

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель темы, д-р
геолого-минералогических наук


11.01.16
подпись, дата

А.М. Спиридонов

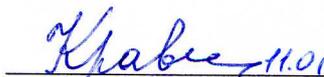
Ответственные исполнители темы:

д-р геолого-минералогических наук


11.01.16
подпись, дата

А.М. Спиридонов (раздел

д-р геолого-минералогических наук


11.01.16
подпись, дата

Р.Г. Кравцова (раздел 2)

кандидат геолого-минералогических
наук


11.01.16
подпись, дата

А.Е. Будяк (раздел 3)

УДК 550.4:551.2

Реферат

Отчет включает 19 стр., 4 илл., 1 табл., 10 ист.

Ключевые слова: *геохимия, минералогия, структура минералов, структура рудных полей, черносланцевые отложения, золоторудное месторождение, метасоматиты, руды, генезис месторождения.*

Целью исследования является изучение геохимических особенностей разнотипных рудно-магматических систем благородных металлов, формирующихся в различных геодинамических обстановках, построение их геохимических и генетических моделей и разработка комплекса геохимических методов прогноза и поисков месторождений.

Объекты исследований расположены к территориях, Монголо-Охотского складчатого пояса (Карийский рудный узел), Приколымья (Дорожное, Светлое, Наталкинское, Дегдекан, Омчак) и Байкальской горной области (Тонодское и Нечерское поднятия, а также Кодаро-Удоканская структурно-формационная зона). В отчётный период научные исследования были сосредоточены на изучении метасоматитов и магматических пород Карачачинского массива Карийского рудного узла, минерального и геохимического состава руд месторождений Au-кварцевой формации (Наталкинское, Дегдекан, Омчак), а также на изучении минералогических, петрохимических и геохимических особенностей черносланцевых отложений нижнепротерозойского возраста (Тонодское поднятие).

В результате работ выявлено сходство в распределении редкоземельных элементов в дайке грорудитов, прорывающих кварц-турмалиновые метасоматиты на участке Новинка, и в позднеюрских эффузивах северного фланга Карийского месторождения, при существенном различии в концентрациях таких элементов. как V, Sr, Ba (в 3-15 раз выше в эффузивах), Be, Nb, Ta, Sn, Mo, W, Ge, Th, U (в 2-90 раз выше в грорудитах).

Установлено, что руды Карийского месторождения сформировались в два этапа, разделенные внедрением даек грорудитов и гибридных порфиров. Ранний этап представлен магнетит-калишпат-актинолитовыми рудами участка Новинка и турмалин-сульфидно-кварцевыми рудами участка Дмитриевка, а поздний золотоносными сульфидно-кварцевыми и кварцевыми с карбонатом прожилками участка дайки Амурской. Руды раннего этапа тесно связаны с гранитоидами Кара-Чачинского массива, имеющими корово-мантийные метки, а второго ассоциируют с дайками, также имеющими мантийные метки.

Впервые в арсенопиритах золоторудного месторождения Наталкинское выявлено существование двух основных неминеральных форм нахождения равномерно распределенных Au, Pt, Pd – структурной и поверхностно-связанной. Установлено, что золотоносные арсенопириты и пириты месторождений Наталкинское, Омчак и Дегдекан являются основными минералами-концентраторами Pt, Pd, Ru.

Золото в руде Наталкинского месторождения находится в основном в свободном самородном состоянии в жильном кварце или в ассоциации с арсенопиритом, реже с пиритом, еще реже с галенитом и сфалеритом. Золото высокопробное (750‰ – 800‰), размером от 0.01 мм до 2 мм. Встречаются его тонкодисперсные выделения (менее 0.01 мм) в кварце и арсенопирите. Структура зерен – полигонально-зернистая и простые двойники. Кроме Ag (20-25 %), в виде постоянной примеси в золотилах отмечены Se (до 2.57%) и Te (до 0.27%), часто встречаются Bi (до 1.02%) и Hg (до 0.59%), реже Pb (до 0.36%), в единичных точках – W (до 0.37%) и Mn (до 0.21%).

Установлено, что большинство выявленных месторождений с Pt, Pd, Au, U и полиметаллической нагрузкой в пределах Байкальской горной области (БГО) связаны с двумя продуктивными горизонтами: кевактинским (палеопротерозой) и дальнетайгинским (неопротерозой). В результате комплексного изучения этих отложений можно сделать вывод, что кевактинская серия, перспективная на Au и U, сформировалась в процессе осадконакопления в рифтогенном бассейне суперконтинентального цикла между амальгамацией Кенорленда и Колумбией. Au-U специализация отложений объясняется седиментацией при участии синхронного рифтогенного вулканизма основного состава.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 6 |
| Раздел 1. Изучение минерально-геохимических, петрографических и петрохимических особенностей рудных образований, метасоматитов, и магматических пород Карачачинского массива и мезотермальных месторождений Монголо-Охотского складчатого пояса (Карийский рудный узел). | 7 |
| Раздел 2. Изучение минералого-геохимических особенностей и условий формирования разноформационных орогенных месторождений золота в складчатых структурах Яно-Колымского золотоносного пояса (Приколымье) | 11 |
| Раздел 3. Изучение минералогических, петрохимических и геохимических особенностей черносланцевых отложений нижнепротерозойского возраста (Тонодское поднятие) Байкальской горной области. | 13 |
| Основные результаты проведённого исследования | 16 |
| Список публикаций по теме | 17 |
| Список использованных источников | 19 |

Введение

Огромный фактический материал, накопленный опыт, оценка роли геохимии в изучении процессов рудоконцентрирования, расширение спектра аналитических, экспериментальных и расчетных данных, базирующихся на геохимической основе, широкий спектр применяемых геохимических методов в проведении поисковых и разведочных работ, безусловно, способствуют решению обозначенных проблем. И в то же время увеличивают ряд вопросов перед исследователями в области теории и практики геохимии эндогенного рудообразования. Решение этих задач должно базироваться на комплексных исследованиях в области изучения процессов рудообразования. Наиболее актуальными остаются вопросы источников рудного вещества, рудной нагрузки и происхождения металлоносных флюидов. Таким образом, необходимость фундаментальных исследований, направленных на решение широкого круга задач в области геохимии эндогенного рудообразования и прикладное значение таких разработок являются достаточно очевидными.

Раздел 1. Изучение минерально-геохимических, петрографических и петрохимических особенностей рудных образований, метасоматитов и магматических пород Карачачинского массива и мезотермальных месторождений Монголо-Охотского складчатого пояса (Карийский рудный узел)

В результате исследований методом ICP-MS выявлено сходство в распределении редкоземельных элементов в дайке грорудитов, прорывающих кварц-турмалиновые метасоматиты на участке Новинка, и в позднеюрских эффузивах северного фланга Карийского месторождения при существенном различии в концентрациях таких элементов, как V, Sr, Ba (в 3-15 раза выше в эффузивах), Be, Nb, Ta, Sn, Mo, W, Ge, Th, U (в 2-90 раз выше в грорудитах). Установлено, что в высокотемпературных магнетит-калишпат-актинолитовых рудах проявлена комплексная минерализация, характерная для золоторудных тел других участков месторождения, где она играет определяющую роль в турмалин-кварцевых рудах. Эта минерализация представлена: (1) молибдошеелитом (1-6% MoO_3), содержащим до 2.5% Sr; (2) ассоциацией минералов висмута – висмутином, медно-висмутовыми сульфосолями, теллуридами и сульфотеллуридами висмута, (3) высокопробным самородным золотом и (4) очень редким арсенопиритом. Повышенная молибденоносность шеелита на золоторудном объекте, по всей видимости, отражает золото-молибденовый металлогенический профиль Забайкальского сектора Монголо-Охотского орогенного пояса, а высокие концентрации стронция типоморфны для шеелита типичных орогенных золото-кварцевых месторождений. Магнетит часто содержит примесь ванадия (до 2%), что можно считать дополнительным свидетельством мантийного влияния на процесс рудообразования.

Изучение оруденения показало, что руды Карийского месторождения сформировались в два этапа, разделенные внедрением даек грорудитов и гибридных порфиров. Ранний этап представлен магнетит-калишпат-актинолитовыми рудами участка Новинка и турмалин-сульфидно-кварцевыми рудами участка Дмитриевка, а поздний золотоносными сульфидно-кварцевыми и кварцевыми с карбонатом прожилками участка дайки Амурской.

Полевыми наблюдениями этого года установлен переход так называемых архейских гнейсо-гранитов и кристаллических сланцев в слабо филлитизированные терригенные отложения поздней юры, ранее закартированные как грабенообразные впадины среди

докембрийских пород. Анализ соотношения таких метаморфитов с гранитами Кара-Чачинского массива показал, что основу Карийского рудного узла составляют производные гранитно-метаморфического купола, подобно Нерчинским куполам, описанным ранее в Нерчинско-Заводском районе.

Руды раннего этапа тесно связаны с гранитоидами Кара-Чачинского массива, имеющими корово-мантийные метки, а второго ассоциируют с дайками, также имеющими мантийные метки. Ареал турмалиносодержащих комплексных полиметалльных (Au-As-Bi-Sb) месторождений оказался тесно сопряженным с ареалом субщелочных гранитоидов амуджиканской серии и даек гибридных порфиров, нередко содержащих турмалиновые миндалины (Карийское месторождение).

Имеющиеся данные об изотопном возрасте Кара-Чачинского массива гранитоидов амуджикано-сретенского комплекса получены с помощью K/Ar и Rb/Sr методов. По данным K/Ar метода возраст колеблется от 145 до 165 млн лет, что соответствует средней – верхней юре. Изотопная датировка полученная Rb/Sr изохронным методом для гранитоидов Кара-Чачинского массива составила 132 ± 12 млн лет и соответствует раннему мелу. Значительное расхождение датировок, полученных разными методами, оставляет возраст гранитоидов неопределенным, ограничивая время их образования возрастным интервалом поздняя юра – ранний мел.

При датировании гранитоидов Кара-Чачинского массива амуджикано-сретенского комплекса ставились две задачи. Первая включала в себя определение изотопного возраста гранитоидов одной из объемных фаз, другая заключалась в выявлении возрастных различий гранитоидов и ассоциирующих с ними субвулканических интрузий. Для этого был выделен амфибол из амфибол-биотитового гранита третьей фазы (образец АМ-18), характеризующего основной объем гранитоидного плутона.

Для оценки возраста субвулканических образований был отобран амфибол из гранитоидов первой фазы (образец АМ-15), соответствующих по внешнему облику и составу гибридным порфирам, слагающим дайковые тела в экзоконтакте массива, и ксенолитам в гранитоидах второй и третьей фаз.

Образец АМ-15 был подвергнут 6-стадийному нагреву от 500 до 1130°C. На возрастном спектре выделяется хорошее плато возрастом 151.7 ± 1.9 млн лет, включающее 93 % выделившегося ^{39}Ar .

Образец АМ-18 также был подвергнут 6-стадийному нагреву от 500 до 1130°C. Его

возрастной спектр характеризуется значительным разбросом данных, плато выделяется не столь отчетливо, как в предыдущем случае. Возраст плато составляет 154.9 ± 1.7 млн лет.

Полученные изотопные датировки позволяют однозначно говорить о позднеюрском возрасте гранитоидов Кара-Чачинского массива. Более «древний» возраст гранитоидов третьей фазы может быть связан с повышенным разбросом измерений, обусловленным вторичными преобразованиями амфибола. Для получения более точных данных необходимо датирование другого образца из этой же фазы гранитоидного плутона.

Основываясь на полученном изотопном возрасте, образование гранитоидов Кара-Чачинского массива можно связать с процессом коллизии Сибирского и Монголо-Китайского континентов, произошедшей после закрытия Монголо-Охотского океана [Zorin et al., 1995].

Изотопная Sr-Nd систематика гранитоидов Кара-Чачинского, Сретенского и Ургучанского массивов показана на рис.1. Составы пород всех трех массивов группируются в пределах тренда составов метаосадочных пород кулиндинской свиты Ононского террейна аккреционного клина и палингенных коллизионных гранитоидов ундинского комплекса. Этот тренд характеризуется интенсивным ростом радиогенности изотопного состава стронция при слабо изменяющихся умеренно отрицательных величинах $\epsilon Nd = -1(-4)$. Этот тренд, вероятно, является региональной изотопной характеристикой состава палеозойской коры Монголо-Охотского орогенного пояса, отражающей процесс смешения позднепалеозойского ювенильного материала островодужной природы с более древним коровым веществом.

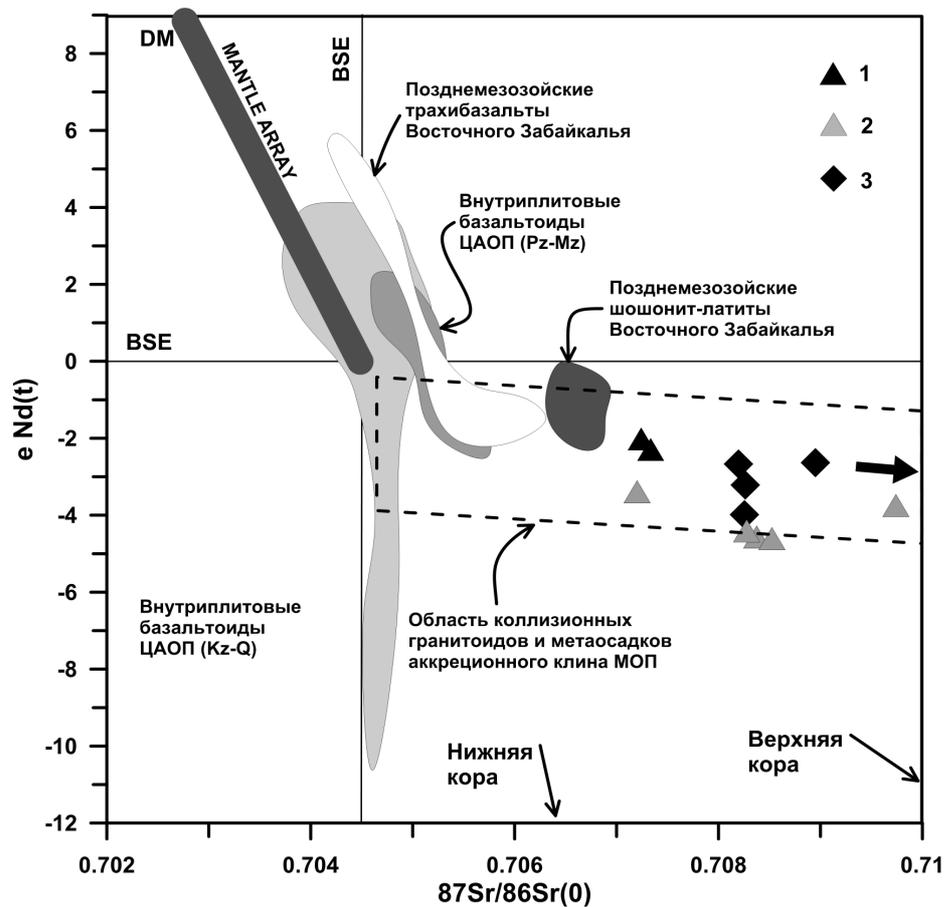


Рисунок 1. Изотопная Sr-Nd систематика гранитоидов амуджикано-сретенского комплекса Восточного Забайкалья: 1 – Сретенский, 2 – Ургучанский и 3) Кара-Чачинский массивы. Поля составов кайнозойских и позднепалеозойских-позднемезозойских базальтоидов Центрально-Азиатского орогенного пояса (ЦАОП); поля позднемезозойских трахибазальтов и шшонит-латитов Восточного Забайкалья. Область составов коллизионных гранитоидов и метаосадочных пород Ононского террейна аккреционного клина МОП.

Раздел 2. Изучение минералого-геохимических особенностей и условий формирования разноформационных орогенных месторождений золота в складчатых структурах Яно-Колымского золотоносного пояса (Приколымье)

Изучен вещественный состав руд орогенных месторождений золота Наталкинское, Омчак, Дегдекан в складчатых структурах Яно-Колымского пояса (Приколымье). Особое внимание уделено формам нахождения и особенностям распределения Au и ЭПГ (Pt, Pd, Ru) в сульфидных минералах.

Впервые в арсенопиритах золоторудного месторождения Наталкинское выявлено существование двух основных неминеральных форм нахождения равномерно распределенных Au, Pt, Pd – структурной и поверхностно-связанной. При проведении исследований использовались прецизионные методы анализа – СВАДМ, СЭМ и ЛА-ИСП-МС.

Впервые на примере месторождений Наталкинское, Омчак и Дегдекан было установлено, что золотоносные арсенопириты и пириты являются основными минералами-концентраторами Pt, Pd, Ru. Для определения их концентраций была использована специальная методика фазового химического анализа сульфидов с атомно-абсорбционным окончанием (табл. 1).

С помощью оптического микроскопа ПОЛАР-3 и микроанализатора JXA-8200, JEOL Ltd, Japan на месторождении Наталкинское изучены особенности состава самородного золота, его структура, размерность, минеральные ассоциации. Золото в руде находится в основном в свободном самородном состоянии в жильном кварце (рис. 2 а, б, в) или в ассоциации с арсенопиритом (рис. 2 г), реже с пиритом, еще реже с галенитом и сфалеритом. Золото высокопробное (750‰ – 800‰). Размер зерен от 0.01 мм до 2 мм. Встречаются его тонкодисперсные выделения (менее 0.01 мм) в кварце (рис. 2 б, в) и в арсенопирите (рис. 2 г). Структура зерен – полигонально-зернистая и простые двойники (рис. 3). Кроме Ag (20-25 %), в виде постоянной примеси в золотилах отмечены Se (до 2.57%) и Te (до 0.27%), часто встречаются Bi (до 1.02%) и Hg (до 0.59%), реже Pb (до 0.36%), в единичных точках – W (до 0.37%) и Mn (до 0.21%).

Содержание Pt, Pd, Ru в золотоносных арсенопирите и пирите месторождений Наталкинское, Омчак и Дегдекан.

| №№ п/п | №№ проб | Фракции | Pt, г/т | Pd, г/т | Ru, г/т |
|---|----------|-------------------------|---------|---------|---------|
| Наталкинское месторождение. Северо-западный карьер | | | | | |
| 1 | ТПМ-1/1 | Asp (0.25-0.5 мм) | 39.9 | 4.0 | 31.3 |
| 2 | | Asp (0.14-0.25 мм) | 73.0 | 10.7 | 53.5 |
| 3 | | Asp (0.07-0.14 мм) | 119.3 | 6.7 | 66.8 |
| 4 | | Сульф. конц. (<0.07 мм) | 134.8 | 8.1 | 29.7 |
| Месторождение Омчак. Участок Золотая Речка. | | | | | |
| 5 | ЗР-10/13 | Pу+ Asp (0.5-1 мм) | 72.3 | 9.6 | 42.8 |
| 6 | | Pу (0.25-0.5 мм) | 51.5 | 8.2 | 22.3 |
| 7 | | Pу (0.2-0.25 мм) | 61.2 | 5.2 | 28.2 |
| 8 | ЗР-10/13 | Asp (0.25-0.5 мм) | 164.3 | 11.3 | 28.3 |
| 9 | | Asp (0.2-0.25 мм) | 119.3 | 23.2 | 63.2 |
| Месторождение Дегдекан. Участок Верный. | | | | | |
| 10 | ДГ-2 | Pу (2-3 мм) | 76.7 | 8.2 | 81.8 |
| | | Pу (1-2 мм) | 90.5 | 9.0 | 50.2 |
| | | Pу (0.5-1 мм) | 165.5 | 7.6 | 44.1 |
| | | Pу (0.25-0.5 мм) | 76.9 | 11.2 | 104.4 |
| | ДГ-4 | Pу (2-3 мм) | 81.6 | 4.1 | 24.5 |
| | | Pу (1-2 мм) | 74.3 | 5.6 | 23.8 |
| | | Pу (0.5-1 мм) | 84.4 | 11.6 | 63.3 |
| | | Pу (0.25-0.5 мм) | 139.0 | 11.6 | 60.2 |

Примечание: Для определения концентраций была использована специальная методика фазового химического анализа сульфидов с атомно-абсорбционным окончанием. Asp – арсенопирит, Pу – пирит.

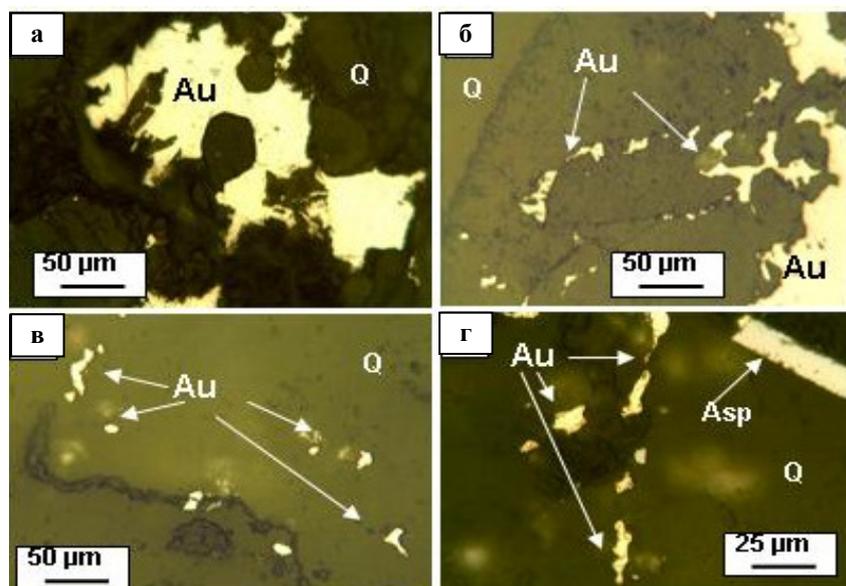


Рисунок 2. Самородное золото в руде Наталкинское месторождения: а, б, в – в жильном кварце (Q); г – в ассоциации с арсенопиритом (Asp). Изображения в отраженном свете, микроскоп ПОЛАР-3.

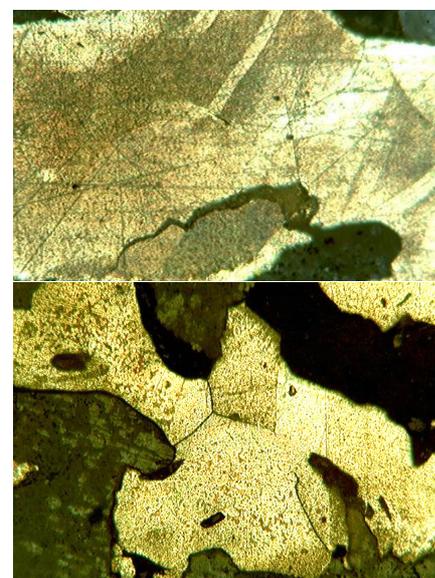


Рисунок 3. Полигонально-зернистая структура самородного золота и простые двойники (рис. 3)

Раздел 3. Изучение минералогических, петрохимических и геохимических особенностей черносланцевых отложений нижнепротерозойского возраста (Тонодское поднятие) Байкальской горной области.

Геологическую историю Байкальской горной области (БГО) и приуроченных к ней рудных месторождений следует рассматривать с позиций эволюции южной окраины Сибирского кратона, начиная с архей-палеопротерозойских (>2000 млн. лет) отложений до позднего неопротерозоя – раннего палеозоя. Большинство выявленных месторождений с Pt, Pd, Au, U и полиметаллической нагрузкой в пределах БГО связаны с двумя продуктивными горизонтами: кевактинским (палеопротерозой) [Будяк и др., 2015] и дальнетайгинским (неопротерозой) [Немеров и др., 2001; 2010].

Отложения кевактинского горизонта (~2.2 млрд лет), вмещающие крупные рудные объекты, прослеживаются в пределах Тонодского и Нечерского поднятий, а также Кодаро-Удоканской структурно-формационной зоны (СФЗ). Горизонт сложен однородными, рассланцованными, иногда гнейсовидными метапесчаниками и темно-серыми до черных углеродисто-слюдисто-кварцевыми сланцами. Эти отложения выделяются характерной геохимической специализацией на Pt, Pd, Au, Ag, U, Th, а также Zn, Pb, Co, Ni и Cu. Характерным показателем пород горизонта является повышенная глиноземистость со средним содержанием Al_2O_3 19 вес. %, а также повышенные содержания K_2O (в среднем 4-6 вес. %) и $C_{орг}$ (от 0.5 до 10 вес. %). Накопление отложений подобной специализации объясняется активным выветриванием исходных пород под влиянием жаркого, гумидного климата, при бурном развитии бактериального бентоса в бассейне осадконакопления с застойным режимом [Терлеев и др., 2006]. Показательным является комплекс мультипликативных эксгальационного [Немеров и др., 2001; 2010] и железомарганцевого [Страхов, 1976] модулей, отчетливо показывающих присутствие эксгальационной деятельности, синхронной осадконакоплению отложений кевактинской серии (рис. 4) с пиком привноса ювенильного материала в читкандинское время и полным его отсутствием на момент формирования кеменской серии. Наряду с изменением абсолютного содержания макрокомпонентов, изменяется отношение K_2O/Na_2O , что констатирует смену источника размываемого и переносимого в бассейн вещества магматических пород натровой серии, на калий-натровые породы, которые поставляли материал для отложений кеменского горизонта, что согласуется с выводами [Подковыров

и др., 2006] о преобладающем привносе раннепротерозойского материала с примитивных островных дуг на момент накопления кодаро-чинеиских отложений и субстрата активной континентальной окраины или зрелых островных дуг – на момент накопления кеменских осадков.

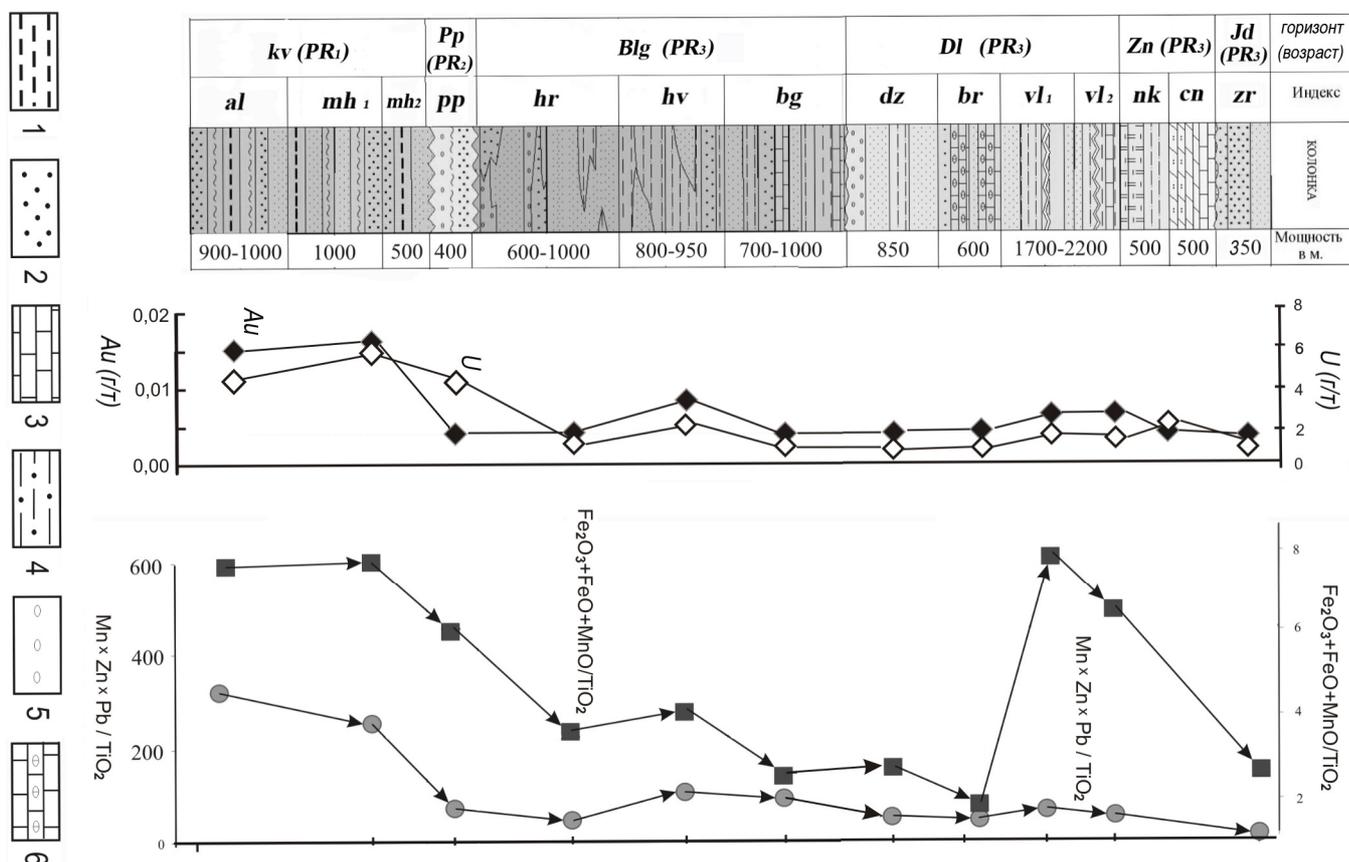


Рисунок 4. Распределение значений мультипликативных эксгальационного ($Mn \cdot Zn \cdot Pb / TiO_2$) и железомарганцевого ($Fe_2O_3 + FeO + MnO / TiO_2$) модулей в пределах Тонодского поднятия: 1 – углеродсодержащие серицит-хлоритовые сланцы, 2 – кварцевые песчаники, 3 – карбонатные породы, 4 – алевролиты, 5 – гравелиты и конгломераты, 6) известняки черные строматолитовые, микрофитолитовые.

Таким образом, отложения Кодаро-Удоканской СФЗ и кевактинской серии накапливались в условиях пассивной окраины в интервале 2.2-2.4 млрд лет. Последующие коллизионные события в результате аккреции Сибири, индикатором которых является выплавка чуйско-кодарских гранитов (1.9 млрд лет) [Ларин и др., 2006], повлияли на перераспределение и концентрирование Au, PGE и U в нижнепротерозойских отложениях южного обрамления кратона.

История развития Сибирского кратона в раннем мезопротерозое прослеживается с 1.6 млрд лет по накоплению на пассивной окраине кратона отложений пурпольской переотложенной коры выветривания, с которой связаны месторождения U типа

«несогласия». Этот период, характеризуется деятельностью суперплюма и формированием дайковых комплексов [Ernst. 2014], что соответствует суперконтинентальному циклу между эпохами максимальной амальгамации континентальных блоков бывшей Колумбии в суперконтинент Родиния. При распаде Родинии в условиях пассивной окраины накапливались углеродисто-карбонатно-терригенные отложения баллаганакской серии (региональный горизонт), относящихся к нижнему неопротерозою. Суммарная мощность этих отложений ~ 5 км.

В позднем неопротерозе (до 635 млн лет) накапливались отложения дальнетайгинской серии в условиях задугового бассейна. Важно отметить, что более 90% золоторудных и полиметаллических месторождений района, среди которых Сухой Лог и Холоднинское, связаны с хомолхинской «черносланцевой» толщей из более чем 8 «черносланцевых» уровней, имеющих в разрезе неопротерозоя БГО. Геохимическая специализация этих отложений имеет ярко выраженную сидеро-халькофильную специализацию осадков: Fe, Mg, Mn, P, а также Au, Ag, Ni, Co, Cu, Zn, Pb, которая формировалась под влиянием эксгалляционной деятельности зоны спрединга задугового бассейна [Немеров и др., 2010]. Нарушение корреляции эксгалляционного и железомарганцевого модулей в валухитнское время говорит о значительной удаленности Приленского бассейна (v_{11} и v_{12}) от осевой части зоны спрединга (олокитская структура) и значительном разбавлении коровым терригенным материалом, сносимым с кратона. Однако сопоставимые отложения хомолхинской свиты имеют в этой точке показатель, значительно превышающий 600 [Немеров и др., 2010], что указывает на дополнительный флюид ювенильного характера в формировании рудных горизонтов кевактинского и дальнетайгинского.

Результатом закрытия северо-восточной части Палеоазиатского океана, связанного с аккрецией Байкало-Муйского композитного террейна к Байкало-Патомской окраине Сибирского кратона, является появление к 580-570 млн лет нового источника сноса вещества, что указывает на значительное воздымание территории с юга и прекращение деятельности спрединга задугового бассейна. В результате Байкало-Патомский бассейн стал изолированным (бассейн форланда) и заполняется полимиктовым материалом жербинской свиты юдомского горизонта. Дальнейшая история палеобассейна отражает трансгрессивный характер моря в сторону платформы, когда вся территория перекрывается карбонатными отложениями нохтуйской и тиновской свит.

Непосредственно же формирование рудных объектов, связанных как с палео-, так и с неопротерозойскими отложениями, было спровоцировано более поздними процессами орогенного этапа объединения континентальных блоков [Zorin et al., 1995; Чернышев и др., 2009].

Таким образом, можно сделать следующий вывод: кевактинская серия, перспективная на Au и U, сформировалась в результате осадконакопления в рифтогенном бассейне суперконтинентального цикла между амальгамацией Кенорленда и Колумбией. Au-U специализация отложений объясняется седиментацией при участии синхронного рифтогенного вулканизма основного состава.

Основные результаты проведённого исследования

Установлено, что оруденение Карийского месторождения сформировалось в два этапа, разделенных внедрением даек грорудитов и гибридных порфириров. Ранний этап представлен магнетит-калишпат-актинолитовыми рудами участка Новинка и турмалин-сульфидно-кварцевыми рудами участка Дмитриевка, а поздний – золотоносными сульфидно-кварцевыми и кварцевыми с карбонатом прожилками участка дайки Амурской. Руды раннего этапа тесно связаны с гранитоидами Кара-Чачинского массива, имеющими корово-мантийные метки, а второго ассоциируют с дайками, также имеющими мантийные метки.

В арсенопиритах золоторудного месторождения Наталкинское впервые выявлено существование двух основных неминеральных форм нахождения равномерно распределенных Au, Pt, Pd – структурной и поверхностно-связанной. Установлено, что золотоносные арсенопириты и пириты месторождений Наталкинское, Омчак и Дегдекан являются основными минералами-концентраторами Pt, Pd, Ru. Получены первые данные о форме нахождения золота в руде Наталкинского месторождения. Оно находится в свободном самородном состоянии в жильном кварце или в ассоциации с арсенопиритом, реже с пиритом, еще реже с галенитом и сфалеритом. Золото высокопробное (750‰ – 800‰).

Установлено, что большинство месторождений с Pt, Pd, Au, U и полиметаллической специализацией в пределах Байкальской горной области связано с двумя продуктивными горизонтами: кевактинским (палеопротерозой) и дальнетайгинским (неопротерозой). Кевактинская серия сформировалась в результате осадконакопления в рифтогенном бассейне суперконтинентального цикла между амальгамацией Кенорленда и Колумбией. Au-U специализация отложений объясняется седиментацией при участии синхронного рифтогенного вулканизма основного состава.

Список публикаций по теме

1. Будяк А.Е., Горячев Н.А., Развозжаева Э.А., Спиридонов А.М., Соцкая О.Т., Брюханова Н.Н. Геохимия рассеянного органического вещества в золоторудных месторождениях черносланцевых формаций // Доклады Академии наук, 2015, Т. 463, № 6, С. 692-695.
2. Будяк А.Е., Паршин А.В., Дамдинов Б.Б., Реутский В.Н., Спиридонов А.М., Волкова М.Г., Брюханова Н.Н., Брянский Н.В. Новые данные геохимического и геофизического изучения Хадатканской разломной зоны (Северное Забайкалье) // Тихоокеанская геология, 2015, № 5, С. 54-63.
3. Журавкова Т.В., Пальянова Г.А., Кравцова Р.Г. Физико-химические условия образования сульфоселенидов серебра на месторождении Роговик (Северо-Восток России) // Геология рудных месторождений, 2015, Т. 57, № 4, с. 351-369
4. Кравцова Р.Г., Макшаков А.С., Павлова Л.А. Минералогия и состав, закономерности распределения и особенности формирования рудной минерализации золото-серебряного месторождения Роговик (Северо-Восток России) // Геология и геофизика, 2015, Т. 56, № 10, С. 1367-1383
5. Кравцова Р.Г., Таусон В.Л., Никитенко Е.М. Формы нахождения золота, платины и палладия в арсенопиритах золоторудного месторождения Наталкинское (Северо-Восток России) // Геохимия, 2015, № 11, С. 991-999.
6. Спиридонов А.М., Зорина Л.Д., Куликова З.И., Будяк А.Е., Паршин А.В., Гранина Е.М., Павлова Л.А. Месторождение Погромное – нетрадиционный промышленный тип золотого оруденения Забайкалья // Геология и геофизика, 2015, Т. 56, № 10, С. 1760-1772
7. Пальянова Г.А., Кравцова Р.Г., Журавкова Т.В. Твердые растворы $Ag_2(S, Se)$ в рудах золото-серебряного месторождения Роговик (Северо-Восток России) // Геология и геофизика, 2015, Т. 56, № 12, С. 2198-2211.
8. Паршин А.В. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов при выполнении геологоразведочных работ на рудных объектах Байкальской горной области // Вопросы естествознания, 2015, №2, с.97-101.

Список использованных источников

1. Будяк А.Е., Паршин А.В., Дамдинов Б.Б., Реутский В.Н., Спиридонов А.М., Волкова М.Г., Брюханова Н.Н., Брянский Н.В. Новые данные геохимического и геофизического изучения Хадатканской разломной зоны (Северное Забайкалье) // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 9. №5. С. 53-67.
2. Немеров В.К., Станевич А.М. Эволюция рифей-вендских обстановок биолитогенеза Байкальской горной области // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 3. С. 456-470.
3. Немеров В.К., Станевич А.М., Развозжаева Э.А. и др. Биогенно-седиментационные факторы рудообразования в неопротерозойских толщах Байкало-Патомского региона // Геология и геофизика. 2010. Т.51. №5. С. 729-747.
4. Терлеев А.А., Постников А.А., Кочнев Б.Б. и др. Раннепротерозойская биота из удоканской серии западной части Алданского щита (Россия) // Эволюция биосферы и биоразнообразия. К 70-летию А.Ю. Розанова. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. С. 271-281.
5. Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука. 1976. 293 с.
6. Подковыров В.Н., Котов А.Б., Ларин А.М. и др. Источники и области сноса раннепротерозойских терригенных пород Удоканской серии южной части Кодаро-Удканского прогиба: результаты Sm-Nd изотопно-геохимических исследований // ДАН. 2006. Т. 408. №2. С. 223-227.
7. Ларин А.М., Сальникова Е.Б., Котов А.Б. и др. Раннепротерозойские коллизионные и постколлизионные граниты северной части Байкальской складчатой области // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14. № 5. С. 3-15.
8. Ernst R.E. Large Igneous Provinces. Cambridge University Press, 2014, 653 p.
9. Zorin Yu.A., Belichenko V.G., Turutanov E.Kh. et al. The East Siberia transect // International Geology Review. 1995. V. 37(2).P. 154-175.
10. Чернышев И.В., Чугаев А.В., Сафонов Ю.Г. и др. Изотопный состав свинца по данным высокоточного MC-ICP-MS-метода и источники вещества крупномасштабного благороднометального месторождения Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51. №6. С.550-559