

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ ОБЪЕКТОВ (ЧУКОТСКИЙ АО)

Сабельников И.С.¹, Лебедев Г.В.¹

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия (614990, Пермь, ул. Букирева, 15), e-mail: vanya5@inbox.ru

В РФ наибольшие перспективы открытия месторождений медно-порфирового типа связаны с металлогеническими зонами Чукотского АО. На территории округа в Баимской металлогенической зоне уже разведано крупное месторождение Песчанка. Другой перспективной зоной является Мургалская. Медно-порфировое оруденение в ней контролируется: напряженной разрывной тектоникой, с которой связано образование магматических и тектоно-магматических структур; присутствием пород продуктивного кавральянского интрузивного комплекса; развитием тел рудоносных умеренно кислых порфировых гранитоидов заключительных фаз внедрения с эксплозивными брекчиями в апикальных частях. Важнейшими критериями прогнозирования являются геохимические, обусловленные наличием первичных и вторичных ореолов рассеяния элементов-индикаторов оруденения, их латеральная и вертикальная зональность. Латеральная зональность ореолов выражается в приуроченности аномалий Cu и Mo к центральным частям рудоносных массивов, а ореолов Pb и Zn – к их периферии. Вертикальный ряд зональности элементов-индикаторов имеет следующую последовательность (снизу-вверх): Ba – Co – Zn – Pb – Cu – Mo – Ag. Подрудный ореол образуют Ba и Co, околорудный - Zn, Pb, Cu, Mo, надрудный – серебро. На основе обобщения разнообразной геологической информации построена геохимическая модель Ольховского проявления, которая может служить основой для создания обобщенной геолого-поисковой модели медно-порфировых объектов Мургалской металлогенической зоны.

Ключевые слова: Чукотский АО, Мургалская металлогеническая зона, медно-порфировые руды, геохимические аномалии, латеральная и вертикальная зональность

GEOCHEMICAL CRITERIA FOR PREDICTION OF PORPHYRY COPPER OBJECTS (CHUKOTKA AUTONOMOUS OKRUG)

Sabelnikov I.S.¹, Lebedev G.V.¹

Perm State University National Research, Perm, Russia, (614990, Perm, Bukirev St., 15), e-mail: vanya5@inbox.ru

In Russia, the greatest prospects of discovering new deposits of copper-porphyry type associated with metallogenic zones of the Chukotka Autonomous Okrug. Have already explored a large deposit Gerbil Within the county in Baimskaya metallogenic zone. Murgalskaya is another promising area. Porphyry copper mineralization is controlled by it: hard fault tectonics, which is associated with the formation of magmatic and tectonic-magmatic structures; the presence of rocks productive kavralyansky intrusive complex; development of ore bodies mildly acidic porphyritic granitoids of the final phases of implementation with explosive breccias in the apical parts. The most important criteria are the geochemical due to the presence of primary and secondary dispersion halos indicator elements mineralization, their lateral and vertical zonation. Lateral zonation halos expressed in confinement anomalies of Cu and Mo in the central parts of the ore-bearing arrays and halos Pb and Zn - to the periphery. Vertical zonation row of indicator elements has the following sequence (bottom-up): Ba - Co - Zn - Pb - Cu - Mo - Ag. Under-ore halo formed by Ba and Co, near ore - Zn, Pb, Cu, Mo, upper-ore - silver. Based on the synthesis and processing of geological material was created geochemical model of Olkhovskaya manifestations, which can serve as a basis for creating a generalized geological and exploration model for porphyry copper objects of Murgalskaya metallogenic zone.

Keywords: Chukotka AO, Murgalskaya mineralogenous zone, porphyry copper ore, geochemical anomaly, lateral and vertical zonation

Медно-порфировые месторождения являются важнейшим промышленным типом месторождений медных руд. За рубежом подавляющая часть запасов меди связана именно с этим типом месторождений, тогда как в России наибольшее количество меди сосредоточено в сульфидных медно-никелевых месторождениях (40,6 % балансовых запасов страны), в

стратиформных месторождениях медистых песчаников (22 %), а также в объектах колчеданного типа (19 %) [4]. Медно-порфиновые месторождения пространственно и генетически связаны с малыми интрузиями и телами субвулканических порфировых пород умеренно-кислого состава и локализуются в их экзо- и эндоконтактных зонах. Залежи таких месторождений представляют собой крупные штокверки размером от сотен метров до первых километров с весьма значительными запасами металла; обычно они не имеют резких границ и постепенно переходят в гидротермально слабо минерализованные породы [3].

В России наибольшие перспективы открытия новых промышленных месторождений медно-порфиорового типа связаны с металлогеническими зонами Чукотского АО. На территории округа в Баимской металлогенической зоне уже разведано крупное месторождение Песчанка. Другой весьма перспективной площадью является Мургалевская металлогеническая зона, расположенная во внутренней части Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса. Наибольший интерес в ней представляет медно-порфиоровое проявление Ольховка.

Основная задача данного исследования заключалась в выявлении и разработке геолого-геохимических критериев прогнозирования медно-порфиоровых объектов в пределах Мургалевской металлогенической зоны. Исследование проведено по результатам поисковых работ, выполненных на Ольховской, Убиенкинской, Серовской и Моренной площадях. Первые три площади находятся в северо-восточной части Анадырского нагорья, Моренная – в северной части хребта Пекульней. На указанных площадях проведены поисковые работы на медно-порфиоровые и сопутствующие им руды, которые включали поисково-съёмочные маршруты, литохимическую съёмку по вторичным ореолам рассеяния, геофизические работы, проходку канав, бурение колонковых скважин. Для изучения первичных ореолов рассеяния производилось геохимическое опробование керн. Исследование выполнено по материалам, собранным И.С. Сабельниковым в процессе полевых работ; в статье также использована информация, любезно предоставленная ФГУПП “Георегион” (г. Анадырь).

Основой эффективных поисков и прогнозирования месторождений полезных ископаемых является знание поисковых предпосылок и признаков оруденения и важнейших рудоконтролирующих факторов, которые составляют основу геолого-поисковой модели. Основными критериями прогнозирования медно-порфиоровых объектов Мургалевской металлогенической зоны являются: структурно-тектонические, магматические, метасоматические, минералогические, геофизические, геохимические [5, 6]. Установлено, что медно-порфиоровое оруденение территории контролируется следующими особенностями рудно-магматической системы:

- напряженная разрывная тектоника (зоны разломов, участки пересечения зон разломов различной ориентировки), с которой связано формирование магматических и тектоно-магматических структур;

- присутствие пород продуктивного кавральянского интрузивного комплекса;

- развитие тел рудоносных умеренно кислых порфировых гранитоидов заключительных фаз внедрения с эксплозивными брекчиями в их апикальных частях.

Важнейшими критериями прогнозирования являются также геохимические, обусловленные наличием первичных и вторичных ореолов рассеяния элементов-индикаторов оруденения, их латеральная и вертикальная зональность. Как отмечено выше, в комплекс поисковых работ входило изучение вторичных и первичных ореолов рассеяния. Аналитические данные литохимического опробования были использованы для выработки геохимических критериев оруденения. Статистическая и графическая обработка информации выполнялись с помощью программ ArcGIS, Surfer, Grapher и Microsoft Excel.

Построение геохимических полей осуществлялось путем сглаживания методом статистического «окна». При выборе размера «окна» сглаживания использовался метод геометрической автокорреляции, разработанный Г.В. Лебедевым и В.Ф. Мягковым [2]. Размер окна сглаживания был принят равным значению радиуса геометрической автокорреляции. Для ускорения процесса обработки геохимической информации И.С. Сабельниковым была написана программа на языке Visual Basic, реализующая сглаживание исходной реализации методом статистического «окна» в автоматическом режиме.

По всем изученным площадям были построены моноэлементные карты вторичных геохимических ореолов рассеяния. В качестве примера на рис. 1 и 2 приведены геохимические поля меди, молибдена, свинца и цинка для Убиенкинской площади. Наложение геохимических карт основных рудных элементов (меди и молибдена) на геологические карты показывает, что аномалии указанных компонентов в основном совпадают с площадями распространения кварцевых монзонитов заключительных фаз кавральянского интрузивного комплекса. Это дает основание полагать, что геохимические аномалии меди и молибдена пространственно детерминированы расположением интрузивных пород.

Часть аномалий свинца и цинка совпадают с аномалиями меди и молибдена. В результате выявляются комплексные геохимические ореолы Cu, Mo, Zn, Pb, а на отдельных площадях – Cu, Mo, Zn, Pb, Au, Ag. Анализ разнообразной геологической и геохимической информации свидетельствует о том, что в рудных полях с эрозионным срезом близким к рудному аномалии Cu и Mo преобладают в центральных частях, а аномалии Pb, Zn, Ag, Au –

в периферических. В рудных полях с надрудным эрозионным срезом и на флангах медно-порфировых систем резко преобладают аномалии Pb, Zn, Ag, Au. То есть повышенные концентрации Pb и Zn, как правило, тяготеют к периферии участков повышенных содержаний Cu и Mo, создавая структуру, напоминающую кольцо. Ореолы перекрывают друг друга лишь частично, чем и объясняется их низкая корреляция.

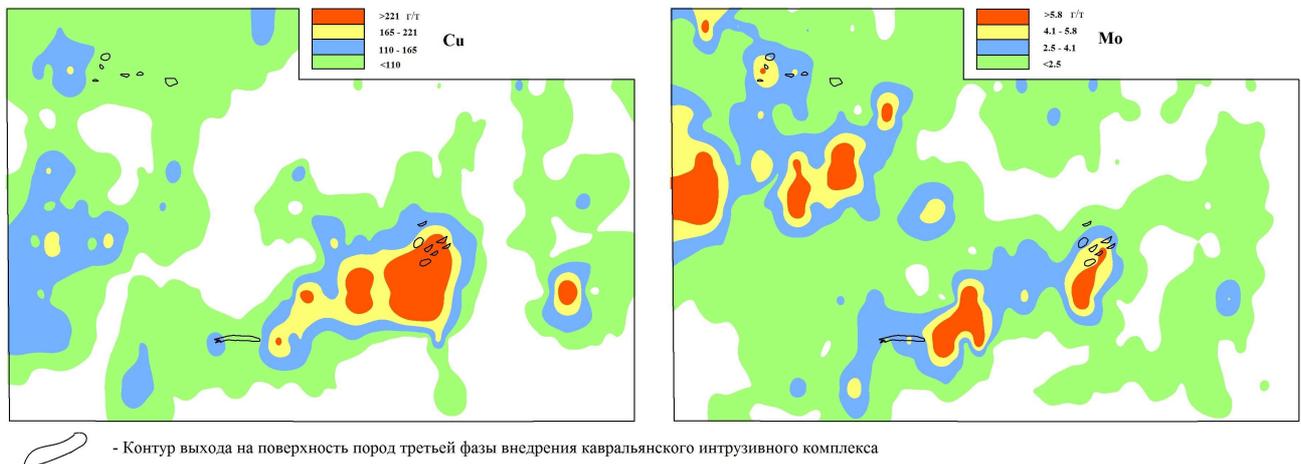


Рис. 1. Геохимические поля меди и молибдена (Убиенкинская площадь)

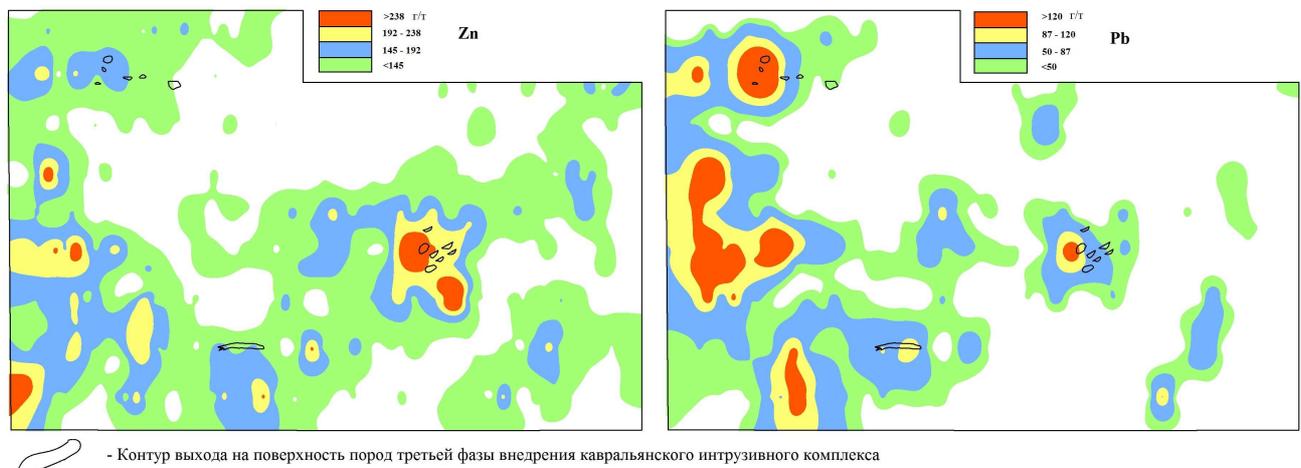


Рис. 2. Геохимические поля свинца и цинка (Убиенкинская площадь)

Ранее [5, 6] для изучаемых площадей была предпринята попытка установления вертикальной геохимической зональности по материалам опробования вторичных ореолов рассеяния. Анализ распределения средних содержаний элементов-индикаторов по гипсометрическим уровням позволил наметить следующий ряд вертикальной зональности (снизу-вверх): Be-Mo-Cu-Au-Pb-Zn.

В настоящее время на всех площадях проведено бурение вертикальных колонковых скважин средней глубиной 300 м. Керновые пробы анализировались в лаборатории ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей» на 40 элементов методом атомно-эмиссионной

спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES) после растворения в царской водке (код AR/ES). Изучение вертикальной геохимической зональности рудопроявлений по этим данным осуществлялось путем построения графиков изменения содержаний компонентов по разрезам скважин и сопоставления их с петрографическим составом вскрытых пород (рис. 3). Анализ графиков показал, что основные рудные компоненты (Cu и Mo) образуют околорудный ореол. Ореолы Pb и Zn, как правило, несколько смещены ниже по гипсометрическому уровню относительно ореолов Cu и Mo. Подрудный ореол образуют Ba и Co, а надрудный – Ag. Таким образом, ряд вертикальной зональности элементов-индикаторов оруденения имеет следующую последовательность (снизу-вверх): Ba – Co – Zn – Pb – Cu – Mo – Ag. В целом полученный ряд соответствует обобщенному ряду осевой зональности медно-порфировых месторождений: (Ba, W, Co, Sn) – (Mo, Cu) – Bi – Au – (Zn, Pb, Ag) – Sb – As – Ba – I [1].

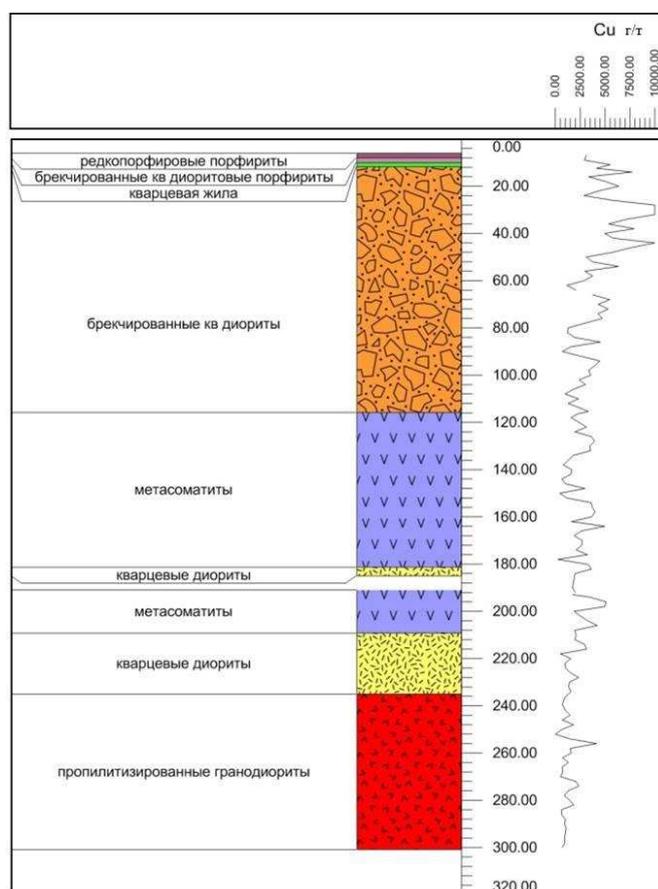


Рис. 3. Разрез по скважине №3 (Ольховская площадь)

Сопоставление разрезов скважин с геохимическими данными (рис. 3) свидетельствует о том, что повышенные содержания меди приурочены к брекчированным кварцевым диоритовым порфиридам, распространенным в апикальных частях интрузивных тел. Это еще

раз подтверждают связь образования медно-порфировой минерализации с заключительными фазами внедрения интрузивного комплекса.

По геологическим данным было установлено, что для Ольховской площади характерен верхнерудный эрозионный срез. Это видно и по данным буровых скважинным. Поэтому элементный состав надрудного ореола может включать и другие компоненты.

На всех рудопроявлениях выявлены гидротермально-метасоматические изменения рудоносных интрузивов и вмещающих пород (рис. 4). Например, на наиболее изученном проявлении Ольховка измененные породы представлены ранним пропилитовым, поздним пропилитовым и филлизитовым типами, характерными для медно-порфировых рудно-магматических систем. С каждым типом изменений связан свой набор рудных минералов. С пропилитовыми изменениями, в частности, ассоциирует магнетитовая и халькопиритовая минерализация. Гидротермальные образования в свою очередь генетически связаны с породами третьей фазы кавральянского комплекса, что свидетельствует о генетической связи околорудных ореолов основных компонентов именно с этими породами.

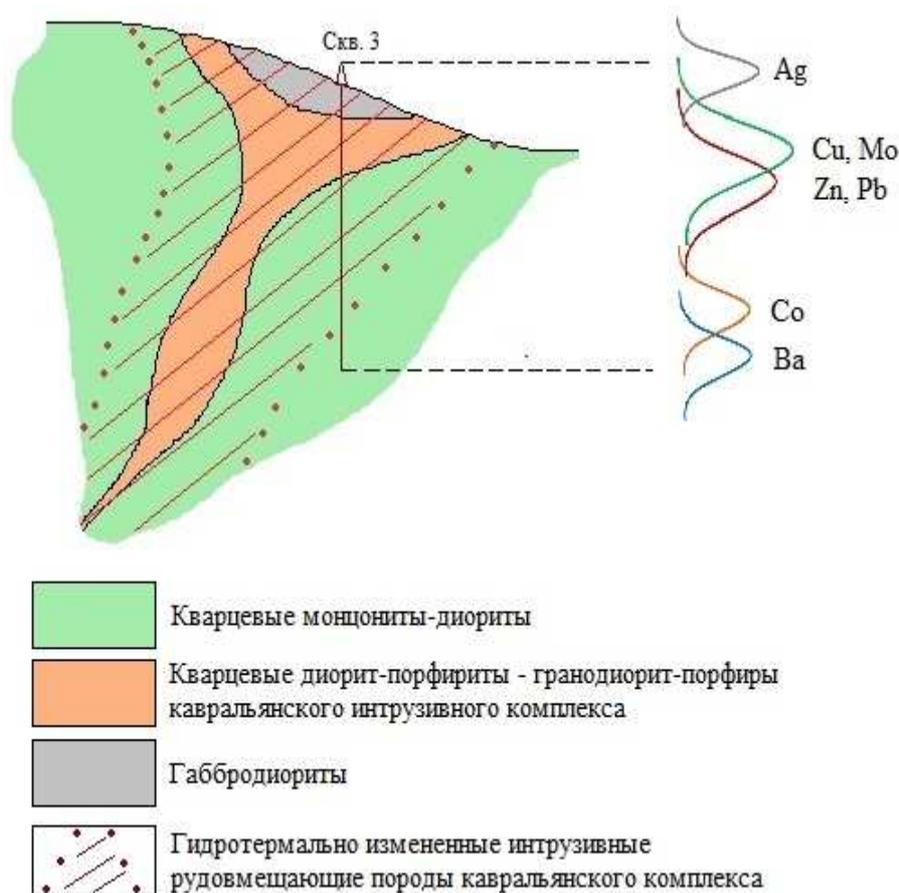


Рис. 4. Геохимическая модель медно-порфировой системы (Ольховская площадь)

В результате обобщения разнообразной геологической информации была построена геохимическая модель медно-порфировой системы, характерная для Ольховской площади

(рис. 4). Это модель может служить основой для создания обобщенной геолого-поисковой модели медно-порфировых объектов Мургалльской металлогенической зоны в целом.

Основные результаты исследования сводятся к следующему:

1. Геохимические аномалии Cu, Mo, Pb, Zn, Au, Ag установлены на всех перспективных площадях Мургалльской металлогенической зоны. Они приурочены к брекчированным кварцевым диоритовым порфирирам апикальных частей интрузивных тел и генетически связаны с породами третьей фазы кавральянского комплекса.

3. Достаточно отчетливо выявляется латеральная зональность геохимических ореолов элементов-индикаторов оруденения, выражающаяся в приуроченности аномалий Cu и Mo к центральным частям рудоносных массивов, а ореолов Pb и Zn – к их периферии.

4. Вертикальный ряд зональности элементов-индикаторов оруденения имеет следующую последовательность (снизу-вверх): Ba – Co – Zn – Pb – Cu – Mo – Ag. Подрудный ореол образуют Ba и Co, околорудный - Zn, Pb, Cu, Mo, надрудный – серебро. Выявленная последовательность в целом соответствует обобщенному ряду осевой зональности медно-порфировых месторождений Л.Н. Овчинникова и С.В. Григоряна [1, 2].

Список литературы

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / Мин-во геологии СССР., М., Недра, 1983. 191 с.
2. Лебедев Г.В. К методике выявления структурных уровней геологических полей // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы регион. науч.-практ. конф. 22-23 мая 2007 г. / Перм. ун-т. – Пермь, 2007. – С. 118-124.
3. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Медные руды / Минприроды РФ. – М.: ФГУ ГКЗ РФ, 2007. 39 с.
4. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2012 году: государственный доклад / Минприроды РФ. – М.: ООО Информ.-аналитич. центр «Минерал», 2014. – 298 с.
5. Сабельников И.С. Геохимическая характеристика медно-порфировых площадей Мургалльской 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.
6. Сабельников И.С. Рудная минерализация медно-молибден-порфирового типа восточной части Чукотского автономного округа // Современные проблемы науки и образования. URL: <http://www.science-education.ru/111-10425> (дата обращения: 30.11.2014).

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.