

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО РЕДКОЗЕМЕЛЬНОМУ  
ОРУДЕНЕНИЮ УЛАНДРЫКСКОГО РУДНОГО УЗЛА

Н.И. Гусев, А.И. Гусев<sup>1</sup>, В.И. Крупчатников<sup>2</sup>, А.Л. Пономарев<sup>3</sup>

ВСЕГЕИ, г. Санкт Петербург

<sup>1</sup> Бийский педагогический государственный университет, г. Бийск

<sup>2</sup> Филиал по Республике Алтай ФГУ «ГФИ по Сибирскому федеральному округу»,  
г. Горно-Алтайск

<sup>3</sup> ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

Уландрыкский рудный узел размещается в Аксайской вулcano-плутонической структуре, сложенной субщелочными (высококалиевыми) риолит-андезитами и туфами (Врублевский и др., 2007), прорванными субвулканическими телами субщелочных лейкогранитов аксайского

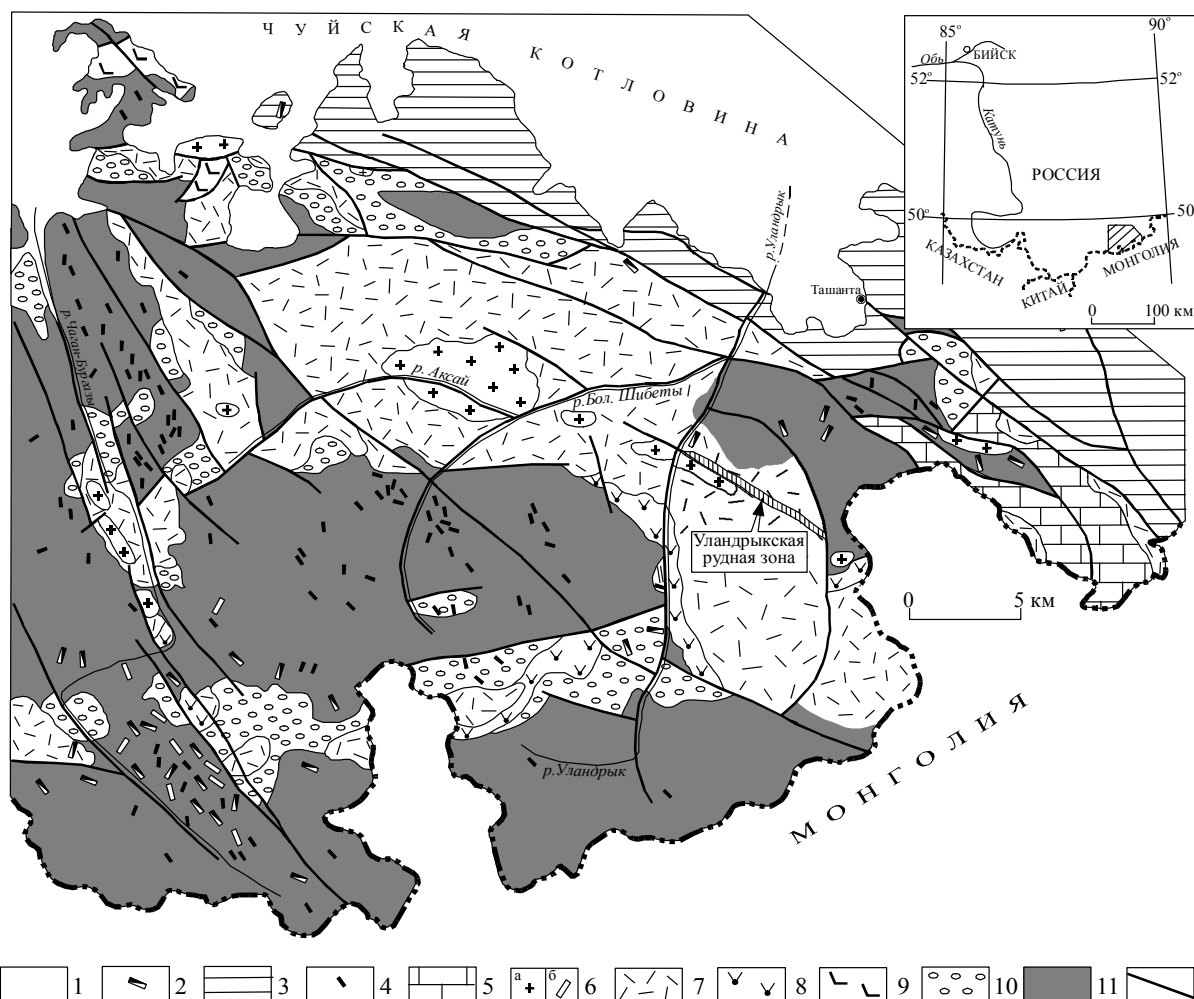


Рис. 2. Геологическое строение Аксайской вулcano-тектонической структуры.

1 - рыхлые отложения (Q); 2 - дайки лампрофиров и лампроитов (чуйский комплекс,  $T_{1-2}$ ); 3 - карбонатно-терригенные отложения Делуно-Юстыдского прогиба (юстыдская серия,  $D_{2-3}$ ); 4 - дайки долеритов ( $D_2$ ); 5 - карбонатно-терригенные отложения (даянская свита,  $D_1$ ); 6-9 - породы аксайского вулканического комплекса ( $D_1$ ): гипабиссальные и субвулканические лейкограниты (6а), дайки риолитов (6б), покровные фации: лавы и туфы риолитов (7), андезидацитов (8), базальтов и андезитов (9); 10 - карбонатные и терригенные отложения (тархатинская и уландрыкская свиты,  $S_1-D_1$ ); 11 - метатурбидитовый литокомплекс (горноалтайская серия,  $E_2-O_1$ ); 12 - разломы.

комплекса. В пределах рудного узла развито железо-редкоземельно-медное (Уландрыкское месторождение) и спекуляритовое оруденение (месторождение Рудный Лог). По периферии узел окаймляется цепочкой малых урановых месторождений и рудопроявлений (Буратинское, Шибетинское, Аксайское).

Железо-медное оруденение приурочено к зоне Уландрыкско-Аксайского разлома северо-западного простирания. Вмещающими железо-медное оруденение являются тектонические брекчии, развитые по риолитам аксайской свиты и высококалиевым гранофировым микрогранитам субвулканического Уландрыкского массива, залегающего в кислых эффузивах раннедевонского(?) аксайского вулканогенного комплекса и претерпевших интенсивные гидротермально-метасоматические изменения: гематитизацию, окварцевание, серицитизацию, карбонатизацию, пиритизацию. Оруденение локализовано вдоль северного эндо- и экзоконтакта Уландрыкского массива в виде четырех сближенных (в 200-400 м между собой) параллельно расположенных зон брекчий шириной 60-100 м и длиной 1,4 – 6 км с кварц-гематитовым (спекуляритовым) матриксом, в целом составляющих полосу шириной до 1 км и длиной 6,6 км.

Выделяются следующие разновидности медных руд (в скобках указано содержание Cu): 1) рудные брекчии гематито-кварцевого состава (2,11-7,44 %); 2) кварцевые и гематито-кварцевые жилы (3,77 %); 3) метасоматиты кварцитовидные (1,85 %), интенсивно карбонатизированные (1,52 %), пирит-серицит-кварцевые (0,7); 4) микропегматитовые граниты окварцованные, серицитизированные и ожелезненные (0,73). Медное оруденение в первичных рудах представлено халькопиритом, иногда в рубашке делафоссита, в окисленных рудах - малахитом, азуритом, хризоколлой и эринитом. Кроме того, в рудах, по данным предшественников, отмечаются: BaSO<sub>4</sub> – 6,92 %, Cr – 0,5 %, Au – до 0,5 г/т, La – до 0,01 %, Sr до 0,1 %, As до 0,1 %, Bi до 0,001 %, Sb до 0,01 %, Ag до 30 г/т, Y до 0,1 %, Ga, Yb – 0,007 %, W до 0,05 %.

Рудный узел не оценен на золото, но часто встречающиеся аномальные содержания золота (0,3 - 4 г/т) и самородное золото в шлихах свидетельствуют о значительном потенциале объекта в отношении золоторудной минерализации. Наличие урановой минерализации по периферии Уландрыкского рудного узла является благоприятным фактором для переоценки на уран всей его территории.

#### Взаимоотношения спекуляритового, медного и редкоземельного оруденения

Характеристика гематитового и спекуляритового оруденения приводилась ранее (Пономарев, 1961; Говердовский и др., 2004; Кременецкий и др., 2005; Гусев, 2007). Рядовые спекуляритовые руды Уландрыкского рудного узла (рис. 2, номера проб 2,3,4) характеризуются сравнительно невысокими содержаниями РЗЭ, с отчетливо выраженным Eu-минимумом, свидетельствующим о коровом источнике рудоносных растворов.

Для спекуляритового оруденения месторождения Рудный Лог повышенные содержания легких РЗЭ отмечались для первой генерации спекулярита (Кременецкий и др., 2005, Гусев, 2007, рис.2, проба №1), причем содержания тяжелых РЗЭ находятся в первой генерации на низком уровне, таком же, как и в других более поздних генерациях спекулярита (пробы 2,3,4).

На месторождении Уландрык гематитовые руды, по трещинам покрытые вторичными водными окислами меди, одновременно обогащены средними и тяжелыми РЗЭ по сравнению с гематитовыми рудами, в которых медная минерализация не наблюдается (рис. 2, проба 653-1).

Медная минерализация, в том числе в пределах вышеуказанных рудных зон, представлена преобладающими водными окислами меди, развитыми за счет почти полного окисления сульфидной минерализации. Только в отдельных случаях в наиболее глубоких частях горных выработках наблюдается первичная сульфидная минерализация. Наиболее изучена она в СВ конце магистральной канавы №1 в районе буровых площадок скважин № 1 и № 2. Здесь первичная сульфидная минерализация связана с гидротермально-измененными кислыми вулкани-

# 1. Содержание РЗЭ в рудах Уландрыкского рудного поля, г/т

Компонент	1	2	3	4	654	655-2	653-1	1143	К
La	18,50	16,20	15,70	65,80	1 450	286	22,8	7,1	3168,0
Ce	38,70	37,70	35,50	146,00	2 570	676	39,3	16,9	5346,0
Pr	5,10	4,56	4,48	18,80	314	84	7,6	2,4	495,0
Nd	18,10	18,20	16,70	75,80	1 270	359	39,9	10,8	1562,0
Sm	3,10	2,81	2,77	11,20	251	104	17,9	3,6	176,0
Eu	0,32	0,22	0,21	0,49	23	33	2,0	0,6	44,0
Gd	1,82	1,59	1,45	5,30	188	99	26,0	5,6	121,0
Tb	0,33	0,21	0,20	0,51	17	14	4,8	1,1	11,0
Dy	1,36	1,22	1,25	2,08	50	76	31,1	7,6	40,7
Ho	0,28	0,26	0,26	0,36	5	15	7,0	1,9	5,5
Er	0,80	0,74	0,74	0,93	9	43	19,8	5,7	13,2
Tm	0,13	0,12	0,12	0,14	1	7	2,7	0,9	2,2
Yb	0,70	0,72	0,71	0,92	9	51	18,9	7,3	9,9
Lu	0,11	0,09	0,09	0,12	1	8	2,7	1,0	1,1
<b>ΣTR</b>	<b>89,35</b>	<b>84,64</b>	<b>80,18</b>	<b>328,45</b>	<b>6 159</b>	<b>1 853</b>	<b>242</b>	<b>72</b>	<b>10995,6</b>

Примечание. Спекулярит месторождения Рудный лог, по генерациям: 1 - первая, 2 - вторая, 3 - третья. Месторождение Уландрык: 4 – спекулярит; 653-1 - спекулярит с вторичной водной минерализацией меди; 654 - метасоматически измененные туфы с гнездовой сульфидно-окисной минерализацией меди и рабдофана; 655-2 – выветрелые кавернозные кварц-барит-лимонит-баритовые руды с хлоритом, 1143 - метасоматически измененные туфы с халькопирит-кальцитовыми прожилками; К - Карасугское месторождение Тывы, бастанезитовые руды. Результаты анализов 1,2,3,4 заимствованы из работы (Кременецкий и др., 2005), анализы проб 654, 655-2, 653-1, 1143 выполнены методом ISP-MS в лаборатории ВСЕГЕИ, К - из работы (Болонин, 2007).

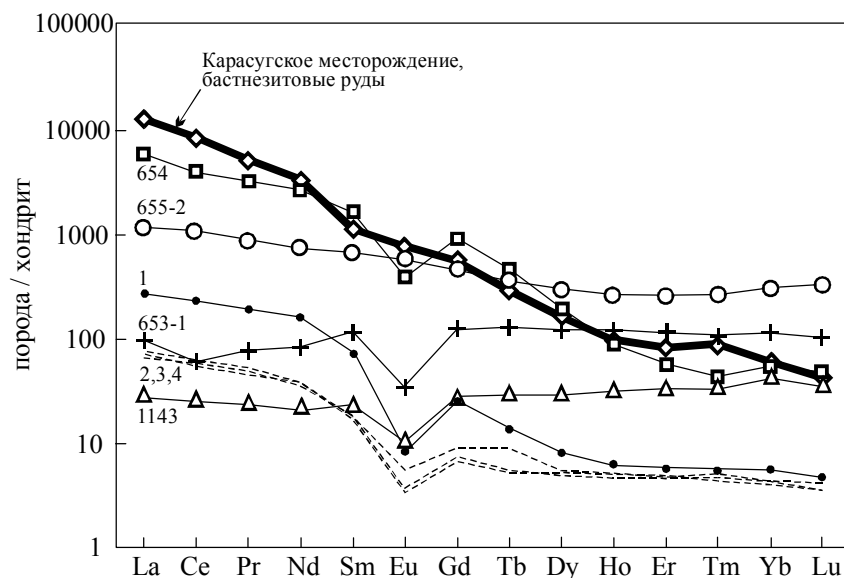
ческими породами основания аксайской свиты, залегающими на сланцах катунской свиты, также интенсивно гидротермально-измененных.

По предварительным данным, первичная (не окисленная) медная минерализация образует две генерации. Первая представлена вкрапленностью и гнездовыми выделениями делафосита с мелкими включениями халькопирита в метасоматически-измененных сланцах катунской свиты, но в большей степени - в метасоматизированных туфогенных породах основания аксайской свиты. Делафосит  $CuFeO_2$  содержит медь и железо примерно в равных соотношениях и подтвержден микрозондовым анализом. Он обычно встречается в зоне окисления медных месторождений, где образует почковидные агрегаты из черных пластинчатых кристаллов в ассоциации с самородной медью, купритом. Отмечается на Учалинском колчеданном месторождении Урала, Соноре (Мексика).

Вторая генерация меди

**Рис. 2. Содержания РЗЭ в рудах Уландрыкского рудного поля.**

Нормирование на состав хондрита - по (Evensen et al., 1978). Номера проб те же, что и в таблице 1.



представлена халькопиритовым и пиритовым оруденением в кальцитовых прожилках. Халькопирит второй генерации не содержит черных делафосситовых рубашек.

Редкоземельное оруденение Уландрыкского месторождения пространственно сопряжено с визуально наблюдаемым медным оруденением ранней генерации, представленным в данном случае пробой 654 (рис. 2).

По результатам микронзондового анализа образца 654 (визуально окварцованный и карбонатизированный туф кислого состава с халькопиритовыми гнездами в делафосситовой (черной) оторочке) содержания РЗЭ не обнаружены в альбите, кальците, мусковите, цирконе. Все РЗЭ находятся в рабдофане  $(Ce, La, Nd)PO_4 \cdot H_2O$ , водном фосфате  $Ce, La, Nd$ , который является вторичной цериевой рудой. В базе данных карбонатитовых месторождений мира (Ortiz, Grauch, 2002) рабдофан указан в 7 месторождениях как основной или второстепенный редкоземельный минерал. Большинство этих месторождений относится к карбонатитам с остаточным обогащением (carbonatites with residual enrichment), т.е., обогащенным в коре выветривания.

В сильно выветрелой и выщелоченной руде (проба 655-2) основа породы представлена разномерным кварцевым агрегатом. Кварц (30 %) имеет волнистое погасание, деформирован, засорен мельчайшими примесями серицита, карбоната, барита и ярко-зеленого хлоротила. Кварц замещается агрегатом окислов и гидроокислов железа, с гематитом и гетит-лимонитом (40 %). Наиболее поздний барит второй генерации (30 %), макроскопически розовый, похож на калишпат. Он имеет волнистое погасание, мутный из-за многочисленных не диагностируемых примесей размером 0,5-2 микрона, но практически лишен примеси более ранних минералов – кварца и гидроокислов железа. По данным микронзондового анализа барит не содержит РЗЭ, все они находятся в арсенате меди – хлоротиле. *Хлоротил*  $Cu_6(Ce, Nd)[AsO_4]_3(OH)_6 \cdot 3H_2O$  детально описан из зоны окисления  $Co-Ni-Ag-Bi-U$  месторождений Шварцвальда. Состав минерала переменный,  $Bi$  в нем часто замещается редкими землями (до 10 %) в основном цериевой группы.

Медно-редкоземельные руды первой генерации (проба 654) обнаруживают близость содержания, состава и структуры распределения РЗЭ с бабнезитовыми рудами Карасугского карбонатитового месторождения в Центральной Тыве. Окисленные барит-редкоземельные руды (рис. 2, проба 655-2) демонстрируют отсутствие  $Eu$  минимума, как это наблюдается в карасугских рудах, но значительно более высокую обогащенность тяжелыми РЗЭ по сравнению со всеми рудами, в том числе по сравнению с карбонатитовыми карасугскими.

Медные пирит-халькопиритовые руды второй генерации (проба 1143) имеют низкие содержания легких РЗЭ, даже ниже чем в спекуляритовых рудах, и отчетливо выраженный  $Eu$ -минимум, но содержания тяжелых РЗЭ в них повышенные и достигают значений карасугских руд и медно-редкоземельных руд первой генерации Уландрыкского месторождения. На рис. 2 отчетливо видно, что руды второй генерации и спекуляритовые руды, обогащенные водными окислами меди (пробы 1143 и 653-1), дают субпараллельные графики с обогащением тяжелыми РЗЭ, из чего следует, что наложенное на спекуляритовые руды медное оруденение является производным второй сульфидной пирит-халькопиритовой генерации

## Заключение

Первичное медно-редкоземельное оруденение приурочено к поверхности несогласия между перекрывающей аксайской свитой и подстилающей катунской свитой вблизи контакта с субвулканическим телом Уландрыкского массива, вероятно залечивающего жерловую часть Аксайской вулканотектонической структуры. Полученные данные по редкоземельному оруденению подтверждают принадлежность Уландрыкской магмо-рудно-метасоматической системы к семейству железокислых медно-золоторудных месторождений IOCG (Iron Oxide Copper-Gold deposits) (Гусев, 2006; Гусев и др., 2006; Гусев, 2007). Характер редкоземельного оруденения позволяет предполагать на глубине для медно-редкоземельного оруденения ранней стадии кар-

бонатитовый источник рудных флюидов, что сближает его с оруденением Карасугского карбонатитового месторождения в Центральной Тыве.

### Литература

1. Болонин А.В. Комплексные карбонатитовые руды Центральной Тувы и перспективы их освоения // Руды и металлы, 2007, № 6, с.16-26
2. Врублевский В.В., Крупчатников В.И., Гертнер И.Ф. Состав и изотопная эволюция калиевых вулканитов, юго-восток Горного Алтая // Доклады РАН, 2007, т.416, №3 с. 364-369.
3. Говердовский В.А., Шушумков С.Г., Косолапов Ю.А. Первое в России месторождение антикоррозионного пигмента – железной слюдки // Природные ресурсы Горного Алтая: геология, геофизика, экология, минеральные, водные и лесные ресурсы Алтая, 2004, № 1, с. 30-33.
4. Гусев А.И. Месторождения спекулярита в Горном Алтае // Руды и металлы, 2007, № 2, с. 33-39.
5. Гусев Н.И., Николаева Л.С., Гусев А.И. Верхнепалеозойские и мезозойские железоксидные медно-золоторудные системы юго-запада Алтае-Саянского региона Сибири // Региональная геология и металлогения, 2006, № 29, с. 116-126.
6. Гусев Н.И. Западная Монголия - перспективный регион промышленного оруденения ЮСГ-типа. // Минеральные ресурсы Монголии в XXI веке. Тезисы докладов конференции, посвященной 75-летию подписания договора между Монголией и Россией о сотрудничестве в области геологии. 11-14 ноября 2006 г. Улаанбаатар, 2006, с. 72-75.
7. Кременецкий А.А, Гусев А.И., Говердовский В.А. Геохимия спекулярита Горного Алтая // Бюлл. Природные ресурсы Горного Алтая, 2005, № 2, с. 79-84.
8. Пономарев В.Г. Основные этапы и стадии гипогенного минералообразования гематитового месторождения Рудный Лог // Тр. СНИИГиМС, 1961, вып. 6, с. 68-71.
9. Evensen N.M., Hamilton P.J., O’Nions R.K. Rare earth abundances in hondritic meteorites // Geochim. Cosmochim. Acta. 1978. v.42. pp.1199-1212.
10. Orris G.J., Grauch R.I. Rare earth element mines, deposits, and occurrences // OFR 02- 89. Denver, 2002. 174 p.