

7. Рыбалко, В.А., Вахтомина, Н.Д., Карнаушенко, Н.А. Карта прогноза на рудное и россыпное золото масштаба 1:500 000 листа N-52-A с объяснительной запиской. – Зея: Зейская партия БПСЭ, 1990. – 278 л., 8 гр.пр.
8. Трубников, Н.Б. Отчет о результатах поисковых работ на рудное золото в пределах золоторудного поля «Утреннего» (Зейский р-н, лист N-52-XIV, лицензия БЛГ 01856). – Благовещенск: ОАО «Прииск Дамбуки», 2011. – 200 с., 12 гр.пр.
9. Шитин, С.Т., Иванов, А.Е. Отчет о геолого-поисковых работах на рудное золото в Дамбукинском золотоносном районе. – Хабаровск: ДВГУ, 1966. – 161 с., 22 гр.пр.

УДК 550.423

Моисеенко Наталья Валентиновна

Институт геологии и природопользования ДВО РАН

г. Благовещенск, Российская Федерация

E-mail: kaunamka82@mail.ru

Moiseenko Natalia Valentinovna

Institute of Geology and Nature Management, FEB RAS

Blagoveshchensk, Russia

E-mail: kaunamka82@mail.ru

УРАН И ТОРИЙ В МЕТАСОМАТИТАХ ПОКРОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИАМУРЬЕ)

U AND Th IN METASOMATITE OF POKROVKA GOLD DEPOSIT (THE AMUR REGION)

Аннотация. Получены данные по содержанию радиоактивных элементов в метасоматитах Покровского золоторудного месторождения. Установлено, что в золотоносных метасоматитах происходит рассеивание U и Th. По результатам корреляционного анализа установлена положительная и отрицательная корреляция U и Th с редкими, редкоземельными и рудными элементами в метасоматитах месторождения.

Abstract. Data on the content of radioactive elements in the metasomatites of the Pokrovskoe gold ore deposit were obtained. It was found that U and Th are scattered in gold-bearing metasomatites. According to the results of the correlation analysis, a positive and negative correlation of U and Th with rare, rare-earth and ore elements in the metasomatites of the deposit was established.

Ключевые слова: радиоактивные элементы, уран, торий, рудные метасоматиты, благородные металлы, золоторудное месторождение.

Key words: radioactive elements, uranium, thorium, ore metasomatites, noble metals, gold ore deposit.

DOI: 10/22250/jasu.13

В золоторудных месторождениях разного типа присутствуют такие радиоактивные элементы как торий и уран. У ряда исследователей, занимающихся изучением этих месторождений, возникает вопрос о причинах, влияющих на концентрацию этих элементов, и их поведение в геохимических процессах как во вмещающих породах, так и в рудах месторождения.

Для исследований было выбрано Покровское золоторудное месторождение, расположенное в зоне контакта Покровского мелового палеовулкана с гранитоидами Сергеевского массива. И вулканы и гранитоиды имеют раннемеловой возраст. Вмещающими породами месторождения являются

терригенные толщи верхней юры. Структуры расположены в западной части Умлекано-Огоджинского вулканического пояса и сопряжены с Гонжинским выступом докембрийского возраста. Гранитоиды месторождения представлены гранодиоритами, кварцевыми монцонитами, биотитовыми гранитами мелко-среднепорфировыми до гранит-порфиров. Покровский палеовулкан состоит из брекчий и туфов дацитов, андезито-дацитов и дацитов.

Вмещающие терригенные толщи сложены угленосными песчаниками, алевролитами и аргиллитами. В тектоническом плане для месторождения характерны разломы различной ориентировки и наличие зон трещиноватости. Большая часть пород месторождения подверглась процессам пропилизации, аргиллизации и окварцеванию. Месторождение относят к золото-серебряной формации. В пределах месторождения выделено пять рудных тел: Главное, Новое, Зейское, Молодежное и Озерное. Рудные тела представляют собой кварцевые и кварц-карбонатные жилы и прожилки штокверкового типа и кварцевые брекчий, приуроченные к зонам трещиноватости [1].

При выполнении работ были использованы пробы метасоматитов весом до 20 кг, отобранные из Главного, Озерного и Зейского рудных тел Покровского месторождения. При изучении фактического материала был проведен минералогический анализ с определением основных пороодообразующих, рудных и акцессорных минералов. Содержания петрогенных элементов были установлены с помощью рентгено-флуоресцентного анализа. Для определения редких элементов применен метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP – MS). Для установления содержания золота и серебра была задействована атомная абсорбция. С помощью методов электронной микроскопии изучены фазы благородных и рудных минералов. Для изучения коэффициентов корреляции элементов была использована программа «СТАТИСТИКА».

В результате проведенных минералогических анализов изучен состав метасоматитов. В среднем метасоматиты состоят из кварца – 91%, карбонатов – 5.5%, полевых шпатов – 1.5%, слюд – 1%, сульфидов – 0.5% и редких минералов < 1%. Из полевых шпатов присутствует преимущественно адуляр, из карбонатов – кальцит, сидерит и анкерит. Сульфиды представлены в основном пиритом (90%) и арсенипиритом. К редким минералам можно отнести халькопирит, сфалерит, галенит, аргентит, пираргирит, миаргирит, молибденит, блеклые руды, золото, электрум, антимонит, касситерит, шеелит, ильменит, рутил и др. Среди акцессорных минералов обнаружены апатит, монацит и циркон. Содержания редких и радиоактивных элементов в метасоматитах Покровского месторождения получены с помощью метода масс-спектрометрии (ICP – MS) и представлены в таблице.

Содержания элементов (в г/т) в метасоматитах (N=13) Покровского месторождения, в г/т

Элемент	MAX (13)	MIN	AVG	Элемент	MAX	MIN	AVG
Li	87.9	47.1	69.9	Mo	24.3	0.61	9.51
Be	3.0	2.40	2.60	Ag	24.3	1.90	4.30
Sc	7.80	3.50	4.57	Cd	0.21	0.05	0.11
V	48.2	22.7	30.4	Sn	1.40	1.10	1.29
Cr	60.3	30.5	45.1	Sb	73,2	51.4	71.1
Co	8.30	4.60	5.92	Te	0.72	0.20	0.35
Ni	21.3	14.4	17.1	Cs	14.1	6.70	9.31
Cu	26.1	11.1	18.2	Ba	441	163	291
Zn	77.4	55,1	68.9	Hf	1.10	0.59	0.87
As	412	188	266	Ta	0.28	0.14	0.26
Se	0.80	0.30	0.30	W	3.90	2.20	2.92
Rb	187	76,2	138	Tl	4.20	1.40	3.43
Sr	265	160	218	Pb	55.7	19.2	45.8
Y	7.50	4.50	5.48	Bi	2.12	0.18	1.15
Zr	27.1	12.4	2.23	Th	4.90	3.20	4.26
Nb	3.60	1.0	2.96	U	2.30	1.10	1.59

Примечание. MAX – максимальное содержание в пробе; MIN – минимальное содержание в пробе; AVG – средние содержания (по медиане); N – количество проб.

Для метасоматитов Покровского месторождения характерны повышенные содержания некоторых рудных элементов и пониженные – редкоземельных и радиоактивных.

Коэффициенты концентраций были получены при пересчете содержаний элементов в пробах месторождения к среднему содержанию элементов в верхней континентальной коре [2]. Для всех метасоматитов отмечается четкая тенденция по концентрации или рассеиванию различных групп элементов (рис. 1, 2).

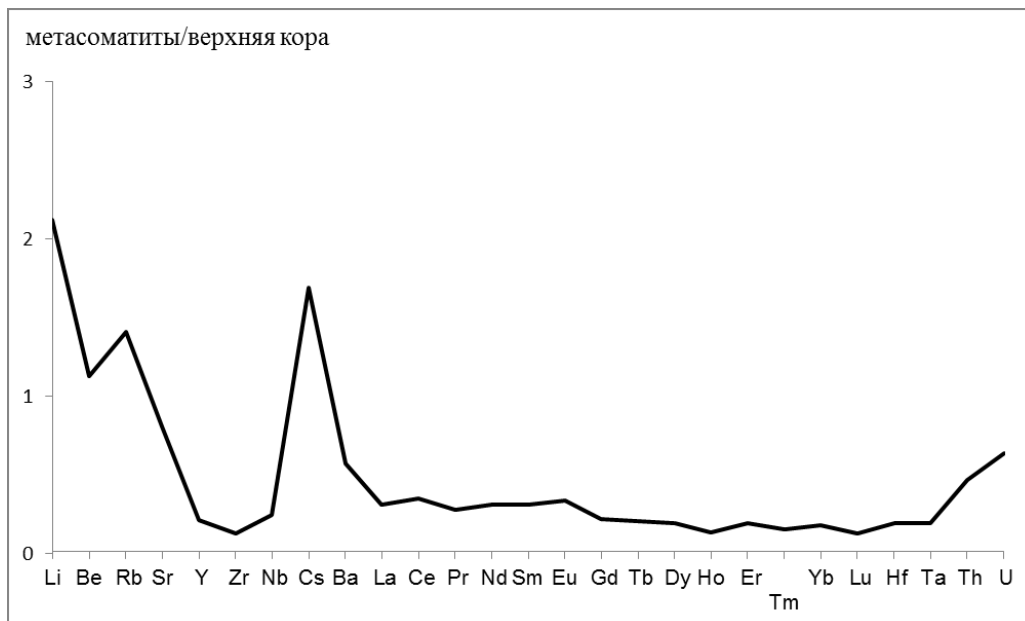


Рис. 1. Диаграмма коэффициентов концентраций редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в метасоматитах Покровского золоторудного месторождения.

Примечание: метасоматиты/верхняя кора – содержание в метасоматитах месторождения к содержанию в верхней континентальной коре [2].

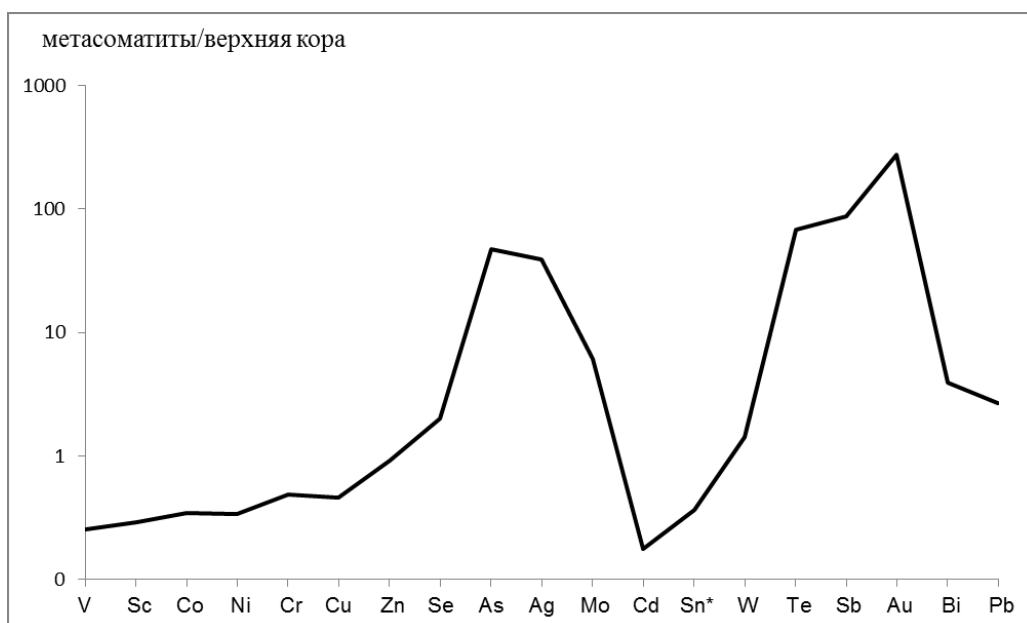


Рис. 2. Диаграмма коэффициентов концентраций редких и благородных элементов в метасоматитах Покровского золоторудного месторождения.

Примечание: метасоматиты/верхняя кора – содержание в метасоматитах месторождения к содержанию в верхней континентальной коре [2].

Из транзитных элементов происходит концентрация лития. Из крупноионных литофилов проявляют тенденцию к накоплению рубидий и цезий. Это может быть связано с тем, что в процессе ме-

тасоматоза породы обогащаются слюдами, имеющими в составе рубидий и цезий. Крупноионные литофилы барий и стронций в метасоматитах не концентрируются. Такие высокозарядные элементы как иттрий, цирконий, ниобий, гафний и тантал имеют коэффициенты концентраций значительно ниже единицы. Все редкоземельные элементы характеризуются низкими концентрациями, которые падают от легких лантаноидов к тяжелым. Радиоактивные элементы, как и редкоземельные, имеют тенденцию к рассеиванию в метасоматитах Покровского месторождения.

При исследовании образцов методами электронной микроскопии было установлено, что хром, кобальт и никель находятся в основном в виде изоморфных примесей в пиритах и арсенопиритах, скандий – в аксессуарном рутиле. Олово входит в состав касситерита, вольфрам – вольфрамита и шеелита. Медь имеет $KK < 1$, она входит в состав таких минералов как борнит, халькопирит и блеклые руды. Поскольку месторождение относится к золото-серебряной формации, то для рудных метасоматитов характерны высокие концентрации золота и серебра и повышенные для их спутников – мышьяка, сурьмы, теллура, свинца, молибдена и висмута.

В процессе изучения метасоматитов была проведена корреляция урана и тория с редкими, редкоземельными и благородными элементами. Для наглядного представления корреляции урана и тория с другими элементами были построены корреляционные кривые (рис 3, 4).

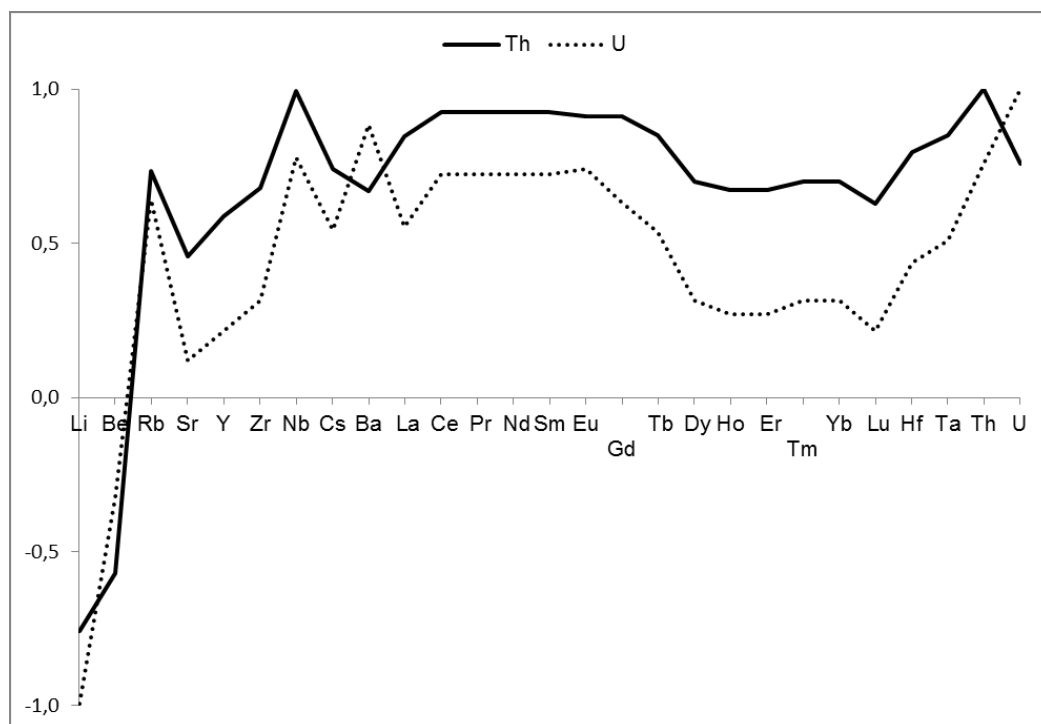


Рис. 3. Корреляционные кривые U и Th для редких и редкоземельных элементов метасоматитов Покровского месторождения.

Примечание: r – коэффициент корреляции.

В метасоматитах Покровского месторождения отрицательная корреляция у урана и тория наблюдается с литием и бериллием, причем наиболее отрицательная – с литием у урана, а с бериллием – у тория. У рубидия и цезия прослеживается положительная корреляция с радиоактивными элементами, более высокий коэффициент корреляции с торием. У тория отмечена положительная корреляция с иттрием, цирконием и ниобием, у урана – только с ниобием. У бария положительная корреляция с обоими радиоактивными элементами, но с ураном выше. Что касается редких земель, то у тория присутствует положительная корреляция со всеми элементами этой группы. Более высокая корреляция наблюдается с легкими лантаноидами, далее происходит ее уменьшение от Gd до Dy и держится примерно на одном уровне для Ho, Er, Tm и Yb. Самый низкий коэффициент корреляции (0.63) характерен для наиболее тяжелого лантаноида – Lu.

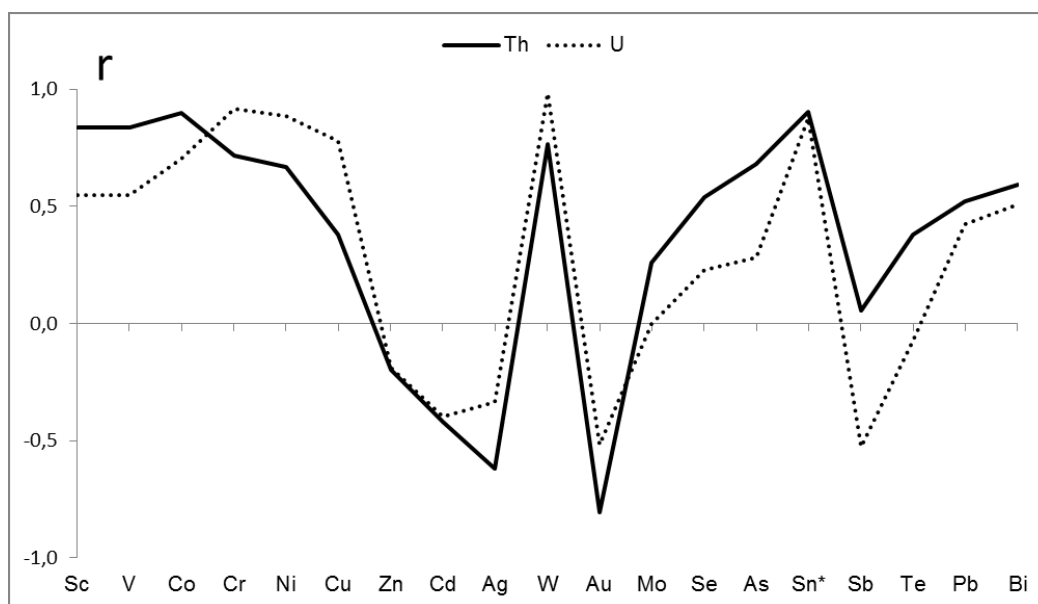


Рис. 4. Корреляционные кривые U и Th для рудных элементов метасоматитов Покровского месторождения.

Примечание: r – коэффициент корреляции.

Для урана в целом характерна такая же тенденция корреляции с редкоземельными элементами, хотя коэффициенты корреляции более низкие, а для тяжелых редких земель, начиная с диспрозия, ниже коэффициента положительной корреляции ($<0,55$). Торий присутствует в торитах, цирконах и монацитах. Положительная корреляция тория и урана с легкими редкоземельными элементами объясняется их совместным нахождением в монацитах. Методами электронной микроскопии торий обнаружен в цирконах с диспрозием, гольмием и эрбием, это объясняет его положительную в отличие от урана корреляцию с тяжелыми лантаноидами. Уран установлен в торитах.

Из лантаноидов самые низкие коэффициенты корреляции получены для самого легкого (La) и самого тяжелого (Lu). Радиоактивные элементы имеют положительную корреляцию с такими транзитными элементами как скандий, ванадий, кобальт, хром и никель (рис. 4), причем у тория выше корреляция со Sc V и Co, у урана – с Cr и Ni. Из рудных элементов у Th четкая положительная корреляция с As.

В пиритах и арсенопиритах метасоматитов были обнаружены микро- и наноразмерные апатиты. В апатитах встречаются редкоземельные элементы и высока вероятность присутствия тория. Может быть, с этим и связана положительная корреляция Th с As. Олово и вольфрам тоже связаны с радиоактивными элементами ярко выраженной положительной корреляцией. Основные минералы Sn и W – касситерит и вольфрамит – относятся к редким минералам, но с ними в ассоциации могут находиться минеральные соединения или включения, содержащие радиоактивные элементы. Четкая отрицательная корреляция с такими рудными элементами как цинк, кадмий, серебро, золото и сурьма установлена для тория и урана.

1. Золоторудные месторождения России / под ред. М.М. Константинова. – М.: Акварель, 2010. – 349 с.

2. Григорьев, Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 382 с.