

УДК 550.8+553.3/4

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ ОБЪЕКТОВ МУРГАЛЬСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (ЧУКОТСКИЙ АО)

Сабельников И.С.

*ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия (614990, Пермь, ул. Букирева, 15), e-mail: [yanya5@inbox.ru](mailto:yanya5@inbox.ru)*

Медно-порфиновые месторождения представляют собой важный геолого-промышленный тип месторождений, заключающий подавляющую часть запасов меди развитых капиталистических и развивающихся стран. В России крупные месторождения этого типа отсутствуют. Тем не менее, перспективы наращивания запасов меди за счет открытия объектов медно-порфинового типа на территории страны достаточно велики. Исследования проведены по результатам работ, выполненных в пределах перспективных площадей Мургалской металлогенической зоны, где были проведены поисковые работы на медно-порфиновые и сопутствующие им руды. На основании статистической и графической обработки информации зафиксированы высокие средние содержания основных рудных компонентов в пределах поисковых участков. Установлено наличие верхнерудного-надрудного эрозионного среза и наличие вертикальной зональности на территории всех рассмотренных площадей, что дает основание полагать, что с глубиной содержания главных компонентов могут увеличиваться. Комплексный характер объектов свидетельствует о высокой перспективности медно-порфиновых площадей и выделенных на них участков в ранге потенциальных рудных полей. На рекомендуемых к изучению площадях могут быть выявлены различные по количеству запасов месторождения.

Ключевые слова: медно-порфиновые руды, Мургалская металлогеническая зона, геохимическая аномалия, геохимический ореол

## GEOCHEMICAL FEATURES OF PORPHYRY COPPER OBJECTS OF THE MURGALSKAYA MINERAGENOUS ZONE (CHUKOTKA AUTONOMOUS OKRUG)

Sabelnikov I.S.

*Perm State University National Research, Perm, Russia, (614990, Perm, Bukirev St., 15), e-mail: [yanya5@inbox.ru](mailto:yanya5@inbox.ru)*

Porphyry copper deposits are specific of the genetic type and an important industrial type of fields, concluding the bulk of copper reserves of the developed capitalist and developing countries. However, there are no large deposits of this type in Russia. Though, the prospects for increasing reserves of copper are quite high due to the opening of objects of copper-porphyry in the country. Investigations were carried out on the results of works executed within the area of Murgalskaya metallogenic zone, where the exploration for porphyry copper and associated ore was carried out. There were recorded high average values of main ore components within prospecting blocks on the basis of statistical and graphical information processing. The presence of an upper-ore erosional truncation and the presence of vertical zoning in all the above areas were found. It suggests that the content of the main components may increase with depth. Taking into consideration the complex nature of the objects, studies have shown a high potential of porphyry copper areas and areas allocated to them in the rank of potential ore fields. Proposed areas may be implemented in the fields with different reserves.

Keywords: porphyry copper ore, Murgalskaya mineragenous zone, geochemical anomaly, geochemical halo

Медно-порфиновые месторождения являются типичными представителями фанерозойских рудных поясов, сформировавшихся в обстановке активных окраин. Минерализация этого типа обнаружена на всех континентах, но особенно крупные месторождения располагаются в Южной Америке – Чили и Перу.

Медно-порфиновые месторождения представляют собой главный промышленный тип месторождений медных руд. За рубежом подавляющая часть запасов меди связана именно с ними, тогда как в России наибольшее количество меди находится в сульфидных медно-никелевых месторождениях (40,6 % балансовых запасов страны) и объектах колчеданного

типа (19 %) [5]. Тем не менее, перспективы наращивания запасов меди за счет открытия крупных объектов медно-порфиrowого типа на территории России достаточно велики. На сегодняшний день ресурсы категории  $P_1$  выявлены на Моренной площади (Чукотский автономный округ), включающей рудопроявления медно-порфиrowого типа; они оценены в 700 тыс. т меди. Рудопроявления указанного типа известны также в пределах других площадей Мургалъской металлогенической зоны Охотско-Чукотского пояса.

Исследования проведены с целью выявления закономерностей распределения компонентов на медно-порфиrowых площадях Мургалъской металлогенической зоны и оценки перспектив обнаружения медно-порфиrowых месторождений в ее пределах. В основу работы положены материалы, предоставленные ФГУГП "Георегион" (г. Анадырь) и собранные автором в процессе полевых работ геологические, геохимические и другие данные. Статистическая и графическая обработка информации выполнялись с помощью программ ArcGIS, Surfer, Grapher и Microsoft Excel.

В основу исследований положены результаты работ, выполненные на Ольховской, Кавральянской (Убиенкинской) и Серовской площадях Мургалъской металлогенической зоны и Моренной площади Удско-Мургалъской металлогенической зоны. Первые три площади находятся в северо-восточной части Анадырского нагорья, Моренная – в северной части хребта Пекульней. В пределах данных объектов были проведены поисковые работы на медно-порфиrowые и сопутствующие им руды, которые включали геологические, геохимические, геофизические и горно-буровые исследования. В комплекс поисковых работ входило площадное литохимическое опробование вторичных ореолов рассеяния. По комплексу признаков на каждой площади выделены перспективные участки в ранге потенциальных рудных полей с ожидаемым медно-молибден-порфиrowым оруденением [3].

Для геохимической характеристики исследуемых площадей были использованы аналитические данные, полученные при литохимическом опробовании по вторичным ореолам рассеяния. Все пробы были проанализированы полуколичественным спектральным методом на 21 элемент (Ag, Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Co, Mo, Sn, Mn, W, Bi, As, Sb, Li, Be, Ba, Cd, Ti, V, Sr) и химико-спектральным методом на золото. Анализы проводились в лаборатории Бронницкой геолого-геохимической экспедиции (Московская область). Обработка и интерпретация материалов геохимических работ по вторичным ореолам рассеяния включала: создание электронной базы данных; статистическую обработку результатов анализов геохимических проб; построение геохимических карт; выделение комплексных аномалий.

Наиболее ценными попутными компонентами меди являются молибден, золото и серебро [2]. Интерес представляют также свинец и цинк, для которых характерны высокие значения средних содержаний и коэффициентов корреляции с главными компонентами.

По материалам опробования вторичных ореолов рассеяния были построены моноэлементные карты (рис. 1, 2). Полигонами на рисунке выделены и подписаны потенциальные рудные поля с ожидаемым медным оруденением.

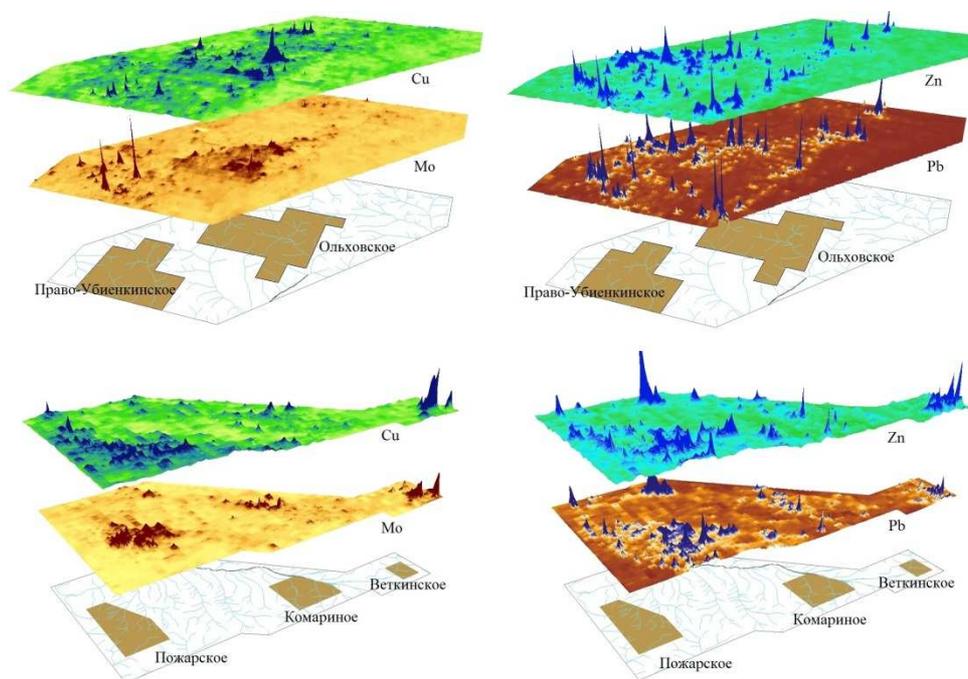


Рис. 1. Этажерки из трехмерных геологических полей меди, молибдена, свинца и цинка по Ольховской (сверху) и Серовской (снизу) площадям

Анализ карт показал, что геохимические аномалии меди различной интенсивности характерны для всех площадей. Аномалии меди установлены в пределах всех участков детализации. Наиболее контрастная аномалия меди с содержаниями до 4000 г/т и молибдена до 300 г/т выявлена в центральной части Ольховской площади на территории потенциального рудного поля Ольховское. Повышенные содержания молибдена совпадают с медными на всех рассматриваемых площадях (рис. 1). Это подтверждается и результатами корреляционного анализа: значения коэффициентов корреляции между этими компонентами до 0,4.

При расчете коэффициентов корреляции была выявлена прямая связь свинца и цинка с главными рудными элементами – медью и молибденом. Коэффициенты корреляции выше 0,25. Анализ построенных карт показал, что наиболее значимые аномалии этих компонентов отмечены в юго-западной части Ольховской площади. Содержания свинца достигают значений до 10000 г/т, цинка – до 6000 г/т. Их аномалии пространственно совпадают (рис. 1). Значения коэффициентов корреляции от 0,29 на Моренной площади до 0,68 на Серовской. Часть выявленных аномалий свинца и цинка совпадают с аномалиями меди и молибдена.

Аномальные поля свинца и цинка, первичные ореолы которых, как правило, занимают более верхнее положение относительно медно-молибденового штокверка имеют отчетливое кольцевое строение в пределах участка Моренный (площадь Моренная), в пределах потенциальных рудных полей Пожарское (Серовская площадь), Ракетное (Кавральянская площадь) (рис. 2) и в центральной части Ольховской площади. В центральных частях этих участков интенсивность геохимических аномалий свинца и цинка минимальна. Зоны с наиболее высокими содержаниями меди и молибдена установленные, в пределах указанных участков, находятся в центре этого кольца.

Диаметрально противоположная морфология аномальных полей этих элементов свидетельствуют о глубоком эрозионном срезе медно-молибденового оруденения. Согласно обобщенной модели медно-порфировых месторождений центральная подрудная часть штокверка представлена безрудным кварцевым ядром. При выходе его на поверхность при глубоком эрозионном срезе аномальные геохимические поля основных рудных элементов (меди и молибдена) в центральных частях медно-порфировых систем не проявляются [2]. Подобное расположение контуров меди и молибдена наблюдается на медно-порфировых объектах Армении и Ирана [4]. Это позволяет сделать вывод о том, что на рассматриваемых площадях имеет место верхнерудный-надрудный эрозионный срез.

Следует отметить, что площади развития ореолов свинца и цинка частично накладываются на внешние зоны ореолов меди и молибдена. Этим можно объяснить наличие слабой корреляционной связи свинца и цинка с медью и молибденом.

Для повышения надежности оценки выявленных аномалий главных рудных компонентов были построены карты мультипликативного геохимического поля. Аномалии комплексного показателя  $Cu \cdot Mo \cdot Pb \cdot Zn$  фиксируются в пределах всех потенциальных рудных полей на территории изучаемых площадей, кроме участка Озерный (площадь Моренная). Наиболее контрастные комплексные аномалии зафиксированы на Убиенкинской площади.

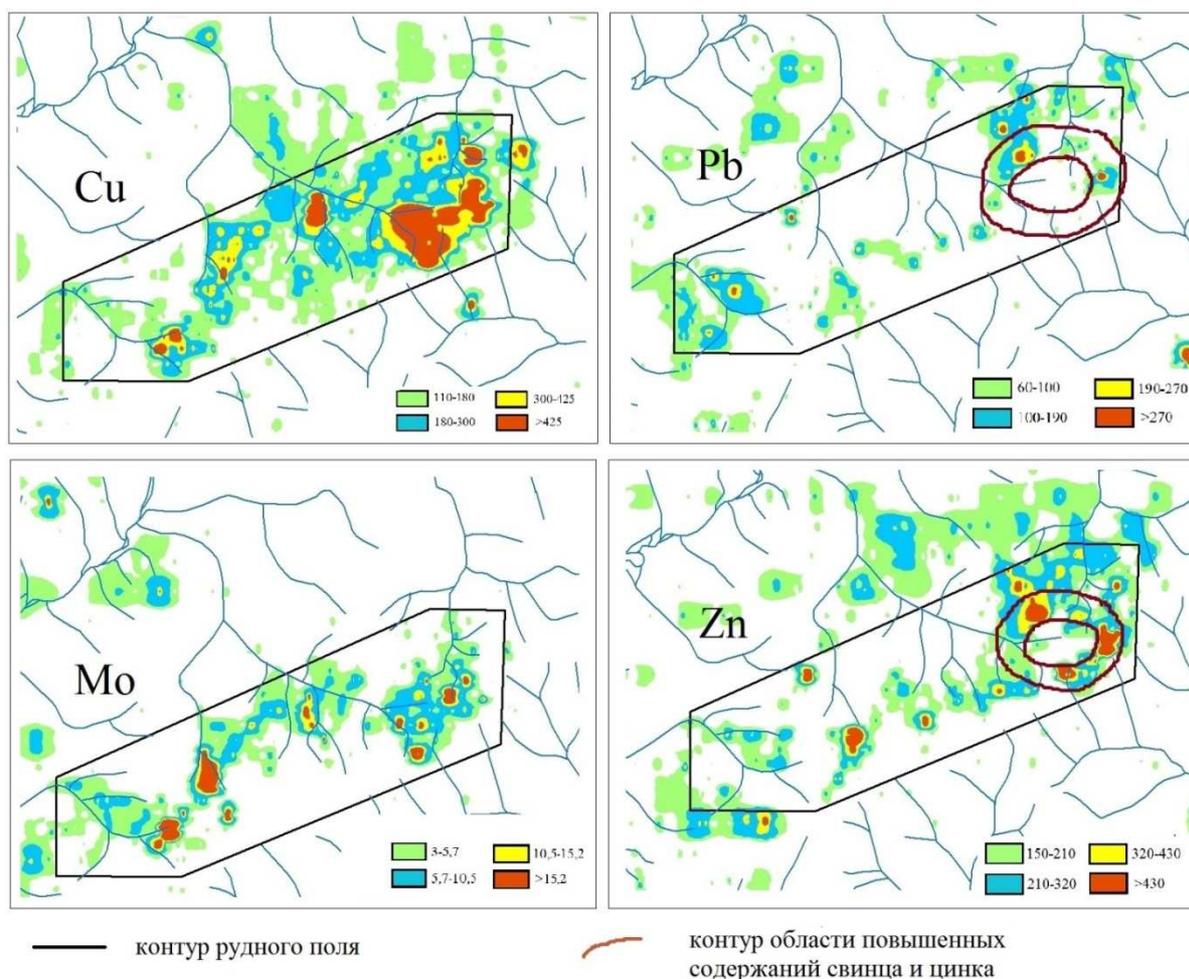


Рис. 2. Вторичные ореолы в пределах рудного поля Ракетное (Кавральянская площадь)

Помимо площадной геохимической характеристики, была предпринята попытка выявления высотной зональности размещения компонентов в пределах исследуемых площадей. На основе анализа распределения средних содержаний компонентов по гипсометрическим уровням выявлен ряд зональности элементов-индикаторов (снизу-вверх), характерный для изучаемых площадей: Be-Mo-Cu-Au-Pb-Zn. Выделенный ряд зональности элементов-индикаторов соответствует ряду зональности, характерному для многих медно-порфировых месторождений [1].

Для выявления вертикальной зональности были построены графики, отражающие изменение с глубиной геохимического показателя зональности (рис. 3). Коэффициент зональности рассчитывался как отношение сумм содержаний групп элементов-индикаторов, занимающих полярное положение в ряду геохимической зональности. Например, для площади Моренная коэффициент зональности рассчитан по следующей формуле:

$$K_z = \frac{Pb_i / \overline{Pb} + Zn_i / \overline{Zn} + Au_i / \overline{Au}}{Mo_i / \overline{Mo} + Co_i / \overline{Co} + Cu_i / \overline{Cu} + Be_i / \overline{Be}}$$

Анализ графиков показывает, что на площадях присутствует ярко выраженная вертикальная зональность, подтверждающая приуроченность повышенных содержаний меди и молибдена к более низким горизонтам. Это дает основание предполагать на площадях наличие верхнерудного-надрудного среза, т.е. с глубиной содержания основных компонентов должны увеличиваться. В пределах Кавральянской площади, эта зональность выражена очень слабо.

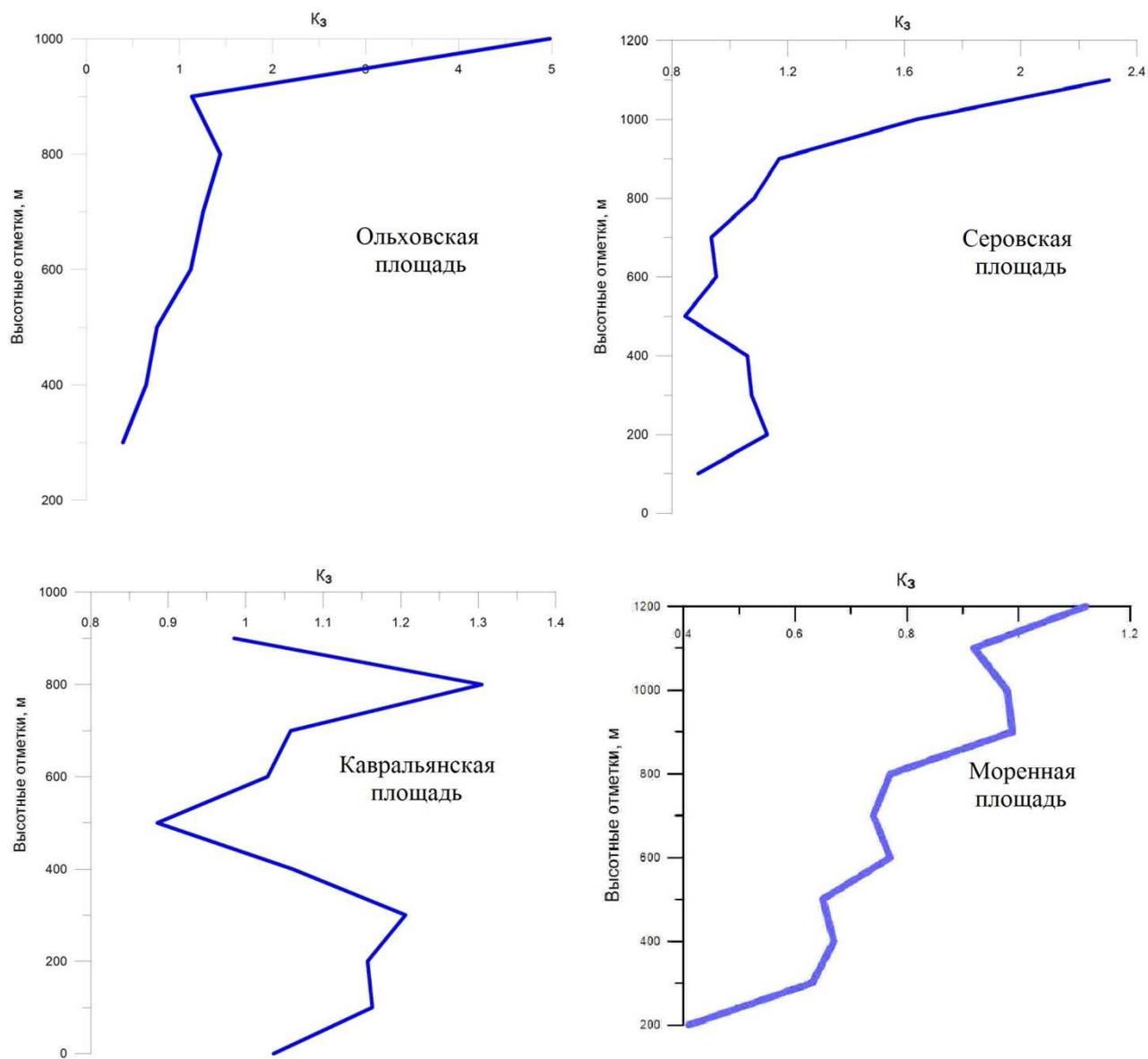


Рис. 3. Графики изменения с глубиной геохимического показателя зональности (K<sub>3</sub>)

Большинство геохимических аномалий основных рудных элементов – молибдена, свинца, меди, цинка приурочено к интрузивным комплексам. В пределах Ольховской и Убиенкинской площадей – к интрузивным породам третьей фазы внедрения кавральянского комплекса кварцевых монзонитов. В пределах Моренной площади – к габбро-монзонит-

диоритовым интрузиям позднемелового возраста, относящимся к экитыкинскому габбро-монцонит-диоритовому комплексу. Гранитоиды третьей фазы кавральянского комплекса, с которыми связано медно-порфировое оруденение в Кавральянском рудном районе, в пределах Серовской площади с поверхности не обнаруживаются, что, возможно, обусловлено незначительным эрозионным срезом.

Основные выводы работы сводятся к следующему:

1. В пределах всех поисковых участков зафиксированы аномалии основных рудных компонентов. Наиболее интенсивные из них выделены в пределах рудных полей Ракетное и Ольховское, где содержания меди достигают значений 4000 г/т.
2. Анализ карт мультипликативных геохимических полей подтвердил надежность выявленных аномалий.
3. На территории площадей Мургальской металлогенической зоны установлено наличие верхнерудного-надрудного эрозионного среза, что подтверждается геологическими и геохимическими данными.
4. Четко выраженная вертикальная зональность выявлена на Ольховской, Моренной и Серовской площадях и менее контрастная в пределах Кавральянской площади.
5. С глубиной содержания основных компонентов увеличиваются.
6. Комплексный характер объектов свидетельствует о высокой перспективности медно-порфировых площадей и выделенных на них участков в ранге потенциальных рудных полей.

Учитывая, перспективы развития дорожной сети и энергетической инфраструктуры региона можно предполагать, что на территории предлагаемых к изучению площадях могут быть выявлены месторождения, различные по количеству запасов.

### Список литературы

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / Мин-во геологии СССР., М., Недра, 1983. 191 с.
2. Рудные месторождения СССР/ под ред. акад. В.И. Смирнова. Т. 2. М.; Недра, 1978. 399 с.
3. Сабельников И.С. Геохимическая характеристика медно-порфировых площадей Мургальской металлогенической зоны (Чукотский АО)//Геология в развивающемся мире: сб. мат-в науч-практ. конф./ Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – С. 33-35.
4. Табатабаей С.Х. Геохимическая характеристика и прогнозная оценка медно-порфирового оруденения Риган (юго-восточный Иран) // Новые идеи в науках о Земле: тезисы докл. IV межд. конф. – Москва, 2003. – Том 2. с.331.

5. Информационно-аналитический центр «Минерал» / Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации за 2011».  
URL: [http://www.mineral.ru/Facts/russia/156/503/3\\_09\\_cu.pdf](http://www.mineral.ru/Facts/russia/156/503/3_09_cu.pdf) (дата обращения: 03.11.2013).

**Рецензенты:**

Ибламинов Р.Г., д.г.-м.н., профессор зав. кафедрой минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г.Пермь.

Наумова О.Б., д.г.-м.н., ведущий научный сотрудник Естественнонаучного института Пермского государственного национального исследовательского университета, г.Пермь.