

УДК 553.041(571.61/.62)

**ПРЕДПОСЫЛКИ ОБНАРУЖЕНИЯ СКРЫТОЙ Au-Mo-(±Cu)-ПОРФИРОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПОКРОВСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ (ГОНЖИНСКИЙ РАЙОН, ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)****Хомич В.Г., Борискина Н.Г.***ФГБУН «Дальневосточный геологический институт» ДВО РАН, Владивосток,  
e-mail: khomich79@mail.ru*

Геологическое изучение некоторых крупных горнорудных районов мира показало пространственную и парагенетическую сопряженность на их площади эпitherмальных (малоглубинных, вулканогенных) месторождений с мезо-, гипотермальными (порфировыми, плутоногенными), а также их общую принадлежность к сложным, длительно формировавшимся и протяженным (по вертикали) рудно-магматическим системам. Подобные системы всё более привлекают внимание исследователей юго-восточных металлогенических провинций Российской Федерации: Южной Якутии, Юго-Восточного Забайкалья, Верхнего и Среднего Приамурья. В Гонжинском рудном районе (Верхнее Приамурье) известно несколько пространственно разобщенных золоторудных эпи-, мезотермальных (Буринда, Желтунак, Пионерное, Покровское) и Au-Cu-Mo-порфировых (Боргуликан, Икан, Игак и др.) месторождений, а также проявлений Mo и Pb. Основная часть рудных полей размещена по обрамлению горстового выступа докембрия в краевых участках раннемеловых интрузивных массивов гранодиоритов-гранитов на сопряжении с субвулканическими, экструзивными телами и эффузивно-пирокластическими покровами среднего и умеренно кислого состава. Учитывая отмеченные особенности геологической позиции месторождений, присутствие на их площади даек, штоков и палеожерловин, а также широкую проявленность зональных ореолов метасоматических преобразований (от пропилитов, фельдшпатолитов, серицитолитов, аргиллизитов до вторичных кварцитов), представляется вероятным развитие на глубоких (диапазон 1–4 км) горизонтах эпitherмальных месторождений большого объема Au-Mo-(±Cu)-порфирового оруденения, в соответствии с известными геолого-генетическими моделями. Первоочередным объектом, заслуживающим внимания геологоразведчиков, представляется Покровское рудное поле, где возможно пространственное совмещение (в протяженном – >1 км вертикальном диапазоне) эпitherмальной Au-Ag минерализации, развитой у современной поверхности и скрытого на глубине порфирового оруденения.

**Ключевые слова:** золото-молибден-медно-порфировое оруденение, эпitherмальные Au-Ag месторождения, Гонжинский рудный район, Верхнее Приамурье

**PREREQUISITES TO FINDING OF A CONCEALED Au-Mo-(±Cu)-PORPHYRY MINERALIZATION IN THE POKROVSKOE ORE FIELD (GONZHA ORE AREA, UPPER AMUR REGION)****Khomich V.G., Boriskina N.G.***Far East Geological Institute FEB RAS, Vladivostok, e-mail: khomich79@mail.ru*

Geological study of some large ore mining regions of the world shows that epithermal (not deep, volcanogenic) deposits existing there spatially and paragenetically associate with meso- and hypothermal (porphyry, plutogenic) occurrences, with common belonging to the complex, long-time forming and vertically extended ore-magmatic systems. More and more domestic researchers are turning their attention to similar systems in the southeastern metallogenic provinces of Russian Federation: southern Yakutiya, southeastern Transbaikalia, Upper and Middle Amur regions. The Gonzha ore area in Upper Amur region is known for several spatially disseminated epi- and mesothermal (Burinda, Zheltunak, Pionernoe, Pokrovskoe), Au-Cu-Mo-porphyry (Borgulikan, Ikan, Igak, etc.) gold deposits and manifestations of Mo and Pb. Most ore fields occur in peripheral parts of Early Cretaceous intrusive granodiorite-granite massifs framing the Precambrian horst and are juxtaposing with subvolcanic, extrusive bodies and effusive pyroclastic sheets of medium and moderately acid composition. Taking into account the mentioned features of the deposits' geological disposition, the presence in their areas of dykes, stocks, and paleovolcanic necks, as well as abundant manifestations of zonal metasomatic alterations (from propylite, feldspatholith, cericitolite, and argillizite to secondary quartzite), there is a possibility that deep horizons (to the depth of 4 km) may have sizable epithermal occurrences of Au-Mo-(±Cu)-porphyry mineralization, according to known geological-genetic models. In this connection the Pokrovskoe ore field is worth the prospectors' prior attention. The odds are that the near-surface epithermal Au-Ag mineralization here spatially conjugates (in vertical extension of more than 1 km) with deeply concealed porphyry mineralization.

**Keywords:** Au-Mo-(±Cu)-porphyry mineralization, epithermal Au-Ag deposits, Gonzha ore area, Upper Amur region

Факты существования крупнообъемных месторождений порфирового типа всё более привлекают внимание горнодобывающих компаний мира. Это обусловлено ведущим положением порфировых объектов в мировых запасах и добыче (от 50 до 70%) Cu, Mo и Au. Низкие содержа-

ния этих металлов в рудоносных залежах компенсируются большими объемами последних. К тому же ценность порфировых руд существенно возрастает за счет возможности попутного извлечения Re, Pt, Pd, In, Te, Se, Ag, Sn, W и других элементов [1, 2].

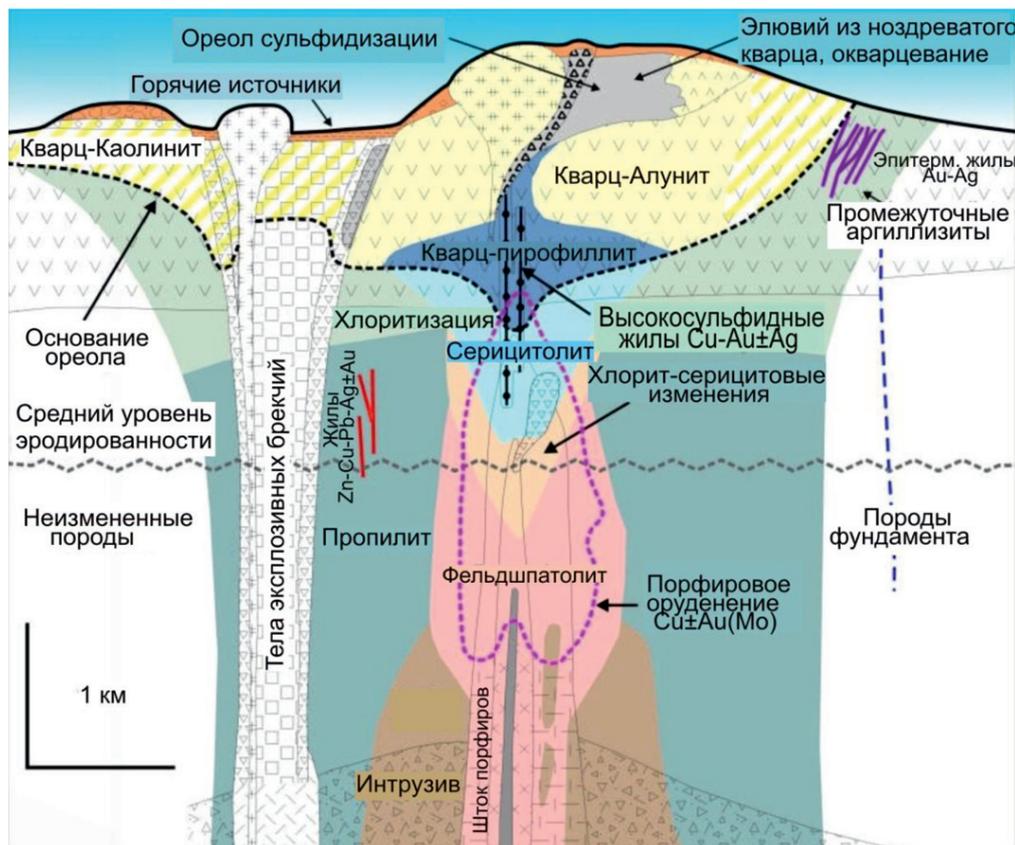


Рис. 1. Геологическая модель (разрез) порфировой рудно-магматической системы. По [4] с некоторыми упрощениями

Цель настоящей публикации – обоснование вероятности обнаружения в Покровском рудном поле (ПРП) Гонжинского района скрытой на глубине Au-Mo-(±Cu)-порфировой минерализации в краевой прикоровельной части Сергеевского гранитоидного массива.

#### Материалы и методы исследования

Детальные геолого-геофизические, тонкие минералого-геохимические, изотопные исследования многих рудных районов мира продемонстрировали пространственную и парагенетическую ассоциируемость некоторых эпитермальных (малоглубинных, вулканогенных) месторождений с мезо- и гипотермальными (порфировыми, плутоногенными), как и принадлежность тех и других к единым сложным длительно формировавшимся рудно-магматическим системам (РМС). Месторождения порфирового семейства, ассоциирующие с малоглубинными эпитермальными Au-Ag проявлениями, обычно размещаются в полигенных и полихронных РМС в диапа-

зоне глубин 1–4 км от поверхности. Они характеризуются штокверковым строением минерализованных залежей среди вулканогенно-осадочных пород, даек, штоков гранитоидов среднего, умеренно кислого состава над эндоконтактовыми частями рудоносных интрузивных массивов или в их пределах. Зональные ореолы метасоматически преобразованных вмещающих комплексов представлены в таких РМС (снизу вверх) пропилитами, фельдшпатолитами, хлорит-серицитовыми изменениями, серицитолитами, аргиллизитами, вторичными кварцитами, иногда алунитами, «облаками» тонких вкраплений сульфидов и сульфоарсенидов.

Признаки повторяемости соотношений ареалов магматических, метасоматических и гидротермальных прожилково-вкрапленных образований во многих металлогенических поясах и провинциях, послужили основаниями к созданию геолого-генетических, геолого-геофизических, геолого-геоморфологических, иных моделей таких РМС. Наиболее востребованными практи-

кой оказались геологические модели, предложенные Дж. Хеденквистом [3] и Р. Силлитом [4], в которых учтена вероятность существования на приповерхностном уровне в порфириновых РМС не только ореолов аргиллизаций, алунификации и метасоматического окварцевания, но и эпитеpmальных проявлений Au-Ag минерализации (рис. 1).

Месторождения и узлы порфириновых руд достаточно широко распространены в восточных, северо-восточных районах России и Китая. Многие из них разведаны, а некоторые вовлечены в эксплуатацию. Это Бугдая, Жирекен, Култума, Быстринское (Юго-Восточное Забайкалье), Боргуликан, Икан, Малмыж (Приамурье), Березовское (Приморье), Добаошань, Велугангань, Силян, Ленцзя, Шанцзяжуань и др. в провинциях Внутренняя Монголия, Цзилинь, Цзяодун, Ляонин, Хэйлуунцзян (КНР) [5–7].

Проявления эпитеpmальной Au-Ag минерализации выявлены далеко не во всех перечисленных провинциях и районах, но там, где таковые обнаружены, геологами разведаны узлы порфирикового оруденения мирового класса [8]. В этой связи представляется важным анализ вероятности обнаружения скрытого порфирикового оруденения в тех районах и узлах Востока Азии, где известны, эксплуатируются или уже отработаны эпитеpmальные Au-Ag месторождения. Одним из таких районов в Верхнем Приамурье является Гонжинский [9] (рис. 2).

#### Результаты исследования и их обсуждение

В Гонжинском рудном районе, где находится ПРП, известны эндогенные проявления и месторождения разных формационных и минеральных типов [9]. Они размещены преимущественно в интрузивно-эффузивном обрамлении местного выступа докембрия (рис. 2). Типоморфным месторождением Au-Mo-(±Cu)-порфириковых руд здесь является Боргуликанское. Его рудоносные залежи с относительно высокими содержаниями Cu, Mo, Au размещены в краевой части Арбинского массива, преимущественно в апикальных эндоконтактных частях штоков порфириковых монцоидоритов – стержневых элементов местной РМС. Залежи представлены мощными (1–3 км) и протяженными (до 12 км и более) зонами метасоматических преобразований (кварцкалишпат-биотитовых, альбит-эпидот-актинолитовых, кварц-серицит-хлоритовых с турмалином, аргиллизитовых, карбонатцеолитовых с флюоритом), содержащих

порфириковое оруденение из магнетит-борнит-халькопиритовой, пирит-халькопирит-молибденитовой, магнетит-пиритовой ассоциаций [7].

Золотоносные жильно-прожилковые и прожилково-метасоматические зоны ПРП также размещены в краевой части, но уже Сергеевского массива раннемеловых гранитов-гранодиоритов амурского комплекса ( $\gamma$ - $\gamma\delta K_1 v$ ) среди ореолов фельдшпатизации, окварцевания, аргиллизации, гидрослюдизации, сульфидизации и карбонатизации, а также позднемеловых субвулканических, экструзивных и эффузивно-пирокластических галькинских ( $\xi K_2$ ) образований [9]. Констатируя широкую проявленность на Покровском месторождении метасоматических преобразований пород, необходимо отметить, что в ПРП, где разведано и фактически отработано эпитеpmальное Au-Ag оруденение, остаются практически не изученными (глубже 350 м от поверхности) его средние и глубокие горизонты. Им соответствует прикровельная часть Сергеевского гранитоидного массива, перекрытая здесь метасоматически преобразованными галькинскими вулканитами эффузивной и экструзивно-субвулканической фаций [9].

Вместе с тем в северо-западной краевой части ПРП, на участках Дальний и Боровой (рис. 3), среди ускалинских ( $I_2 uk$ ) осадочных накоплений и андезитов талданской ( $\alpha K_1 t$ ) толщи вскрыты у поверхности минерализованные зоны, содержащие до 0,1% Mo (устное сообщение Н.Г. Власова). Они рассматриваются сотрудниками геологической службы ОАО «Петропавловск» в качестве типичных представителей Au-Mo-порфирикового оруденения. Присутствие такового на одном из флангов ПРП не исключает вероятность обнаружения Au-Mo-(±Cu)-порфириковой минерализации и в центральной части площади, скрытой под покровом галькинских ( $\lambda$ - $\zeta K_2 gl$ ) эффузивно-пирокластических отложений, на глубине до 1 км и более. Вполне возможно, что такое скрытое Au-Mo-(±Cu)-порфириковое оруденение, представляющее значительный интерес для крупных горнодобывающих компаний, находится между участками Покровка-IV и Водораздельный-Север (рис. 3), где у современной поверхности проявлено интенсивное огипсование вулканитов. В пользу вероятности присутствия на глубоких горизонтах скрытого порфирикового оруденения в перекрытой вулканитами части Сергеевского массива, кроме наличия

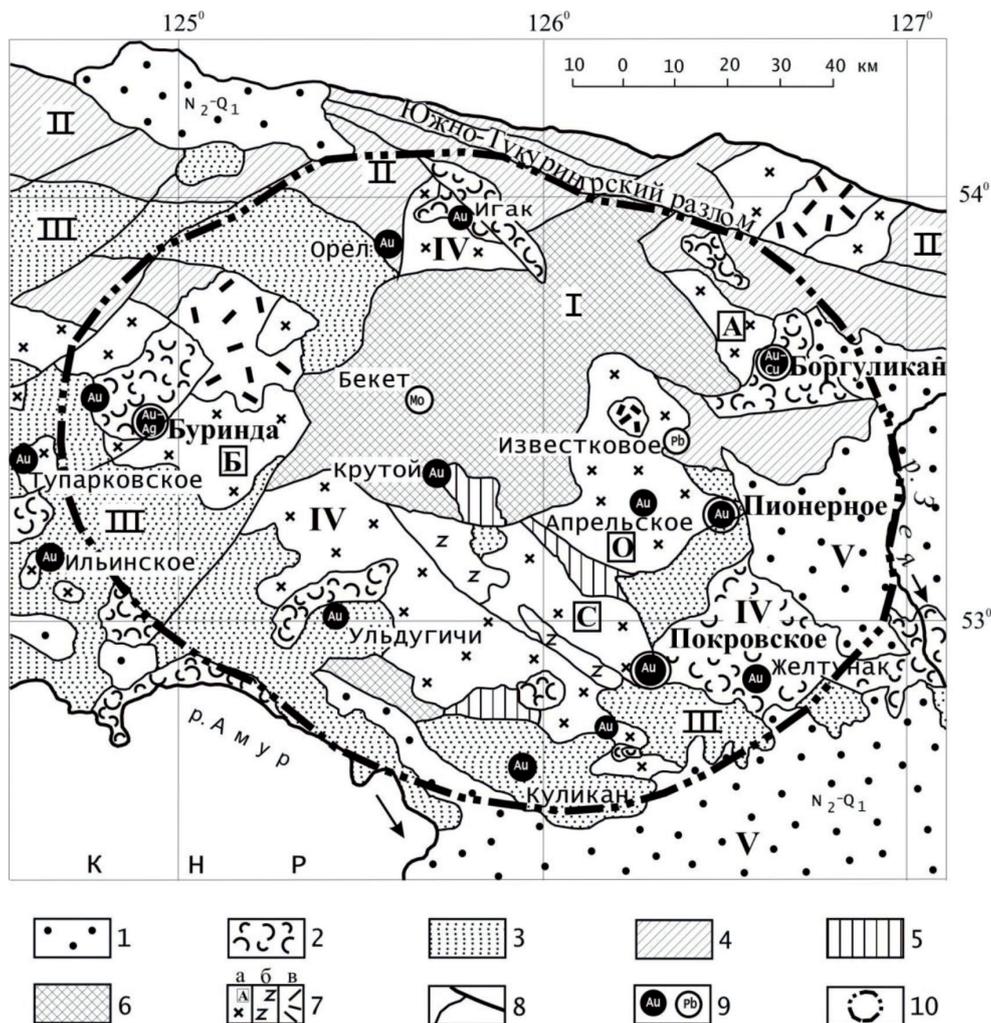


Рис. 2. Структурно-металлогеническая схема Гонжинского рудного района.

По [9] с некоторыми уточнениями. 1–7 – разновозрастные геологические комплексы: 1–4 – стратифицированные: 1 – неоген-четвертичный терригенный, 2 – меловой эффузивно-пирокластический, 3 – юрский терригенный; 4 – нижне-среднепалеозойский вулканогенно-осадочный метаморфизованный, включающий одновозрастные магматические образования; 5–6 – интрузивно-метаморфические: 5 – нижнепалеозойско-верхнепротерозойский, 6 – нижнепротерозойско-среднеархейский; 7 – позднемезозойские интрузивные: а – верхнеамурский монцодиоритовый, гранодиорит-гранитный (К, р), б – магдагачинский граносиенит-порфировый (γϕI, т), в – гранит-порфировый (субвулканический, γтК<sub>2</sub>); 8 – крупные разломы; 9 – месторождения и некоторые крупные рудопроявления золота (Au) и других металлов (Cu, Mo, Pb); 10 – контур центра овально-кольцевого сооружения. I–V – Главные тектонические сооружения: I – Гонжинский выступ; II – Монголо-Охотская складчато-надвиговая система; III – Осежинский позднемезозойский (I<sub>2</sub>) прогиб, IV – вулканоплутоническое (I<sub>3</sub>–K<sub>2</sub>) обрамление выступа, V – кайнозойская Амуро-Зейская депрессия. А–С (в квадратах) крупные интрузивные массивы: А – Арбинский, Б – Буриндинский, О – Ольгинский, С – Сергеевский

в ПРП молибденит-кварцевой минерализации, свидетельствуют и такие поисково-оценочные признаки, как:

– существование надрудного ореола вкрапленной сульфидизации и верхнерудного ореола метасоматического окварцевания (вплоть до вторичных кварцитов и арголизитов);

– присутствие вблизи современной поверхности, под аллювием, некоторых водотоков (ручьи Сергеевский, Покровский), элювиальных развалов пористого грязно-серого халцедоновидного кварца;

– убогосульфидность эпитермальной Au-Ag минерализации Покровского месторождения;

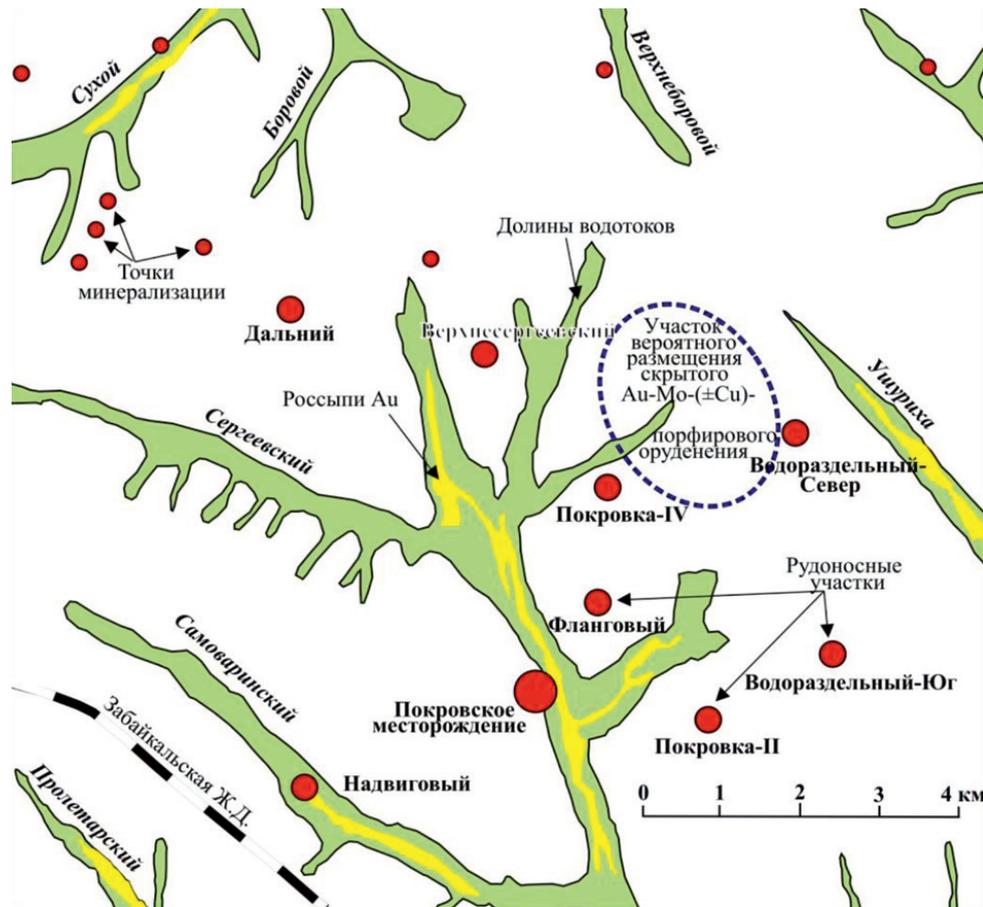


Рис. 3. Схема размещения коренных проявлений и россыпей золота на площади Покровского рудного поля. По материалам геологической службы ОАО «Петропавловск»

– наличие на участках Покровка-II и Водораздельный-Юг субэпитермальных галенит-сфалерит-кварцевых прожилково-жилковых тел;

– обилие даек, силло-, куполо- и нектообразных тел дацитов ( $\xi K_2$ ) и андезитов ( $\alpha K_1 t$ ), андезибазальтов ( $\alpha \delta K_2 ?$ ) и гранит-порфиоров магдагачинского ( $\gamma \pi I_3 m$ ), верхнеамурского ( $\gamma \pi K_1 v$ ) и гранодиоритов буриндинского ( $\gamma \delta K_1 b$ ) комплексов, а также разновременных (до-, син- и пострудных) тел взрывных брекчий и, конечно же, палеовулканических жерловин и штоков [9].

– очевидность формирования порфировой минерализации по двустадийной модели [10]. Очень важным представляется и существование у современной поверхности площадного ореола огипсования метасоматически преобразованных галькинских вулканитов.

### Заключение

Обилие на площади Покровского рудного поля специфических поисково-оценоч-

ных признаков, характерных для геолого-генетических моделей порфирических РМС, свидетельствует, по мнению авторов, о высокой вероятности существования золото-молибден-порфирической минерализации, не только обнаруженной у современной поверхности на северо-западном фланге Покровской площади, но и скрытого на глубине, не подвергшегося денудации крупнообъемного Au-Mo-(±Cu)-порфирического оруденения в прикровельной части Сергеевского гранитоидного плутона. Один из потенциально перспективных объектов такого типа находится по приведенным выше данным под участком развития ореола огипсования метасоматически преобразованных галькинских вулканитов умеренно кислого и кислого состава. Последние, в полном соответствии с моделью порфирических РМС, продуцировавшей во многих регионах мира, и эпитермальное золото-серебряное оруденение, представлены покровами афировых фельзитов и экструзивными куполами риолито-дацитов и порфирических дацитов.

*Работа выполнена при частичной поддержке комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток», проект № 18-2-015.*

### Список литературы

1. Медно-порфировые месторождения / А.И. Кривцов, В.С. Звездов, И.Ф. Мигачев [и др.]. – М.: ЦНИГРИ, 2001. – 232 с.
2. Sinclair W.D. Porphyry deposits. Geological Association of Canada // Mineral. Dep. Division. Spec. publ. – 2007. – Vol. 5. – P. 223–243.
3. Hedenquist J.W. Variable characteristics of ore deposits in the epithermal environment: causes, and exploration implications // Acta Geologica Sinica (English Edition). – 2014. – Vol. 88. – Supp. 2. – P. 736–737.
4. Sillitoe R.H. Porphyry copper systems // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – № 1. – P. 3–41.
5. Бескин С.М. Медно-порфировое оруденение России: перспективные регионы и площади / С.М. Бескин, А.К. Алексеева. – М.: Научный мир, 2016. – 78 с.
6. Хомич В.Г. Совершенствование минерагенического районирования Восточного Забайкалья на основе геофизических исследований / В.Г. Хомич, Н.Г. Борискина // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58, № 7. – С. 1029–1046.
7. Пересторонин А.Е. Боргуликанская золото-медная рудно-магматическая система в Приамурской золотоносной провинции / А.Е. Пересторонин // Руды и металлы. – 2016. – № 1. – С. 63–77.
8. Малмыж – новая крупная золото-медно-порфировая система мирового класса на Сихотэ-Алине / А.В. Читалин [и др.] // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2013. – № 3. – С. 65–69.
9. Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Геологическая позиция благороднометалльных месторождений интрузивно-вулканогенного обрамления Гонжинского выступа докембрия (Верхнее Приамурье) // Тихоокеанская геология. – 2006. – Т. 25, № 3. – С. 53–65.
10. Плечов П.Ю. Сравнение одно- и двустадийной модели формирования меднопорфировых месторождений /

П.Ю. Плечов, Н.А. Некрылов, Д. Бланди // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. – 2017. – № 4. – С. 31–38.

### References

1. Medno-porfirovyye mestorozhdeniya / A.I. Krivcov, V.S. Zvezdov, I.F. Migachev [i dr.]. – M.: CzNIGRI, 2001. – 232 p.
2. Sinclair W.D. Porphyry deposits. Geological Association of Canada // Mineral. Dep. Division. Spec. publ. – 2007. – Vol. 5. – P. 223–243.
3. Hedenquist J.W. Variable characteristics of ore deposits in the epithermal environment: causes, and exploration implications // Acta Geologica Sinica (English Edition). – 2014. – Vol. 88. – Supp. 2. – P. 736–737.
4. Sillitoe R.H. Porphyry copper systems // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – № 1. – P. 3–41.
5. Beskin S.M. Medno-porfirovoye orudnenie Rossii: perspektivny'e regiony' i ploshhadi / S.M. Beskin, A.K. Alekseeva. – M.: Nauchny'j mir, 2016. – 78 p.
6. Xomich V.G. Sovershenstvovanie mineragenicheskogo rajonirovaniya Vostochnogo Zabajkalya na osnove geofizicheskix issledovaniya / V.G. Xomich, N.G. Boriskina // Geologiya i geofizika. – 2017. – T. 58, № 7. – P. 1029–1046.
7. Perestoronin A.E. Borgulikanskaya zoloto-mednaya rudno-magmaticeskaya sistema v Priamurskoj zolotonosnoj provincii / A.E. Perestoronin // Rudy' i metally'. – 2016. – № 1. – P. 63–77.
8. Malmyzh – novaya krupnaya zoloto-medno-porfirovaya sistema mirovogo klassa na Sixote'-Aline / A.V. Chitalin [i dr.] // Mineral'ny'e resursy' Rossii. E'konomika i upravlenie. – 2013. – № 3. – P. 65–69.
9. Xomich V.G., Boriskina N.G. Geologicheskaya poziciya blagorodnometall'ny'x mestorozhdenij intruzivno-vulkanogenogo obramleniya Gonzhinskogo vy'stupa dokembriya (Verxnee Priamur'e) // Tixookeanskaya geologiya. – 2006. – T. 25, № 3. – P. 53–65.
10. Plechov P.Yu. Sravnenie odno- i dvustadijnoj modeli formirovaniya mednoporfirov'yx mestorozhdenij / P.Yu. Plechov, N.A. Nekry'lov, D. Blandi // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 4. Geologiya. – 2017. – № 4. – P. 31–38.