



УДК 553.4

ПЕРСПЕКТИВЫ БЛАГОРОДНО- И РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НИЖНЕПРОТЕРОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БАЙКАЛЬСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ© **А.В. Паршин¹, В.А. Абрамова², В.А. Мельников³, Э.А. Развозжаева⁴, А.Е. Будяк⁵**^{1,4,5}Иркутский государственный технический университет,

664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

²Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН,

672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а.

^{1,3,4}Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1а

Исследования пород и руд кодарской, чинейской и кеменской серий, территориально расположенных в пределах Кодаро-Удоканской структурно-формационной зоны, подтвердили возможность формирования месторождений, расположенных в пределах исследуемой территории, по сценарию инфильтрационно-метасоматического рудообразования. Это позволяет рассматривать раннепротерозойскую углеродисто-терригенную формацию в качестве источника Au, ЭПГ, Cu и других компонентов как на территории Кодаро-Удоканской СФЗ, так и в пределах Тонодского и Нечерского поднятий.

Ил. 6. Табл. 1. Библиогр. 11 назв.

*Ключевые слова: рудогенез; катагенез; песчаники; сланцы; борнит-халькозиновые руды.***PROSPECTS OF NOBLE AND RARE METAL MINERALIZATION IN LOWER PROTEROZOIC SEDIMENTS OF BAIKAL MOUNTAIN REGION****A.V. Parshin¹, V.A. Abramova², V.A. Melnikov³, E.A. Razvozhhaeva³, A.E. Budyak¹**

Irkutsk State Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk, Russia, 664074.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS,

16a Nedorezov St., Chita, Russia, 672014.

A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry, SB RAS,

1a Favorsky St., Irkutsk, Russia, 664033.

Studies of the rocks and ores of Kodarskaya, Chineyskaya and Kemenskaya series within the Kodar-Udokan structural-formational zone confirmed the possibility of deposit formation within the area under investigation by the infiltration-metasomatic mineralization scenario. This allows to consider the Early Proterozoic carbonaceous-terrigenous formation as a source of Au, PGE, Cu, and other components both in the Kodar-Udokan PPS and within Tonodskoe and Necherskoe uplifts.

6 figures. 1 tables. 11 sources.

Key words: ore formation; catagenesis; sandstones; shales; bornite-chalcocite ores.

В пределах Байкальской горной области и Кодаро-Удоканской структурно-формационной зоны (СФЗ) известно большое количество месторождений благородных, редких и радиоактивных металлов. Объектом исследования является золото-урановое месторождение Хадатканда, расположенное в пределах Кодаро-Удоканской СФЗ. Несмотря на значительное количество работ, посвященных рудогенезу в пределах рас-

сматриваемой области, специалисты-геологи так и не пришли к единому мнению относительно источника рудного компонента и факторов, влияющих на его перераспределение. Авторы данной работы придерживаются концепции инфильтрационно-метасоматического формирования, которая подразумевает генерацию в условиях катагенетических преобразований углеродистых отложений кодарской серии (икабий-

¹Паршин Александр Вадимович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры технологий геологической разведки ИрГТУ, научный сотрудник ИГХ СО РАН, тел.: 89027666990, e-mail: sarhin@geo.istu.edu

Parshin Alexander, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Associate Professor of the Department of Geological Prospecting Technologies of ISTU, Research Worker of IGC SB RAS, tel.: 89027666990, e-mail: sarhin@geo.istu.edu

²Абрамова Вера Александровна, младший научный сотрудник, тел.: (3022) 206197.

Abramova Vera, Junior Researcher, tel.: (3022) 206197.

³Мельников Виктор Александрович, аспирант лаборатории геохимии рудообразования, тел.: (3952) 422645.

Melnikov Victor, Postgraduate of the Laboratory of Ore Formation Geochemistry, tel.: (3952) 422645.

⁴Развозжаева Элла Алексеевна, кандидат химических наук, научный сотрудник ИГХ СО РАН.

Razvozhhaeva Ella, Candidate of Chemistry, Research Worker of IGC SB RAS.

⁵Будяк Александр Евгеньевич, кандидат геолого-минералогических наук, преподаватель кафедры технологий геологической разведки ИрГТУ, старший научный сотрудник ИГХ СО РАН, тел.: (3952) 422645, e-mail: budyak@igc.irk.ru

Budyak Alexander, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Lecturer of the Department of Geological Prospecting Technologies of ISTU, Senior Researcher of IGC SB RAS, tel.: (3952) 422645, e-mail: budyak@igc.irk.ru



ская, аянская и иньрская свиты) катагенного флюида (нафтиды и элизонные воды), который, в значительной мере наследуя металлогенический потенциал нефтематеринской толщи, способен его транспортировать на значительные расстояния в зону наименьших температур и давлений. Формирование самих руд происходит при встрече восходящих (по пластам) катагенных потоков металлоносных флюидов, обладающих восстановительным потенциалом с кислородсодержащими средами, характеризующимися высоким окислительным потенциалом и эффективной пористостью. На геохимическом барьере происходит деструкция сложных органических соединений с образованием промышленно-значимых концентраций полезного компонента. Данная модель подтверждается рядом фактов, среди которых: процесс оглеения, общая обогащенность рудовмещающей толщи углеродистым веществом, являющимся остатками деструктурированных органических соединений, а также сульфидизация углеродсодержащих алевролитов и алевропеллитов кодарской и чинейской серий, фиксация в рудах месторождения Хадатканда реликтовой битуминозности пород, которая интерпретируется как следы миграции углеводородов в зону рудообразования [5, 6], что свидетельствует о крупных масштабах этого процесса.

В пределах Кодаро-Удоканской СФЗ выделяются черносланцевые отложения раннепротерозойского возраста, сопоставимые по литологическим и геохимическим характеристикам с одновозрастными породами Тонодского и Нечерского поднятий Байкальской горной области (БГО). Данные отложения представлены породами кодарской серии (боруяхская, весе-

линская, икабийская, аянская и иньрская свиты) на территории Кодаро-Удоканской СФЗ, албазинской и михайловской свитами на Тонодском поднятии, а также чуйской толщей и ходоканской свитой в пределах Нечерского поднятия. По данным, опубликованным в работах предшественников [9], данные отложения можно отнести к единой углеродисто-терригенной формации, возникшей в условиях эпикратонного рифтогенного морского бассейна (рис. 1). Особенности перечисленных отложений является их обогащенность рассеянным углеродистым веществом, достигающая в единичных пробах 10 мас.%, что, по мнению ряда авторов, свидетельствует о бурном развитии бактериального бентоса в бассейне осадконакопления с застойным режимом [8]. Ввиду изложенного, перечисленные формирования в пределах изучаемой территории выделяются нами как единая кевактинская углеродисто-терригенная формация, образовавшаяся в едином морском бассейне в схожих палеогеографических и геодинамических условиях.

В пределах Кодаро-Удоканской СФЗ главная роль в локализации рудной минерализации принадлежит карбонатно-терригенному удоканскому комплексу. Образование комплекса делятся на четыре крупные литолого-страти-графические единицы (серии): джялтуктинскую, кодарскую, чинейскую и кеменскую. Суммарная мощность удоканского комплекса составляет 8 000–10 000 м. Важно отметить, что терригенные и карбонатно-терригенные красноцветные отложения прибрежных и дельтовых фаций, расположенные на одном стратиграфическом уровне с отложениями кодарской серии, а также находящиеся выше по стратиграфической вертикали, часто обогащены рядом бла-

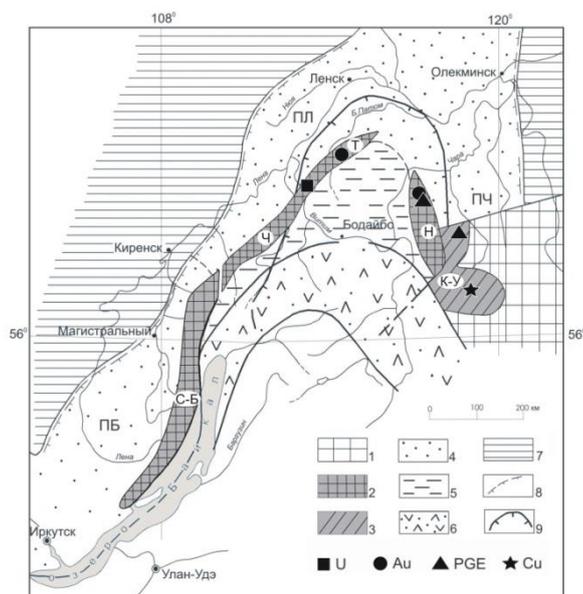


Рис. 1. Схема структурно-формационного районирования Байкальской горной области (БГО) (по материалам [6] (с добавлениями): 1 – дорифейские образования фундамента Сибирской платформы; 2 – выступы дорифейского фундамента в БГО: С-Б – Северо-Байкальский вулcano-плутонический пояс, Ч – Чуйский, Т – Тонодский, Н – Нечерский; 3 – Кодаро-Удоканская структурно-формационная зона; 4–6 – рифейские структурно-формационные зоны: 4 – внешняя – Прибайкальская (ПБ), Приленская (ПЛ), Причарская (ПЧ); внутренние: 5 – Мамско-Бодайбинская, 6 – Байкало-Муйская; 7 – фанерозойские отложения чехла Сибирской платформы; 8 – северная граница накопления рифейских образований; 9 – границы Ленского золотоносного района



городных, редких и цветных металлов. Одним из таких месторождений является Хадатканское месторождение золото-урановых руд.

Литологические характеристики перечисленных отложений указывают на их формирование в условиях дистального шельфа и материкового склона, что полностью подтверждает работы В.С. Федоровского [7, 9].

Минералого-петрографическая характеристика пород и руд детально описана в работе [3] и поэтому в настоящей работе будет представлена в кратком виде. В разрезе кодарской серии выделяются икабийская, аянская и инырская свиты. Икабийская свита сложена метапесчаниками и метаалевролитами темно-серой до черной окраски с тонкораспыленным углеродистым веществом и сульфидной минерализацией. Аянская представлена тонким ритмичным переслаиванием темно-серых алевролитов, песчаников и черных филлитовидных сланцев. В составе инырской свиты преобладают серые, лилово-серые, иногда черные песчаники. Для всех отложений Кодарской серии характерно присутствие текстур взмучивания и подводных оползней.

Породы чинейской серии, вмещающие месторождение Хадатканда, согласно залегают на породах кодарской серии. Они расчленены на читкандинскую, александровскую и бутунскую свиты [1]. Во всех перечисленных отложениях отмечаются горизонты песчаников и алевролитов, в различной степени обогащенных углеродистым веществом. Читкандинская свита сложена зеленоватыми известковистыми, слюдястыми и светло-серыми до белых кварцитовидными метапесчаниками с вкраплениями рудных минералов. Главными породами александровской свиты являются лилово-серые и серые тонкозернистые метапесчаники, обладающие повышенной известковистостью с выдержанным горизонтом кварцитов в кровле. В отложениях бутунской свиты отмечено присутствие мраморизованных известняков и альбитсодержащих пород.

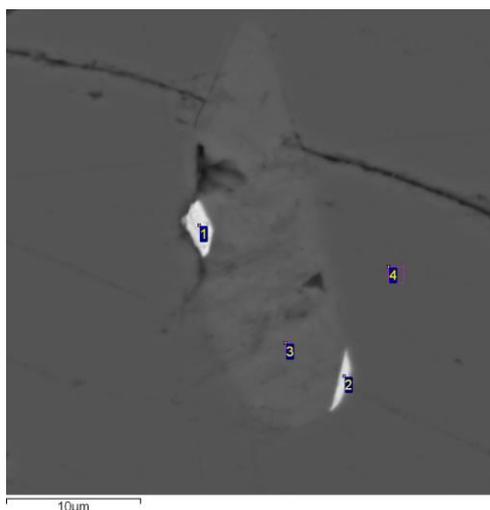


Рис. 2. Фото выделений рудной минерализации в пределах месторождения Хадатканда: самородного золота (1) и алтаита (2) в зерне никелистого пирротина (3), заключенного в пирите (4)

Петрографически метапесчаники кодарской и чинейской серии схожи. Алевросланцы характеризуются сланцеватой и пльчатой текстурами и лепидогранобластовой структурой. Основными минералами являются слюды (биотит и мусковит) и обломки кварца.

Рудная минерализация углеродистых отложений кодарской и чинейской серий представлена пиритом, халькопиритом, пирротинном, молибденитом, сульфидом никеля, а также характеризуется повышенными содержаниями Co, V, Ag, U, Pt, а также As. В единичных пробах высокоуглеродистых метаалевролитов и метааргиллитов содержания элементов платиновой группы (ЭПГ) достигают 0,0n–0,п г/т.

Выше по разрезу на породах чинейских отложений согласно залегают породы кеменской серии, которые имеют наибольшее распространение в пределах изучаемой территории. Они включают в себя терригенно-карбонатные отложения талаканской, сакуканской и намингинской свит. Характерной чертой отложений кеменской серии является наличие медной минерализации, которая отмечается во всех свитах, но наиболее ярко она выражена в сакуканской свите. Отличительной особенностью талаканской свиты является ее алевролит-аргиллит-песчаниковый состав и структурно-текстурные признаки мелководных отложений. Сакуканская свита вмещает крупнейшее месторождение Си – Удокан. Отложение свиты характеризуется наличием горизонтально- и косослоистых песчаников серого цвета, нередко известковистых и содержащих тонкие мартитовые прослойки. Намингинская свита представлена песчаниками с прослоями алевролитопесчаников и алевролитов, в верхней – алевролитами с прослоями аргиллитов.

Выше пород рудной зоны отложения сакуканской и намингинской свит представлены в основном кварцевыми алевросланцами. В этих породах тонкочешуйчатые частицы серицита и хлорита формируют линзы и слои, на фоне которых выделяются зёрна кварца, мусковита, плагиоклаза и нитеподобные выделения органического вещества. В алевросланцах наблюдаются секущие сланцеватость трещины, заполненные полевошпат-кварцевым алевролитами и алевропесчаниками петрографически схожими с медистыми песчаниками рудного горизонта.

Изучение геохимических характеристик отложений кодарской и чинейской серий проводилось на образцах высокоуглеродистых метаалевролитов и метааргиллитов по материалу, отобранному из черносланцевых отложений в районе р. Нижний Ингамакит, а также обнажений по руслу реки Хадатканда и непосредственно рудных тел одноименного месторождения. Характерной особенностью данного месторождения является увеличение концентраций органического вещества (до 0,6%) в базальном цементе рудных тел, что ранее отмечалось и на месторождении Удокан (кеменская серия, сакуканская свита) [3].

Для обоснования ведущей роли отложений кодарской серии в процессе формирования месторождений Кодаро-Удоканской СФЗ, в обозначенных толщах в первую очередь изучались распределения петрогенных и редких элементов (рис. 3, 4). Исследования



проводились рядом аналитических методов на базе ИГХ СО РАН (петрогенные элементы – РФА, редкие и REE – ISP-ms, Au, Ag, ЭПГ – атомно-абсорбционный). Интерпретация полученных результатов отчетливо показывала геохимическую специализацию формирования отложений Кодарской серии (икабийская, аянская и иннырская свиты) и читкандинской свиты Чинейской серии, которые имеют резкое отличие практически по всем основным показателям от александровской свиты, представляющей верхний стратиграфический уровень Чинейской серии. Наиболее характерным является увеличение содержаний Fe_2O_3 , MnO , Na_2O и P_2O_5 (рис. 3) от пород икабийской к породам читкандинской свиты, что характерно для гидротермальной деятельности, характеризующейся щелочным (преимущественно натровым) метасамозом с сопряженным формированием субщелочных метасоматитов хлоритового, слюдисто-карбонатного состава.

По распределению редких элементов отложения кодарской серии, относительно стандарта черных

сланцев БГО, отличаются повышенными содержаниями Sn, Mo, Ag, Sr (рис. 4). Обращает на себя внимание резкое отличие геохимических параметров черносланцевых отложений нижних стратиграфических горизонтов от пород вышележащей александровской свиты, особенно чётко проявленное в распределении концентраций Mo, Zn, Pb, Ag и Sr, характерных для гидротермального флюида на начальных этапах развития рифтогенеза.

При исследовании геохимических характеристик вмещающих отложений, отобранных в непосредственной близости от рудной зоны месторождения Хадатканда, отобранные пробы были разделены на 2 основные группы: *БР* – безрудные наименее метасоматически измененные породы в пределах рудного поля месторождения; *ЧС* – черносланцевые отложения Кодарской серии, отобранные на незначительном удалении от рудной зоны месторождения (верхнее течение р. Сюльбан) (рис. 5).

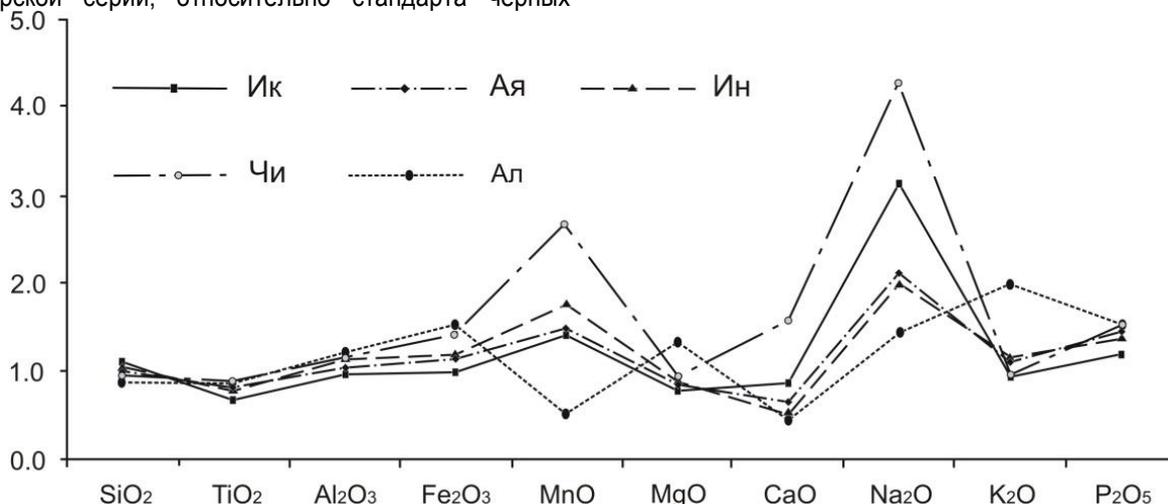


Рис. 3. Распределение петрогенных элементов в породах кодарской и читкандинской подсерий: икабийской (Ик), аянской (Ая), иннырской (Ин), читкандинской (Чи) и александровской (Ал) свит, нормированных по стандартному образцу черных сланцев SCHS-1 [10]

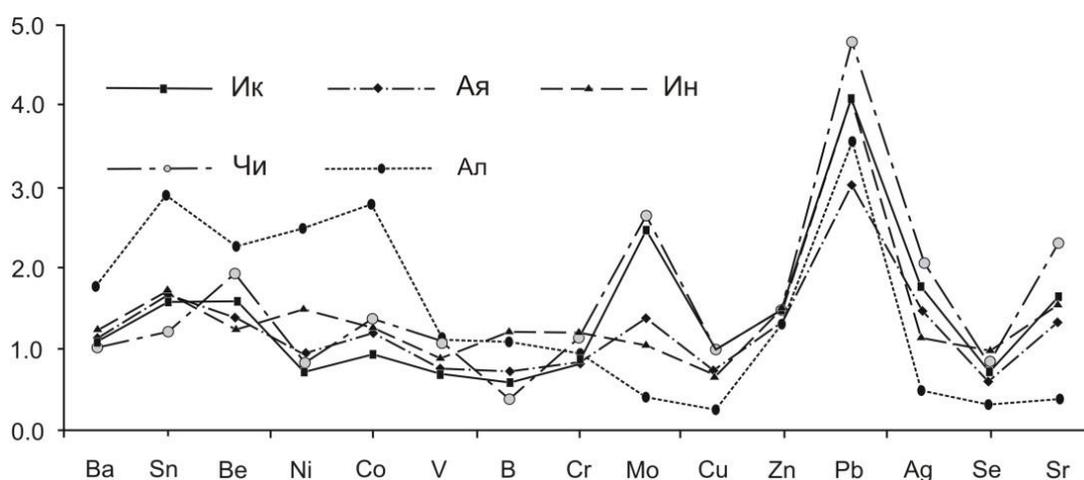


Рис. 4. Распределение редких элементов в породах кодарской и читкандинской подсерий, нормированных по стандартному образцу черных сланцев SCHS-1 [10]

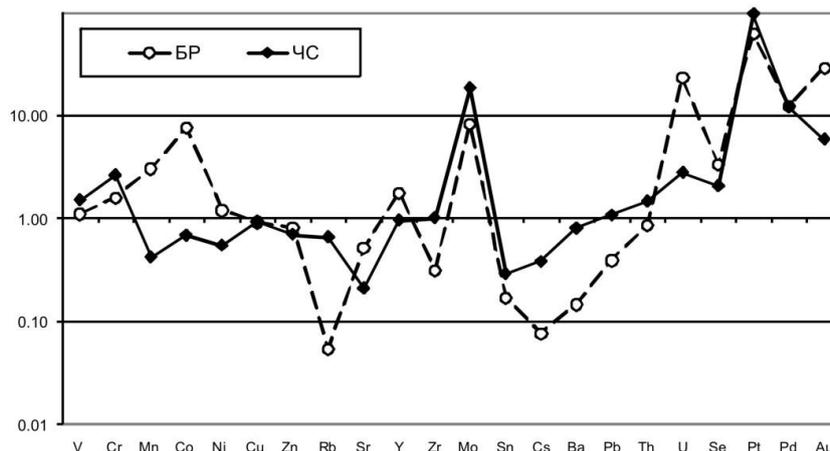


Рис. 5. Содержание редких элементов в наименее измененных породах месторождения Хадатканда: БР – безрудные метасоматиты; ЧС – черносланцевые отложения кодарской серии. Фигуративные точки показывают отношение содержаний химических элементов к стандарту по А.П. Виноградову [2]

Анализ полученных результатов свидетельствует о геохимической специализации черносланцевых отложений кодарской серии на группу благородных (Au, Pt, Pd) и радиоактивных (U, Th) элементов. Обращает на себя внимание значительное превышение над кларком для осадочных пород таких характерных для черносланцевых отложений как V, Cr и особенно Mo. Подобная же закономерность прослеживается и для метасоматитов по породам чинейской серии в пределах месторождения. Отличие заключается лишь в увеличении содержания сидерофильной группы (Mn, Co, Ni) а также Y.

Метасоматически измененные пробы, отобранные в пределах месторождения из рудоразборок № 10 и № 4, показали весьма неожиданный результат. Рудные содержания основных компонентов месторождения Au и U, несмотря на принадлежность к одним и тем же отложениям, тем не менее, геохимически абсолютно антогоничны между собой. Корреляция между ними в пробах с рудными содержаниями Au колеблется в пределах $-0,2 - +0,2$, а в пробах с рудными содержаниями урана КК порядка $-0,3$. Эта геохимическая особенность нашла подтверждение и при исследовании данных пород прочими методами. Так, изотопные характеристики $\delta^{34}\text{S}$ (ИГМ СО РАН, аналитик Реутский В.Н.) проб с повышенными содержаниями золота ($+2\text{‰} - +3\text{‰}$) в среднем на 4 промилле ниже аналогичных проб с рудными содержаниями урана ($+6\text{‰} - +8\text{‰}$). Это указывает на глубинный фактор при формировании золоторудной минерализации и, напротив, свидетельствует о присутствии осадочной сульфидной составляющей в пробах с урановой минерализацией. Важно отметить, что вмещающие осадочные породы по береговой линии Хадатканда, не несущие рудной минерализации, имеют разброс $\delta^{34}\text{S}$ от $+5,6\text{‰}$ до $+7,8\text{‰}$.

Важно отметить повышенные содержания Pt и Pd как в неизмененных черносланцевых отложениях (0,096 и 0,012 г/т соответственно), так и в золото-урановых рудах месторождения Хадатканда (0,09 г/т и 0,03 г/т), что значительно превышает содержания пла-

тиноидов безрудных вмещающих толщ александровской и бутунской свит (рис. 5).

Перечисленные факты дают основание полагать о полигенном и полихронном генезисе Au-U месторождения Хадатканда. Золотая минерализация вероятнее всего связана с заложением глубинного Сюльбанского разлома. Урановая же минерализация формировалась на этапе тектонического омоложения Сюльбанской зоны за счет внедрения позднепалеозойского интрузивного комплекса с формированием оперяющих разломов более низкого ранга. Источником радиоактивных и сопутствующих урановому оруденению элементов вероятнее всего служили нижележащие отложения кодарской серии, имеющие радиоактивную специализацию.

Изучение поведения REE отложений кодарской и чинейской серий в районе р. Нижний Ингамакит показало: $\sum \text{REE}$ во всех осадочных породах отложений кодарской и чинейской подсерий составляет от 192 до 199 г/т, не зависимо от стратиграфического положения; Eu/Eu^* возрастает от 0,56 в нижних горизонтах (икабийская, аянская свиты) до 0,73 в осадках читкандинской свиты (рис. 6), что может быть обусловлено синхронным осадконакоплением рифтогенным вулканизмом основного состава. Значение $\text{Ce}/\text{Ce}^* \sim 1$ во всех изученных образцах говорит об удаленности формирования исследуемого материала от зоны спрединга. Такие значения характеризуют окраинно-континентальные либо морские эпиплатформенные обстановки осадконакопления. Колебания отношения La/Yb незначительно уменьшаются от икабийской (15,8) к иннырской и читкандинской свитам ($\sim 13,5$), чему вероятно способствовало незначительное увеличение карбонатного материала (доломит), ввиду регрессии океана в это время, приведшее к более активной сорбции тяжелых REE.

В целом такие незначительные изменения отношений LREE/HREE без изменения других общепринятых характеристик вряд ли могли быть продиктованы изменениями геодинамической обстановки в регионе, приведшим к изменению источника сноса в бассейн



Содержание благородных металлов в нижних стратиграфических горизонтах Кодаро-Удоканской СФЗ (г/т)

Образец		Ag	Au	Pt	Pd
Серия	Свита				
Кодарская	Икабийская	0,17	0,002	0,011	0,034
	Аянская	0,14	0,003	0,009	0,025
	Иннырская	0,10	0,032	0,006	0,016
	ЧС (Хадатканда)	–	0,006	0,096	0,012
Чинейская	Читкандинская	0,20	0,044	0,006	0,01
	Александровская	0,04	0,013	0,019	0,035
БР (Хадатканда)		–	0,03	0,061	0,012
Руда – U (Хадатканда)		–	0,36	0,087	0,029

Примечание. ЧС (Хадатканда) – нерасчлененные отложения кодарской серии в районе месторождения Хадатканда; БР (Хадатканда) – безрудные нерасчлененные отложения чинейской серии в районе месторождения Хадатканда.

осадконакопления.

Кривая распределения редкоземельных элементов в палеозойских гранитах Сакуканского комплекса показала стандартный для гранитов поздних фаз рисунок с глубоким европиевым минимумом и равнопле-

чим распределением HREE и LREE, что исключает предположение о влиянии флюидов, связанных с интрузивными образованиями комплекса, на формирование геохимической специализации терригенных образований.

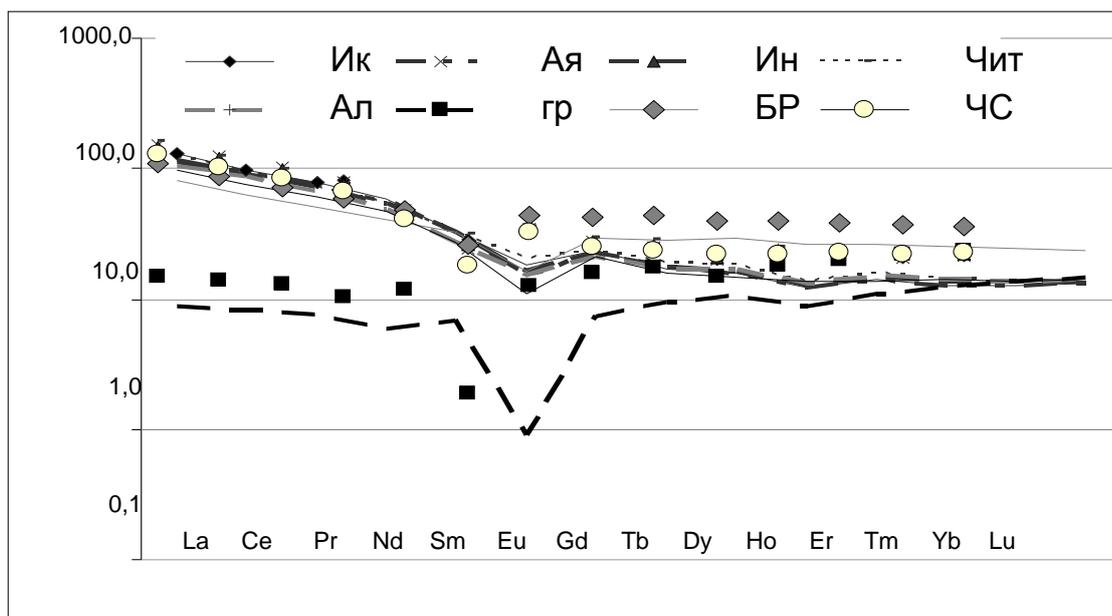


Рис. 6. Спектры распределения лантаноидов элементов в породах кодарской и читкандинской подсерий. Свиты: икабийская (Ик), аянская (Ая), иннырская (Ин), читкандинская (Чит), александровская (Ал); граниты Сакуканского комплекса (для нормирования использован состав хондрита по Wakita et.al. [11])

Полученные данные по породам, отобранным в районе месторождения Хадатканда ввиду их резкого отличия от неизменных отложений Кодаро-Чинейского уровня, приходится рассматривать отдельно. Σ REE в черносланцевых породах кодарской серии 179 г/т, в безрудных – метасоматиты месторождения 172 г/т, что несколько ниже, чем в неизменных породах. Любопытно, что пробы, отобранные в районе место-

рождения, несмотря на то, что они не несут значимых концентраций рудных компонентов, тем не менее имеют более отрицательные значения европиевых отношений (0,53 – безрудные метасоматиты и 0,46 – Кодарские черные сланцы) относительно пород, отобранных на расстоянии от месторождения черные сланцы, что вероятно обусловлено влиянием гранитоидного магматизма, послужившего мобилизирующим



фактором при перераспределении катагенного вещества в период омоложения Сьюльбанской тектонической зоны.

Обращает на себя внимание значительное повышение концентраций благородных металлов в пределах исследуемой толщи, в отдельных пробах достигающая превышения относительно фона по стандарту SCHS-1 на 2 порядка, что может быть обусловлено как унаследованностью химизма архейского фундамента, так и рифтогенного магматизма основного состава (см. таблица). Важно отметить значительное повышение содержания Pt и Pd в рудной зоне месторождения Хадатканда, однако между собой эти элементы имеют ярко выраженную отрицательную корреляцию порядка -0,5. И если Pt при этом не имеет корреляционной зависимости ни с одним из рассматриваемых элементов, то Pd однозначно коррелирует с Mo.

При рассмотрении корреляционной зависимости ряда химических элементов исследуемых пород от нижних стратиграфических горизонтов к верхним, обнаружены следующие закономерности.

В отложениях района нижнего Ингамакита основная группа элементов, характерных для черносланцевых формаций (V, Mo, Cu, Zn), тесно коррелирует с благородными металлами и группой халькофильных элементов.

Повышенные содержания в отложениях икабийской и аянской свит относительно местного фона заметны для ограниченного ряда компонентов – Sr, Mo, Cu, Ag, Au, Pt, Pd, что указывает на возможное заражение толщи уже на стадии седиментации за счет поступления дополнительного вещества в бассейн осадконакопления. Важно отметить значительные содержания платиноидов (Pt, Pd) и урана в отложениях Кодарской и Чинейской серий, которые в условиях катагенных преобразований, по мнению авторов, мог-

ли играть решающую роль в качестве источника полезного компонента для формирования месторождений и рудопроявлений в пределах Кодаро-Удоканской СФЗ, примером которых является золото-урановое месторождение Хадатканда (см. таблицу).

В результате проведенных исследований было установлено, что высокоуглеродистые породы кодарской серии обладают повышенными содержаниями Th, U, Mo и ЭПГ в единичных пробах, достигающими 0,0,n–0,n г/т. Это обусловлено обогащением осадков уже на стадии седиментации за счет поступления в бассейн осадконакопления дополнительных источников полезного компонента.

Изученная урановая минерализация месторождения Хадатканда формировалась в результате тектонического омоложения Сьюльбанской зоны, которое, согласно И.В. Кучеренко [4], происходило в мезозойское время. Непосредственно рудные тела приурочены к системе опережающих разломов более низкого ранга относительно глубинного Сьюльбанского разлома. Источником радиоактивных и сопутствующих урановому оруденению элементов вероятнее всего служили нижележащие отложения кодарской серии, имеющие радиоактивную специализацию.

Повышенная корреляционная связь ЭПГ с Mo позволяет предположить наличие значимых концентраций платиноидов в породах кодарского и чинейского стратиграфических уровней, связанных с катагенным перераспределением из вмещающих отложений в зоны наименьших температур и давлений и их осаждением на физико-химических барьерах.

Подтверждается перспективность раннепротерозойской углеродисто-терригенной формации как источника Au, U, ЭПГ, Cu и сопутствующих компонентов в пределах единой кевактинской углеродисто-терригенной формации.

Библиографический список

1. Абрамов Б.Н. Условия, источники образования и закономерности размещения благороднометалльного оруденения Кодаро-Удоканской зоны и средневитимского фрагмента Муйской зоны: дис... д-ра геол.-мин. наук: 25.00.11. Чита, 2007. 394 с.
2. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород // Геохимия. 1962. № 7.
3. Связь черносланцевых толщ в процессах рудообразования в пределах Кодаро-Удоканской СФЗ / М.Г. Волкова [и др.] // Известия Сиб. Отделения секции Наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2012. № 2 (41). С. 54–69.
4. Кучеренко И.В. Минералого-пертрохимические и геохимические черты окорудного метасоматизма в кислых породах золотопродуцирующих флюидно-магматических комплексов // Известия ТПУ. 2006. Т. 309, № 1. С. 24–32.
5. Немеров В.К., Семейкина Л.К., Спиридонов А.М. Наиболее вероятные сценарии рудогенеза в углеродистых осадочных формациях: материалы науч. конф. «Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока». Иркутск. 2005. Т. 1. С. 30–33.
6. Новый взгляд на происхождение медистых песчаников месторождения Удокан / Немеров В.К. [и др.] // Известия Сиб. Отделения секции Наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2009. № 2 (35). С. 4–17.
7. Салихов В.С. Рифтогенные структуры и осадочные накопления // Генезис редкометалльных и свинцово-цинковых стратиформных месторождений / под ред. В.Н. Холодова. М.: Наука, 1986. С. 62–72.
8. Раннепротерозойская биота из удоканской серии западной части Алданского щита (Россия) / А.А. Терлеев [и др.] // Эволюция биосферы и биоразнообразия. К 70-летию А.Ю. Розанова. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006, С. 271–281.
9. Федоровский В.С. Стратиграфия нижнего протерозоя хребтов Кодар и Удокан. М.: Наука, 1972. 130 с.
10. Petrov Lev L., Kornakov Yuri N., Korotaeva Irina Ia. et al. Multi-Element Reference Samples of Black Shale // Geostandards and geoanalytical Research. 2004. Vol. 28, № 1. P. 89–102.
11. Wakita H., Rey P., Schmitt R. A. Elemental abundances of major, minor, and trace elements in Apollo 11 lunar rocks, soil and core samples. Proceedings of the Apollo 11 Lunar Science Conference, 1971. P. 1685–1717.