокорин Н.П.</i> (Уралнедра), <i>Степанов А.Е., Санько Л.А.</i> (ОАО УГСЭ) ЗОЛОТОРУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КРАСНОТУРИНСКОЙ ЗОНЫ (ЧАДАРСКИЙ РАЙОН)	38
<i>Парада С.Г.</i> (ФГБУН Институт аридных зон Южного НЦ РАН), <i>Тарасов В.А.</i> (НПК «Элгео»), <i>Столяров В.В.</i> (ФГБУН Институт аридных зон Южного НЦ РАН) КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОИСКОВ ЗОЛОТО-СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ.....	39

<i>Татков И.Г.</i> (ГИН СО РАН) ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	40
<i>Углов Б.Д.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЛУБОКОВОДНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СУЛЬФИДОВ.....	41
<i>Федорова Л.Л., Куляндин Г.А., Федоров М.П.</i> (ИГДС СО РАН) ГЕОРАДИОЛОКАЦИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАЗВЕДКЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРИОЛИТОЗОНЫ.....	43
<i>Фесенко М.А., Мухин П.В., Федоренко С.В., Краснов А.Н., Зубова Т.П., Азибалов О.А., Филиппов В.П.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭКЗОГЕННОГО ЗОЛОТА В КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ЕРАВНИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ	44
<i>Чефранова А.В., Носова А.А., Лаломов А.В., Борисовский С.Е., Григорьева А.В.</i> (ИГЕМ РАН) ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТРИТОВЫХ РУТИЛОВ И ГРАНАТОВ БЕШПАГИРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫХ РОССЫПЕЙ.....	45
<i>Юшко Н.А., Спиридонов И.Г.</i> (ФГУП ИМГРЭ) ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	46
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ	48
<i>Авилова О.В., Андреев А.В., Гирфанов М.М., Кряжев С.Г., Сапожников В.Г., Старостин И.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ПРОГНОЗ И ОЦЕНКА МЕДНО-ПОРФИРОВОГО И ЗОЛОТО- ПОЛИСУЛЬФИДНОГО ОРУДИЯ СОБОЛИНОЙ ПЛОЩАДИ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОЛОГО ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЕЙ.....	48
<i>Аристов В.В.</i> (ИГЕМ РАН) ЗОЛОТОРУДНЫЕ ТРЕНДЫ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ ПРОВИНЦИИ. ПОДХОДЫ К ВЫДЕЛЕНИЮ, ПРОГНОЗНОЕ И ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ	49
<i>Барышев А.Н.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ОТРАЖЕНИЕ МЕТАМОРФОГЕННЫХ РУДООБРАЗУЮЩИХ И РУДОЛОКАЛИЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ В КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЯХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ТЕРРИГЕННО-СЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ	50
<i>Богославец Н. Н., Кузнецов В. В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ АЛЕКСАНДРО-ЗАВОДСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	51
<i>Бочнева А.А.</i> (ИГЕМ РАН), <i>Левченко Е.Н.</i> (ФГУП ИМГРЭ) ЭНТРОПИЙНОЕ ПОЛЕ МИНЕРАЛОВ ЗАУРАЛЬСКОГО РОССЫПНОГО РАЙОНА (ПРАВОБЕРЕЖНЫЙ УЧАСТОК, ХМАО).....	52
<i>Вольфсон А.А., Аристов В.В., Волков А.В., Сидорова Н.В.</i> (ИГЕМ РАН) ПОЛИФОРМАЦИОННЫЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ — ФАКТОР ВЫСОКОГО ПОТЕНЦИАЛА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АДЫЧАНСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО РАЙОНА	53
<i>Гирфанов М.М., Андреев А.В., Авилова О.В., Сапожников В.Г., Старостин И.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) РАЗРАБОТКА ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЮЖНОГО УРАЛА.....	54
<i>Головко А.В., Попенко Г.С.</i> (ГП «Центральная ГГЭ», Узбекистан) МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЗОЛОТА УЗБЕКИСТАНА И ИХ ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ	55
<i>Граханов С.А.</i> (ИГАБМ СО РАН) ПРОГНОЗ ТРИАСОВОЙ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ НА СЕВЕРОВОСТОКЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ.....	56
<i>Дементеев Л.И., Головко А.В., Попенко Г.С.</i> (ГП «Центральная ГГЭ», Узбекистан) НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МИНЕРАГЕНИИ ВЕРХНЕЮРСКИХ-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ ГИССАРСКОГО ХРЕБТА (ЮЖНЫЙ УЗБЕКИСТАН).....	57
<i>Зинчук Н.Н.</i> (ЗЯНЦ АН РС(Я)) РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИЕ КИМБЕРЛИТОВЫЕ СИСТЕМЫ В СВЯЗИ С ПОИСКАМИ АЛМАЗОНОСНЫХ ДИАТРЕМ.....	58
<i>Зинчук Н.Н.</i> (ЗЯНЦ АН РС(Я)) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ТИПОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТРУБОЧНОГО ТИПА.....	59
<i>Злобина Т.М., Мурашов К.Ю., Котов А.В.,</i> (ИГЕМ РАН) МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЕРНИНСКОЕ, ИРОКИНДА (СЗ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	60

<i>Иванов А.И.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) РОЛЬ МЕТАМОРФИЗМА В ЗОЛОТОМ РУДООБРАЗОВАНИИ В УГЛЕРОДИСТЫХ ТЕРРИГЕННЫХ И КАРБОНАТНО-ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛО-ПАТОМСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ МОДЕЛЯХ.....	61
<i>Иващенко В.И., Фролов П.В., Голубев А.И.</i> (ФГБУН ИГ КарНЦ РАН) ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВЫЕ ПЕСКИ КАК ОСНОВА ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО В ОБРАМЛЕНИИ УЛЯЛЕГСКОГО МАССИВА ГРАНИТОВ РАПАКИВИ (КАРЕЛИЯ) 62	62
<i>Киреев А. Е.</i> (ОАО «Зарубежгеология») ГЕОЛОГОСТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В КОЛЛИЗИОННОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ НА ПРИМЕРЕ ЧОРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА	63
<i>Колова Е.Е., Малиновский М.А., Ползуненков Г.О.</i> (СВКНИИ ДВО РАН), <i>Волков А.В., Сидоров А.А.</i> (ИГЕМ РАН) ЭКЗОТИЧЕСКОЕ Co-Cu-Au МЕСТОРОЖДЕНИЕ ОБХОД (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)	65
<i>Колесникова Н.Б.</i> (ФГУП «ВИМС») О ВОЗМОЖНЫХ ИСТОЧНИКАХ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ВОЛЬФРАМОВОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ МАРИНИНСКОЕ (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	66
<i>Колесникова Т.И., Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ТИПЫ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ МИНЕРАЛОВ-ИНДИКАТОРОВ КИМБЕРЛИТОВ ПОИСКОВЫХ ОБСТАНОВЕК ТЕРРИТОРИИ СЗ РФ.....	67
<i>Конкин В.Д., Ручкин Г.В.,</i> (ФГУП ЦНИГРИ), <i>Галямов А.Л.</i> (ИГЕМ), <i>Агеев Ю.Л.</i> (ЗАО «СИБГК») МНОГОФАКТОРНЫЕ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ РУДНЫХ ПОЛЕЙ С ЗОЛОТОРУДНЫМИ И КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ ЧАЯНГРИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА	68
<i>Косовец Т.Н., Орлова Г.Ю.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ЧАДАКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (УЗБЕКИСТАН).....	70
<i>Кузнецова С.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОАЛТАЙСКОГО ТИПА И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ	72
<i>Курганьков П.П., Зобов Н.Е., Корнев Т.Я., Шарифулин С.К.</i> (ГПКС «КНИИГиМС») ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЙ КОМПЛЕКС И ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ КУРТУШИБИНСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО САЯНА	73
<i>Лаломов А.В., Чефранов Р.М., Григорьева А.В., Магазина Л.О.</i> (ИГЕМ РАН) ЭВОЛЮЦИОННАЯ РЕТРОСПЕКТИВНО-СТАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВАГРАНСКОГО РОССЫПНОГО УЗЛА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)	74
<i>Лобанов К.В., Чичеров М.В., Чижова И.А., Плотинская О.Ю., Горностаева Т.А., Шаров Н.В.</i> (ИГЕМ РАН) РУДООБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ПЕЧЕНГСКОГО РАЙОНА.....	75
<i>Маркин М.Ю., Парада С.Г., Столяров В.В., Шишкалов И.Ю.</i> (Институт аридных зон Южного НЦ РАН) ГЕОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ДЕНУДАЦИОННОГО СРЕЗА ЗОЛОТО-СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ.....	76
<i>Печенкин И. Г.</i> (ВИМС) ГИДРОГЕННЫЙ РУДОГЕНЕЗ — НЕТРАДИЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ	77
<i>Плотинская О.Ю.</i> (ИГЕМ РАН) МИНЕРАЛЫ ПЕРЕМЕННОГО СОСТАВА В ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ УРАЛА	78
<i>Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Салтанов В.А., Громов П.А., Петрушков Б.С., Алексеев Д.А., Шманяк А.В.</i> (ФГУП «ВСЕГЕИ») ПОИСКИ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ РУД НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА НА ВОСТОЧНОМ ТАЙМЫРЕ В СВЯЗИ КАРБОНАТИТАМИ-КУЛЬДИМИТАМИ (КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ БАРИТ-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО ТИПА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ)	78
<i>Прусакова Н.А., Громцев К.В., Комарова О.И.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ.....	79
<i>Савва Н.Е.</i> (СВКНИИ ДВО РАН), <i>Волков А.В.</i> (ИГЕМ РАН), <i>Ишков Б.И.</i> (ООО «Омолонская золоторудная компания»), <i>Сидоров А.А.</i> (ИГЕМ РАН) ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ НЕТРАДИЦИОННОГО ЗОЛОТО-ГЕМАТИТ-БАРИТОВОГО ТИПА ОРУДЕНЕНИЯ НА ОМОЛОНСКОМ КРАТОННОМ ТЕРРЕЙНЕ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ).....	80
<i>Серавина Т.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ БЕРЕЗОВОГОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (РУДНЫЙ АЛТАЙ).....	81
<i>Сидоров А.А., Волков А.В., Мурашов К.Ю., Алексеев В.Ю., Сидорова Н.В.</i> (ИГЕМ РАН) ПЕРСПЕКТИВЫ AU-AS-Sb МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВКРАПЛЕННЫХ, СУЛЬФИДНЫХ РУД С УПОРНЫМ ЗОЛОТОМ.....	82

<i>Патрахин С.Г., Татков И.Г.</i> (ГИН СО РАН) ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ	83
<i>Чижова И.А., Волков А.В., Сидоров А.А., Лобанов К.В., Мурашов К.Ю., Алексеев В.Ю.</i> (ИГЕМ РАН) АU-AG ЭПИТЕРМАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ЦИФРАХ И ФАКТАХ	84
<i>Фридовский В.Ю.</i> (ИГАБМ СО РАН), <i>Гамянин Г.Н.</i> (ИГЕМ РАН), <i>Полуфунтикова Л.И.</i> (СВФУ им. М.К. Аммосова), <i>Соловьев Е.Э.</i> (ГУГПП «Якутскгеология») КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ПОЛИГЕННОГО ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОГНОЗНЫХ ПОСТРОЕНИЯХ	85
<i>Чефранов Р.М., Лаломов А.В.</i> (ИГЕМ РАН) КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОГО РОССЫПЕОБРАЗОВАНИЯ.....	86

ОПТИМИЗАЦИЯ И КООРДИНАЦИЯ РАБОТ ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ И СОПРОВОЖДЕНИЮ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГРР 87

<i>Агibalов О.А., Зубова Т.П., Черемисина Е.А., Иванов Н.М., Филиппов В.П., Яблокова С.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ДРЕВНИЕ ВЫСОКОГЛИНИСТЫЕ РОССЫПИ УРАЛА С МЕЛКИМ И ТОНКИМ ЗОЛОТОМ — ИСТОЧНИК ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ	87
<i>Карасева Н.Б.</i> (ФГУНПП «Геологоразведка») ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ.....	88

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ ГРР ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ 89

<i>Емкужев А.С.</i> (Севкавнедра), <i>Емкужев М.С.</i> (ООО «Каббалкгеология»), <i>Парада С.Г., Столяров В.В.</i> (ФГБУН Институт аридных зон Южного НЦ РАН) НОВЫЙ ТИП ЗОЛОТО-СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО УЗЛА (КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА)	89
<i>Ключарев Д.С., Спиридонов И.Г., Волкова Н.М., Комин М.Ф.</i> (ФГУП ИМГРЭ) МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА СУРЬМЫ РОССИИ: ВЧЕРА И СЕГОДНЯ.....	90
<i>Татарко Н.И.</i> (ОАО «Башкиргеология»), <i>Волчков А.Г., Никешин Ю.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВ СКРЫТОГО ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕГО МЕДНО-ЦИНКОВОКОЛЧЕДАННОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)	91
<i>Турлычкин В.М.</i> (ОАО «Тульское НИГП») ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЕСТО-ШОР (ЗАПАДНЫЕ ОТРОГИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА)	92
<i>Швец С.М.</i> (Гуппа Эриэлл), <i>Рыльков С.А.</i> (Уралнедра), <i>Михайлов Б.К.</i> (ФГУП ЦНИГРИ), <i>Петров О.В., Кимельман С.А.</i> (ФГУП «ВСЕГЕИ») МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕНТРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ БАЛАНСОВ.....	93

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГРР 94

<i>Голубев Ю.К., Прусакова Н.А., Щербакowa Т.Е.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА КОРЕННУЮ АЛМАЗОНОСНОСТЬ.....	94
<i>Тарасов А.С., Куторгин В.И.</i> (ФГУП ЦНИГРИ), <i>Рябинин А.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РАЗВЕДКЕ РОССЫПЕЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ВИБРОВАРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ	96
<i>Лоренц Д.А.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ ПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТО-КВАРЦЕВОГО И ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ТИПОВ И ПРИМЕРЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЧУКОТСКОГО АО.....	98
<i>Миляев С.А., Серавина Т.В., Иваненкова Е.В.</i> (ФГУП ЦНИГРИ) ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННО-СОЛЕВОГО МЕТОДА ПРИ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКАХ СКРЫТЫХ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ РУДНОГО АЛТАЯ)	99

<i>Соколов Е.П.</i> (ГУГГП РС (Я) «Якутскгеология»), <i>Анисимова Г.С.</i> (ИГАБМ СО РАН) АЛТАН-ЧАЙДАХСКИЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НА ЗОЛОТО И МОЛИБДЕН ОБЪЕКТ	100
<i>Тарханов А.В., Постников И.С.</i> (АО «ВНИИХТ»), <i>Салтыков А.С., Дубинчук В.Т.</i> (ФГУП «ВИМС») НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОСВОЕНИЯ ЗОЛОТО-УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЭЛЬКОНСКОГО УРАНОВОРУДНОГО РАЙОНА (САХА (ЯКУТИЯ)).....	101
<i>Хотылев О.В.</i> (ОАО «ВНИИЗарубежгеология»), <i>Корчуганова Н.И.</i> (МГРИ-РГГУ) СТРУКТУРНО- ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ЛОВУШЕК АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ НА РАННИХ ЭТАПАХ ГРР (НА ПРИМЕРЕ МАКОНСКОГО РАЙОНА, РЕСПУБЛИКА ГВИНЕЯ).....	101
ОГЛАВЛЕНИЕ	103