

## РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ МЕДНО-МОЛИБДЕН-ПОРФИРОВОГО ТИПА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Сабельников И.С.

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

На территории России отсутствуют крупные месторождения медно-порфирового типа, являющегося за рубежом главным промышленным типом месторождений медных руд. Но на востоке страны в пределах Тихоокеанского пояса высока вероятность обнаружения скоплений медно-порфировых руд. Основные перспективы выявления медно-порфировых объектов в восточной части Чукотского автономного округа связаны с площадями Кавральянского рудно-россыпного района Мургалской золото-меднорудной минерагенической зоны. В пределах исследуемых объектов были проведены поисковые работы на медно-порфировые и сопутствующие им руды. На основании обобщения обширного геологического и геохимического материала и анализа большого объема фондовых данных определена генетическая и пространственная приуроченность медно-порфировой минерализации в пределах изучаемых площадей к вулканическим и вулканоплутоническим структурам. Зафиксирована пространственная связь оруденения с порфировыми интрузиями преимущественно среднего состава. В результате обработки данных площадного литохимического опробования вторичных ореолов рассеяния был выявлен комплексный геохимический ореол. Кроме того, был установлен ряд зональности элементов-индикаторов, характерный для изучаемых площадей. Таким образом, обобщение материалов по геологии медно-порфировых месторождений и проведенные исследования позволяют наметить основные закономерности размещения и критерии прогнозирования медно-порфировых объектов в пределах восточной части Чукотского автономного округа.

Ключевые слова: медно-порфировые руды, Мургалская металлогеническая зона, порфировые интрузии, геохимическая аномалия, геохимический ореол.

## PORPHYRY CU-MO MINERALIZATION IN THE EASTERN PART OF THE 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)*

There are no giant Cu-porphyry fields which are the main industrial type of Cu-porphyry deposits. But in the east of the country within the Pacific Rim there are significant prospects of finding clusters of porphyry copper ore. The main prospects of identifying porphyry copper objects in the eastern part of the Chukotka Autonomous Okrug are associated with the areas of Kavralyansky ore-placer area of Murgalskaya gold-copper mineragenous zone. Within the investigated objects we have been carried out the prospecting for porphyry copper and associated ore. We have identified the genetic and spatial confinement of the porphyry copper mineralization within the study area to volcanic and volcano-plutonic structures by summarizing all of extensive geological and geochemical analysis of the material and a large amount of stock data. We have fixed the spatial association of mineralization with porphyry intrusions, mainly of intermediate composition. The result of processing the data of lithochemical areal sampling of secondary dispersion halos we were identified a comprehensive geochemical halo and also established a typical series of zoning indicator elements of the studied areas. Thus synthesis of geological submissions of porphyry copper deposits and studies allow to identify the main patterns of distribution and criteria for prediction of porphyry copper objects in the eastern part of the Chukotka Autonomous Okrug.

Keywords: porphyry copper ore, Murgalskayamineragenous zone, porphyry intrusions, geochemical anomaly, geochemical halo.

Медно-порфировые месторождения являются основным поставщиком меди и молибдена на мировом рынке и составляют основу добывающей промышленности многих стран. На сегодняшний день в России отсутствуют крупные объекты данного типа, но перспективы открытия крупных медно-порфировых объектов на территории страны

достаточно велики. Главным доводом в пользу такого утверждения служит наличие на территории России огромного количества благоприятных для формирования рассматриваемого оруденения магматических образований, особенно на востоке страны в пределах структур Тихоокеанского регионального пояса складчатости.

Отсутствие крупных медно-порфировых объектов на территории России можно объяснить лишь отсутствием желания их искать.

Цель исследования, поставленная в работе, состоит в выявлении условий и генетической природы локализации медно-порфировой минерализации в пределах Чукотского АО и выработке геолого-геохимических критериев и признаков для поисков медно-молибден-порфировых месторождений и оценки их перспективности. 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.

Анализ пространственного размещения медно-молибден-порфировых месторождений мира однозначно свидетельствует об их приуроченности к региональным поясам складчатости – подвижным поясам: Тихоокеанскому, Средиземноморскому, Урало-Монгольскому и ряду других. В пределах поясов складчатости месторождения локализируются в зонах проявления магматизма (вулканические пояса). Многочисленные исследователи различных групп эндогенных полезных ископаемых связывают месторождения с палеовулканическими постройками [2]. В палеовулканических сооружениях промышленная медно-молибден-порфировая минерализация концентрируется в центрах вулканических сооружений (диаметром 10 км и более), в ассоциации с субвулканическими порфирами, а также в апикальных частях гипабиссальных лополитов, где ассоциирует с заключительной гранит-порфировой фазой внедрения. Оруденение формируется в заключительную стадию развития вулканических сооружений. В последние годы на основе обобщения разнообразных признаков рассматриваемого оруденения начали появляться сложные геологические модели порфировых систем. Одна из наиболее удачных моделей создана американским геологом R.H. Sillitoe [2; 5].

Основные перспективы выявления медно-порфировых объектов в восточной части Чукотского автономного округа связаны с площадями Кавральянского рудно-россыпного района Мургальской золото-меднорудной минерагенической зоны с преимущественным развитием медного и золотого оруденения меднопорфировой рудной формации.

В регионе выявлены четыре основных возрастных диапазона формирования порфировых систем, совмещенных в пространстве и частично наложенных без четких

границ. Позднемеловое медно-порфировое оруденение локализовано в пределах Кавральянского рудно-россыпного района и включает пять перспективных площадей: Серовскую, Сайбинскую, Ольховскую, Кавральянскую (Убиенкинскую) и Мрачную. Раннемеловое медно-порфировое оруденение выявлено в пределах Моренной площади. Палеоцен-эоценовые и олигоценовые порфировые системы связаны с другими менее перспективными, малоизученными площадями и в данной статье не рассматриваются.

В пределах указанных площадей были проведены поисковые работы на медно-порфировые и сопутствующие им руды, которые включали геологические, геохимические, геофизические исследования и горно-буровые работы. В комплекс поисковых работ входило площадное литохимическое опробование вторичных ореолов рассеяния. По ряду признаков в пределах каждой площади выделены перспективные участки в ранге потенциальных рудных полей с ожидаемым медно-молибден-порфировым оруденением.

В геологоструктурном отношении территория, включающая указанные площади, расположена во внутренней зоне Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса.

Основные проявления медной минерализации в пределах рассматриваемых объектов связаны с позднемеловыми гипабиссальными интрузивными образованиями, которые представлены Лево-Кавральянским и Ольховкинским массивами и несколькими мелкими штоками и дайками гипабиссальных интрузивных пород, объединяемых в кавральянский интрузивный комплекс. В его составе выделяют породы трех фаз внедрения: первая фаза объединяет неразделенные кварцевые монцониты-диориты и диорит-порфириты; вторая фаза представлена неразделенными гранитами-кварцевыми монцонитами, гранитами и кварцевыми монцонитами; третья фаза объединяет неразделенные гранодиорит-порфиры и кварцевые монцонит-порфиры. В результате обобщения геологических материалов отмечена повсеместная приуроченность рудной минерализации к малым телам порфировых пород. Основные проявления медной минерализации в пределах Кавральянского рудно-россыпного района связаны с третьей фазой внедрения магматитов, входящих в состав кавральянского интрузивного комплекса. Как показано ниже, эта связь подтверждается и геохимическими исследованиями.

Гидротермальные образования представлены зонами и полями пропилитизированных, окварцеванных, сульфидизированных, аргиллизированных, карбонатизированных пород с многочисленными кварцевыми и кварц-сульфидными жилами, реже с телами кварцевых, кварц-турмалиновых брекчий, сульфидсодержащих вторичных кварцитов и адулярсодержащих пропилитов, а также со штокверками прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации. Со штокверками прожилково-вкрапленной полисульфидной минерализации связано медно-порфировое оруденение. Пространственная и генетическая

приуроченность гидротермальных образований с рудовмещающими породами кавральянского комплекса отражена на геологическом разрезе (рис. 1).

Одной из основных структур рассматриваемой территории, с которой связано медно-порфировое оруденение, является Ольховкинская вулcano-купольная структура и занимает центральную часть района работ. Ее центральную часть слагают интрузивные породы Кавральянского массива.

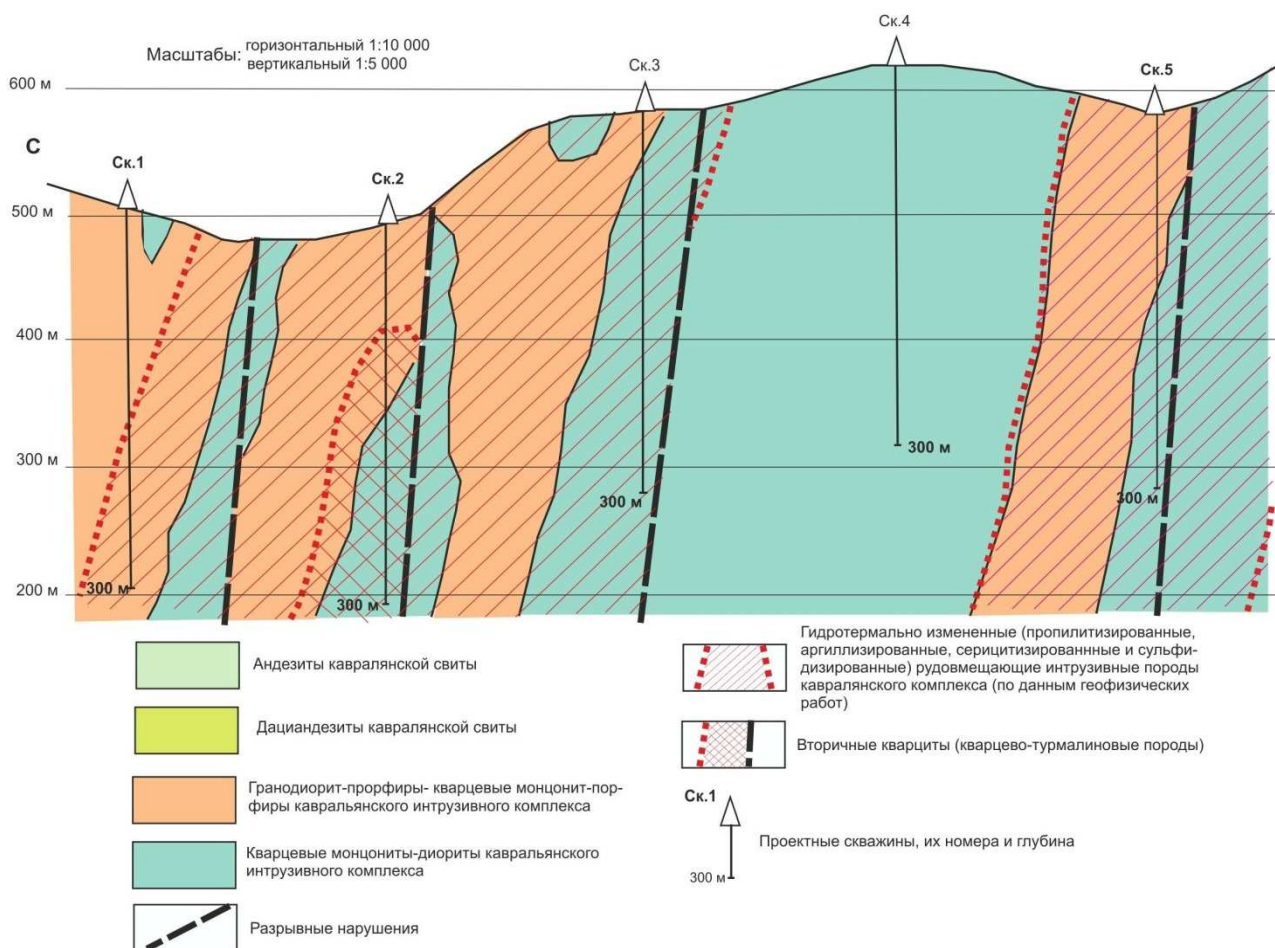


Рис. 1. Геологический разрез через центральную часть Ольховской площади  
(по материалам ФГУГП «Георегион»)

Как уже отмечалось, в комплекс поисковых работ входило площадное литохимическое опробование вторичных ореолов рассеяния. Все пробы (44 112 штук) 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. Результаты этих анализов были использованы автором для изучения геохимических особенностей медно-порфировых площадей Мургалъской металлогенической зоны [3]. Обработка и интерпретация материалов включала: создание электронной базы

данных; статистическую обработку результатов анализов проб; построение геохимических карт; выделение комплексных аномалий.

Для медно-порфировых месторождений наиболее характерными попутными компонентами меди являются молибден, золото и серебро [4]. Помимо этого, интерес представляют также свинец и цинк. Для них характерны высокие значения средних содержаний и коэффициентов корреляции с главными компонентами. По всем изучаемым площадям было произведено построение моноэлементных накладок основных рудогенных элементов в 2D- и 3D-вариантах (рис. 2, 3).

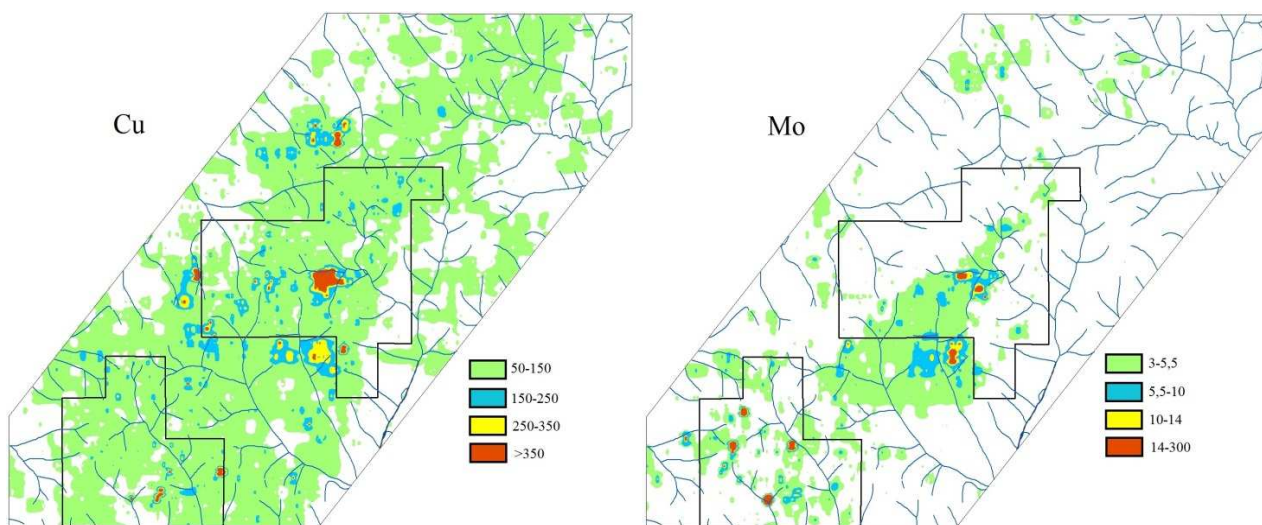


Рис. 2. Геохимические карты меди и молибдена (Ольховская площадь)

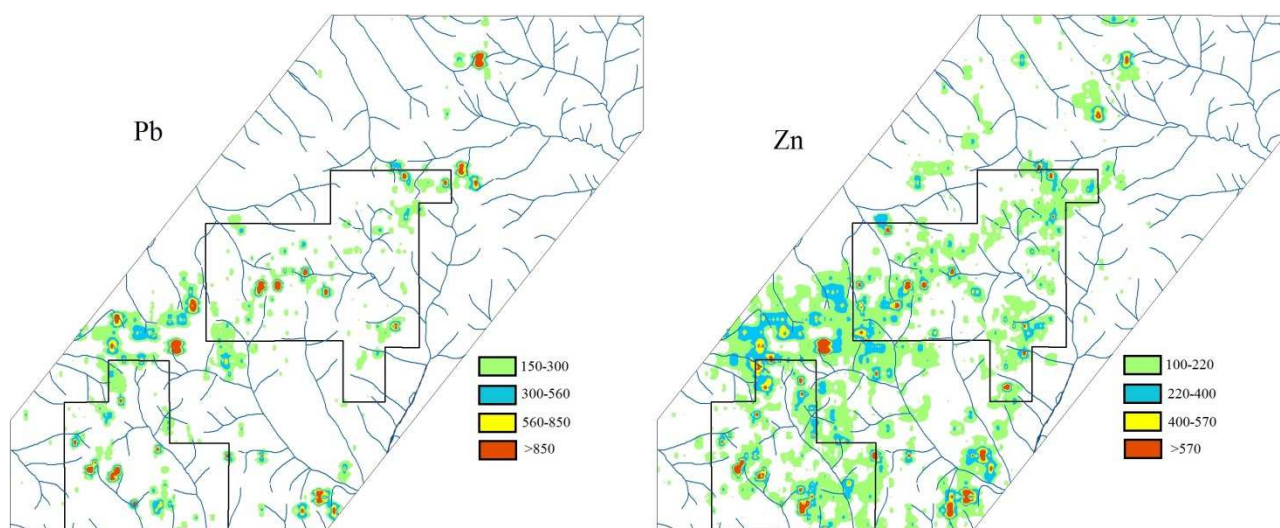


Рис. 3. Геохимические карты свинца и цинка (Ольховская площадь)

В результате анализа карт аномалии меди разной степени интенсивности выявлены на всех площадях в пределах потенциальных рудных полей. Наиболее высокие содержания молибдена совпадают с медными на всех рассматриваемых площадях, что подтверждается и положительной корреляционной связью между этими компонентами

(коэффициенты корреляции выше 0,25). Также на всех площадях установлены аномалии свинца и цинка. Их аномалии пространственно совпадают (значения коэффициентов корреляции от 0,29 на Моренной площади до 0,68 на Серовской). Часть выделенных аномалий свинца и цинка совпадают с аномалиями меди и молибдена. В результате выявлен комплексный геохимический ореол Cu, Mo, Zn, Pb, на отдельных площадях – Cu, Mo, Zn, Pb, Au, Ag. В пределах рудных полей (рис. 2, 3) медная минерализация сопровождается контрастными ореолами Cu и Mo. Элементы Pb и Zn формируют оконтуривающие ореолы за пределами аномалий Cu и Mo. Аномальные поля основных элементов, как правило, перекрывают друг друга лишь частично, что ведет к их низкой корреляции, значит, построение мультипликативного ореола по этим элементам весьма продуктивно (рис. 4).

Большинство геохимических аномалий основных рудных элементов – молибдена, свинца, меди, цинка приурочены к интрузивным комплексам. В пределах Ольховской и Кавральянской площадей – интрузивным породам третьей фазы внедрения кавральянского комплекса кварцевых монцонитов (рис. 4). Красным цветом на рисунках показаны выходы интрузивных пород третьей фазы внедрения на поверхность. В пределах Моренной площади геохимические аномалии главных рудных элементов приурочены к габбро-монцонит-диоритовым интрузиям позднемелового возраста, которые относятся к экитыкинскому габбро-монцонит-диоритовому комплексу. Гранитоиды третьей фазы кавральянского комплекса в пределах Серовской площади с поверхности не обнаруживаются, что, возможно, объясняется незначительным эрозионным срезом.

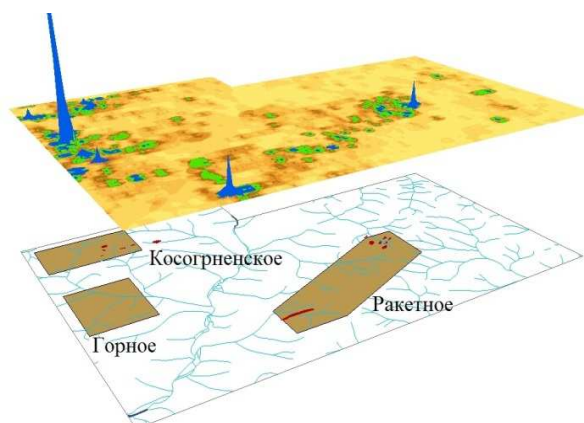


Рис. 4. Карта мультипликативного геохимического поля Cu·Mo·Pb·Zn (Кавральянская площадь)

Помимо площадной геохимической характеристики исследуемых территорий, рассмотрена вертикальная зональность распределения химических элементов. Был установлен ряд зональности элементов-индикаторов, характерный для изучаемых площадей: Zn-Pb-Au-Cu-Mo-Be. Выделенный ряд зональности элементов-индикаторов сопоставим с

характером поведения этих элементов в вертикальном разрезе поисковых моделей медно-порфировых месторождений [1; 5].

Для выявления вертикальной зональности были построены графики, отражающие изменение с глубиной геохимического показателя зональности, который представляет собой отношение сумм содержаний групп элементов-индикаторов, занимающих полярное положение в ряду геохимической зональности. Анализ графиков показал, что на площадях присутствует ярко выраженная вертикальная зональность, подтверждающая приуроченность повышенных содержаний меди и молибдена к более низким горизонтам. Это дает основание предполагать на изучаемых объектах наличие верхнерудного-надрудного среза, что также подтверждается геологическими данными, т.е. с глубиной содержания основных компонентов могут увеличиваться.

Результаты проведенных исследований дают основания сделать нижеследующие выводы.

1. Образование медно-порфировых объектов в пределах изучаемой металлогенической зоны происходило в связи с формированием окраинно-континентального вулcano-плутонического пояса.

2. Выявлена приуроченность изучаемых объектов внутри вулcano-плутонического пояса к вулканическим и вулcano-плутоническим структурам.

3. Промышленная минерализация локализуется в зонах гидротермально измененных пород.

4. Зафиксирована пространственная связь оруденения с порфировыми интрузиями преимущественно среднего состава - диоритовыми порфиритами, а также кислого (гранодиорит-гранит-порфирами, кварцевыми порфирами) и субщелочного состава (кварцевыми монцонит-порфирами).

5. Медно-порфировое оруденение сопровождается площадными, комплексными вторичными ореолами элементов – Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Au. Внутренняя часть ореола состоит из контрастных аномалий Cu, Mo. По периферии располагаются аномалии Pb, Zn. Таким образом, прямыми элементами-индикаторами медно-порфирового оруденения в пределах рассматриваемых площадей являются Cu и Mo, косвенными – Pb и Zn.

6. Предположительно формирование порфировой минерализации происходило в заключительную стадию развития вулканических сооружений.

7. Выявленные закономерности, характерные для медно-порфировых объектов изучаемых площадей, соответствуют обобщенной геологической модели (R.H.Sillitoe, 2010).

Обобщение материалов по геологии медно-порфировых месторождений и проведенные исследования позволяют наметить основные закономерности размещения и критерии прогнозирования медно-порфировых объектов в пределах восточной части Чукотского

автономного округа, на основании которых можно рекомендовать комплекс методов поиска месторождений этого типа.

### Список литературы

1. Григорян С.В., Соловов А.П., Кузин М.Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. - М. : Недра, 1983. - 191 с.
2. Дьяконов В.В. Фанерозойские палеовулканические сооружения и рудная минерализация медно-молибден-порфирового типа: автореф. дис.... д. г.-м. н. – М., 2011.
3. Сабельников И.С. Геохимическая характеристика медно-порфиновых площадей Мургалъской металлогенической зоны (Чукотский АО)//Геология в развивающемся мире: сб. материалов науч.-практ. конф./ Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – С. 33-35.
4. Смирнов В.И. Рудные месторождения СССР. - М. : Недра, 1978. - 400 с.
5. Sillitoe R.H. Porphyry Copper Systems, Society of Economic Geologists, Inc. EconomicGeology. – 2010. - Vol. 105. - P. 3–41.

### 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 Естественно-научного института Пермского государственного национального исследовательского университета, г.Пермь.