

*Котов А. А., Злобина Т. М.* Структурные критерии оценки жильного золоторудного оруденения месторождения Вернинского, северо-восточное Прибайкалье // Руды и металлы. 2011. № 3–4. С. 95.

*Русинов В. Л. и др.* Околорудный метасоматизм терригенных углеродистых пород в Ленском золоторудном районе // Геология рудных месторождений. 2008. Т. 50. № 1. С. 3–46.

*Лаверов Н. П., Прокофьев В. Ю., Дистлер В. В. и др.* Новые данные об условиях образования и составе рудообразующих флюидов золото-платинового месторождения Сухой Лог // ДАН. 2000. Т. 371. № 1. С. 88–92.

*Лаверов Н. П., Лишевский Э. Н., Дистлер В. В., Чернов А. А.* Модель рудно-магматической системы золото-платинового месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь, Россия) // ДАН. 2000. Т. 375. № 5. С. 652–656.

*Дистлер В. В., Митрофанов Г. Л., Немеров В. К. и др.* Формы нахождения металлов платиновой группы и их генезис в золоторудном месторождении Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38. № 6. С. 467–484.

*Котов А. А., Чугаев А. В., Сароян М. Р.* Пространственно-генетические соотношения золоторудных месторождений и магматизма в Бодайбинском синклинии (Иркутская обл., Бодайбинский район) // Геодинамика, рудные месторождения и глубинное строение литосферы. Всерос. Конфер. с междунар. участием, XV Чтения памяти А. Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2012. С. 137–139.

***А. Е. Будяк<sup>1</sup>, Б. Б. Дамдинов<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup> – Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск  
budyak@igc.irk.ru*

*<sup>2</sup> – Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ*

### **Геохимия золото-уранового месторождения Хадатканда (Северное Забайкалье)**

Золото-урановое месторождение Хадатканда расположено в пределах Кодаро-Удоканской структурной формационной зоны (СФЗ), находящейся на севере Забайкальского края. В результате изучения территории Кодаро-Удоканской СФЗ с региональных позиций [Немеров и др., 2009], а также проведения комплексных исследований пород и руд месторождения Хадатканда, появились данные, позволяющие отнести его к месторождениям инфильтрационно-эпигенетического генезиса. Это подразумевает формирование рудной минерализации за счет процессов глубинного катагенеза осадочных пород кодарской серии с переотложением радиоактивных компонентов в зоне разуплотнения более верхних стратиграфических ярусов чинейской серии.

Месторождение Хадатканда было выбрано для детальных исследований ввиду его стратиграфической принадлежности к нижнепротерозойским карбонатно-терригенным отложениям Удоканского комплекса, а также ввиду совмещения в пределах месторождения золотой и урановой минерализации, что было представлено в работах Л. Б. Макарьева с соавторами [2009; 2010].

Месторождение было открыто в 1949 г. Мангышлакской экспедицией. Более детальная разведка с попутной отработкой проводилась Ермаковским рудоуправлением МВД СССР, материалы по работе которого, к сожалению, не сохранились. Задача настоящей работы заключалась в детальном изучении месторождения Хадатканда, определении зависимости содержаний золота, урана и других металлов от со-

става вмещающих пород, степени метаморфических и метасоматических преобразований и принадлежности к разновозрастной разломной тектонике региона, а также выяснении его генетической связи с нижележащими черносланцевыми отложениями Кодарской серии.

Главная роль в локализации рудной минерализации на изучаемой территории принадлежит карбонатно-терригенному удоканскому комплексу, состоящему из четырех серий: джялтуктинской, кодарской, чинейской и кеменской [Федоровский, 1972].

Месторождение приурочено к терригенно-карбонатным породам чинейской серии, которые повсеместно прорваны дайками габброидов. В структурном плане месторождение находится на пересечении Сюльбанского и Хадаткандского глубинных разломов в юго-западной периферии Верхнесюльбанского магматического узла, образованного крупным (единым на глубине по геофизическим данным) массивом габбро-норитов рудопродуктивного чинейского комплекса раннего протерозоя и многофазными позднепалеозойскими интрузиями. По данным Л. Б. Макарьева и соавторов [2009], ураново-рудные тела, вскрытые на поверхности, представляют линзы различной мощности и образуют мощную меридиональную зону (порядка 10 м) протяженностью ~3.5 км со средним содержанием урана от 0.1 до 0.72 %.

Наиболее доступными для исследования структурных, петрографических и геохимических особенностей пород и руд месторождения является обнажение по береговой линии р. Хадатканда (рис. 1), а также рудоотвалы месторождения в пределах рудной зоны. На месторождения опробованы отложения кодарской (икабийская, аянская и инырская свиты) и чинейской (читкандинская, александровская и бутунская свиты) серий. Петрографически все перечисленные свиты сходны и представлены алевролитами и алевропелитами с различным содержанием органического вещества [Немеров и др., 2009].

При исследовании геохимических характеристик месторождения был применен ряд аналитических методов. Петрогенные элементы анализировались рентгенофлуоресцентным методом, Au, Ag, Pt, Pd – атомно-абсорбционным; редкие и редкоземельные элементы – методом ICP-MS. В результате более детального изучения рудных процессов все отобранные пробы были разделены на 4 основные группы: 1) безрудные наименее метасоматически измененные породы в пределах рудного поля месторождения, 2) черносланцевые отложения кодарской серии, отобранные на незначительном удалении от рудной зоны месторождения (верхнее течение р. Сюльбан), 2) пробы с повышенными содержаниями золота (порог 0.3 г/т) и 4) пробы с повышенными содержаниями радиоактивных компонентов ( $U \geq 400$  г/т).

Анализ полученных результатов свидетельствует о геохимической специализации черносланцевых отложений кодарской серии на благородные (Au, Pt, Pd) и радиоактивные (U, Th) элементы (рис. 2). Обращает на себя внимание значительное превышение над кларком для осадочных пород [Виноградов, 1962] содержаний V, Cr и особенно Mo, характерных для черносланцевых отложений. Подобная закономерность прослеживается и для метасоматитов по породам чинейской серии в пределах месторождения, отличие заключается лишь в увеличении содержаний сидерофильной группы (Mn, Co, Ni) и Y.

Метасоматически измененные пробы, отобранные в пределах месторождения из рудоразборок №№ 10 и 4, показали неожиданный результат. Рудные содержания основных компонентов месторождения (Au и U), несмотря на принадлежность к одним и тем же отложениям, тем не менее, не проявили геохимической линейной зависи-

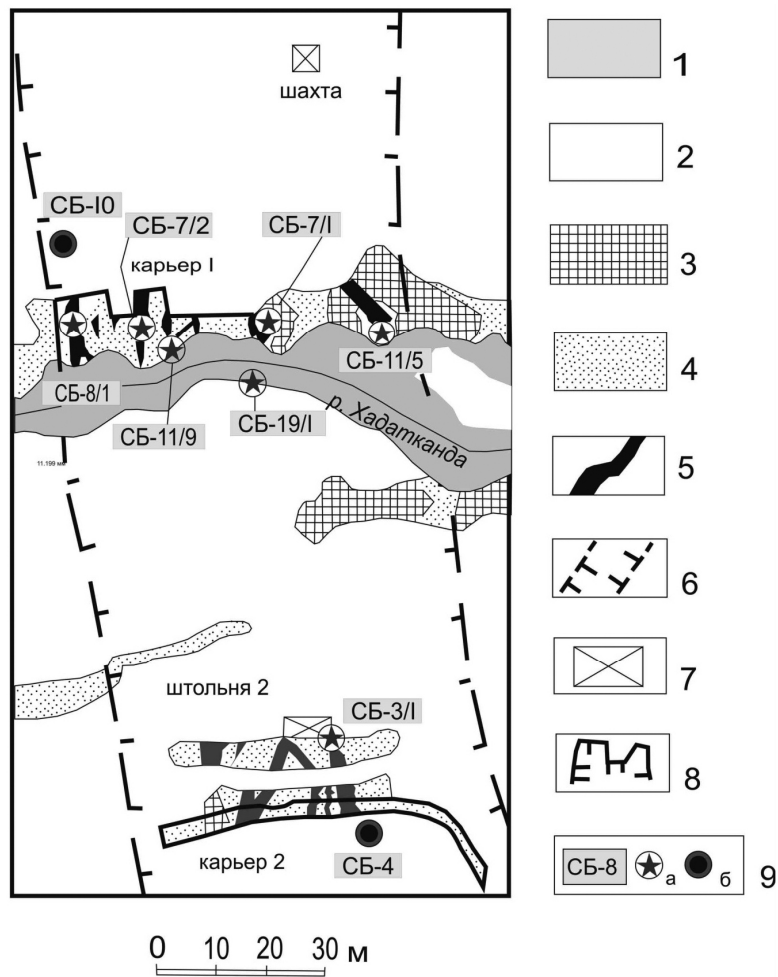


Рис. 1. Геологический план месторождения Хадатканда.

1 – современный аллювий; 2 – моренные отложения; 3 – габброиды измененные; 4 – альбититы, альбитпироксен-амфиболовые метасоматиты, скарноиды; 5 – генерализованные рудные тела; 6 – границы Главной урановорудной зоны; 7 – штольня и шахта, пройденные Ермаковским рудоуправлением; 8 – карьеры, пройденные Мантышлакской экспедицией; 9 – места отбора и номера бороздовых проб (а), штупные пробы из рудоотвалов (б).

мости между собой. Корреляционный анализ по выборке из 34 проб рудной зоны показал, что КК между ними в пробах с рудными содержаниями Au колеблется в пределах  $-0.2$  до  $+0.2$ , а в пробах с рудными содержаниями урана –  $-0.3...-0.37$ . Эта геохимическая особенность нашла подтверждение при исследовании данных пород прочими методами. Изотопный состав  $\delta^{34}\text{S}$  (ИГМ СО РАН, аналитик В. Н. Реутский) метасоматически измененных базальтов с повышенными содержаниями золота ( $+2...+3\%$ ), в среднем, на  $4\%$  ниже аналогичных проб с рудными содержаниями урана ( $+6...+8\%$ ). Подобная изотопная неоднородность серы однозначно свидетельствует в пользу принадлежности сульфидной минерализации золотоносных и радио-

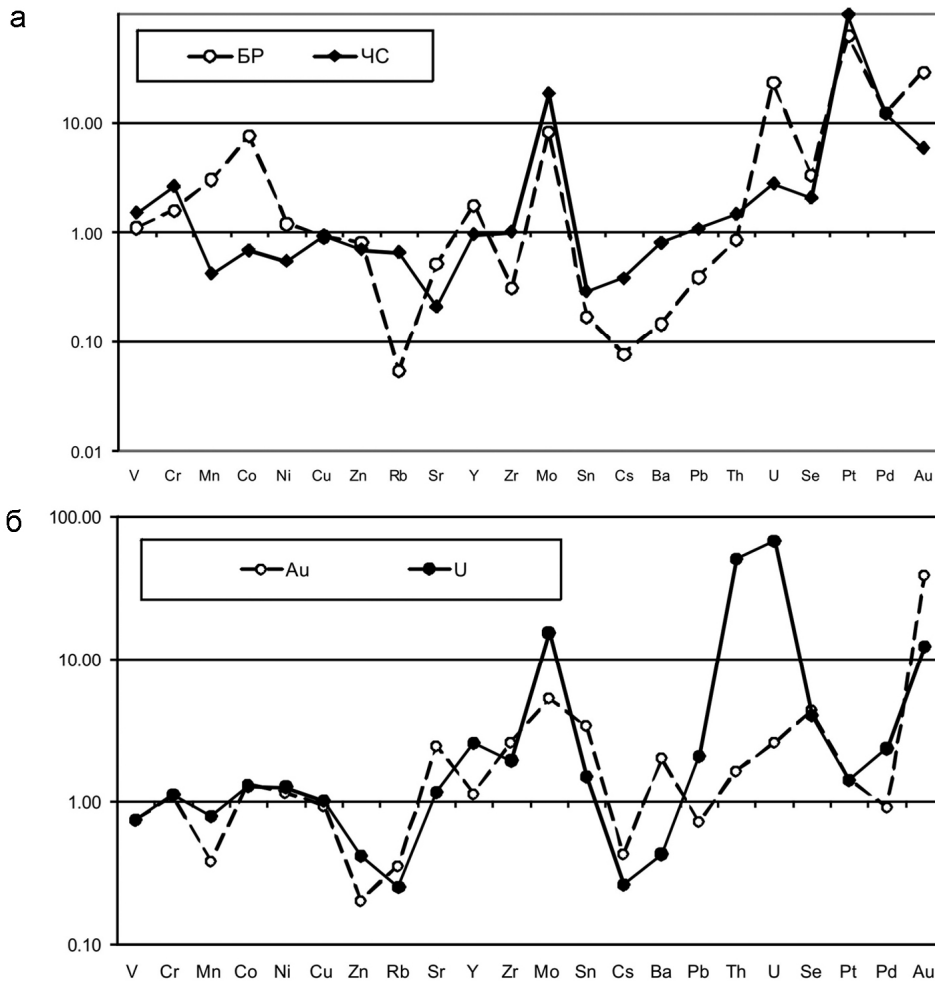


Рис. 2. Содержание редких элементов: а) в наименее измененных породах месторождения Хадатканда; БР – безрудные метасоматиты; ЧС – черносланцевые отложения Кодарской серии; фигуративные точки показывают отношение содержаний химических элементов к стандарту по А.П. Виноградову (1962); б) в рудах месторождения Хадатканда: Au – метасоматиты с рудными содержаниями золота; U – метасоматиты с рудными содержаниями урана; фигуративные точки на графике показывают отношение к безрудным метасоматитам БР.

активных проб к различным генерациям, что подразумевает их разный источник и отличные условия минералообразования. Принимая во внимание тот факт, что сера сульфата океанической воды ( $\delta^{34}\text{S} = +20\%$ ) более тяжелая относительно эндогенной серы (Козлов, 2007), можно предположить влияние глубинного флюида при формировании золоторудной минерализации и, напротив, присутствие осадочной сульфидной составляющей в пробах с урановой минерализацией. Однако делать окончательный вывод об источнике серы пока нет оснований, ввиду недостаточной изученности неизмененных базальтов и осадочных отложений александровской и бутунской сви-

ты на месторождении, а также черносланцевых толщ подстилающей кодарской серии на удалении от него.

Полученные минералого-петрографические данные по составу руд месторождения также позволяют сделать вывод о том, что урановое и золотое оруденение является одновременным и связано с различными метасоматическими процессами. Так, формирование урановой минерализации увязывается с пропилитизацией пород, тогда как золотое оруденение отчетливо привязано к зонам окварцевания. В то же время установлено, что, по крайней мере, часть золота отлагалась на ранней стадии и имела ювенильный источник, о чем свидетельствует ассоциация Au с никелистым пирротинном, который замещается более поздним пиритом. Последний, в свою очередь, корродируется агрегатами настурана.

Важно отметить повышенные содержания Pt и Pd (0.0n–0.n г/т) как в неизменных черносланцевых отложениях кодарской серии, так и в рудах месторождения (рис. 2б).

Перечисленные факты дают основание полагать полигенный и полихронный генезис Au–U месторождения Хадатканда. Золоторудная минерализация, вероятнее всего, связана с заложением глубинного Сюльбанского разлома. Урановая 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 могли служить нижележащие отложения кодарской серии с радиоактивной специализацией.

Учитывая первичную обогащенность черносланцевых отложений кодарской серии в пределах всей Кодаро-Удоканской СФЗ элементами платиновой группы, наряду с U и Th, можно предположить перспективы обнаружения в исследуемом регионе месторождения платиноидов.

## Литература

- Виноградов А. П.* Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород // *Геохимия*. 1962. № 7. С. 555–571.
- Козлов В. Д.* Введение в геохимию: учебное пособие. Издание 2-е, испр. и доп. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2007. 220 с.
- Кучеренко И. В.* Минералого-петрохимические и геохимические черты околорудного метасоматизма в кислых породах золотопродуцирующих флюидно-магматических комплексов // *Известия Томского политехнического университета*. 2006. Т. 309. № 1. С. 24–32.
- Немеров В. К., Будяк А. Е., Развозжаева Э. А. и др.* Новый взгляд на происхождение медистых песчаников месторождения Удокан // *Известия вузов*. 2009. № 2 (35). С. 4–17.
- Макарьев Л. Б., Вояковский С. К., Илькевич И. В.* Золотоносность урановых объектов в кодаро-удоканском прогибе // *Руды и металлы*. 2009. № 6. С. 56–64.
- Макарьев Л. Б., Миронов Ю. Б., Вояковский С. К.* О перспективах выявления новых типов промышленных комплексных урановых месторождений в кодаро-удоканской зоне (Забайкальский край, Россия) // *Геология рудных месторождений*. 2010. Т. 52. № 5. С. 428–438.
- Федоровский В. С.* Стратиграфия нижнего протерозоя хребтов Кодар и Удокан. М.: Наука. 1972. 130 с.