

УДК 553.462:43:553.411(571.65)

## **СООТНОШЕНИЕ МЕДНО-МОЛИБДЕН-ПОРФИРОВОГО И ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА п-овах КОНИ И ПЬЯГИНА (СЕВЕРНОЕ ПРИОХОТЬЕ)**

*Е. Е. Колова, Н. Е. Савва*

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан  
E-mail: kolova@neisri.ru; savva@neisri.ru*

По результатам геолого-минералогических и изотопно-геохронологических исследований предложена рудно-магматическая модель формирования Cu-Мо-порфирового и Au оруденения на п-овах Кони и Пьягина. Проведенный анализ позволил наметить динамику геолого-тектонического развития территории и понять закономерности размещения во времени и пространстве различных типов Au оруденения относительно Cu-Мо-порфировой системы. Установлено, что Au-Te-Vi и Au-сульфидное оруденение – допорфировое, а Au-Ag – послепорфировое. Также показано, что в пространственном размещении Au-содержащих рудопроявлений большую роль играл Средненский магматогенный свод.

**Ключевые слова:** золотое оруденение, медно-молибден-порфировая система, рудно-магматическая модель, минерализация, рудопроявление.

Территория п-овов Кони и Пьягина расположена в 120 км к востоку от г. Магадана (рис. 1, верхняя врезка) и обладает потенциальными ресурсами Cu, Mo, Au, Ag. Рассматриваемый район является одной из составляющих Cu-Мо-порфировой Кони-Мургальской металлогенической зоны (Умитбаев, 1986). Специфика металлогении территории обусловлена особенностями проявления тектоно-магматической активизации в ранне-позднемиловое время, связанной с формированием Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса (ОЧВП). В подобных сложных геологических обстановках наиболее отчетливо проявляются связи процессов магматизма, метаморфизма и рудообразования. В практическом плане проведение исследований имеет немаловажное значение для развития минерально-сырьевой базы региона, поскольку комплексной программой развития Магаданской области отдаются приоритеты вовлечению в промышленное освоение полезных ископаемых Приамаганской экономической зоны, в которую и входит территория п-вов Кони и Пьягина.

История геологического изучения территории п-вов Кони и Пьягина насчитывает около 70 лет. За это время довольно полно были охарактеризованы геология и стратиграфия вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ, петрографические и структурные особенности интрузивных, субвулканических тел и сопровождающих их метасоматических изменений вмещающих пород; установ-

лены Cu-Мо-порфировые, Au- и Ag-содержащие рудопроявления и восемь шлиховых ореолов распространения россыпного Au. Значительный объем новой информации был получен в 1997–2004 гг. при проведении здесь АО «Дукатская ГГК» детальных поисков. Именно в этот период авторы, работая в составе поисковых отрядов, получили новые оригинальные геологические материалы, позволившие: 1 – практически закрыть белое пятно в минералогических данных для этой территории; 2 – выявить ряд экзотических минеральных фаз; 3 – установить пространственно-временные соотношения Cu и Au оруденений; 4 – систематизировать Au-рудные объекты по минералогическим и геолого-структурным признакам; 5 – пополнить базы данных изотопно-геохронологического датирования гранитоидов п-вов Кони и Пьягина.

### **СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ**

Район наших исследований находится между Челомджа-Ямским и Кони-Пьягинским глубинными разломами, которые согласно Р. Б. Умитбаеву (1986), служат важнейшими элементами каркаса Охотско-Чаунской металлогенической провинции. Основной структурой выделенной территории является Кони-Пьягинское магматогенное поднятие протяженностью более 200 км при ширине 30–50 км. Его центральная и южная части сложены

образованиями триасово-юрско-раннемелового возраста, которые по литолого-фациальным и формационным особенностям похожи на образования Южно-Тайгоносского поднятия (Заборовская, 1978). Здесь же, в осевой части поднятия, обна-

жается прибрежный ряд интрузий (от Северо-Западного массива через массивы Аргаскич и Средненский до массива Кекурный) (см. рис. 1). Структура территории характеризуется блоковым строением. Нарушения группируются в различно ори-

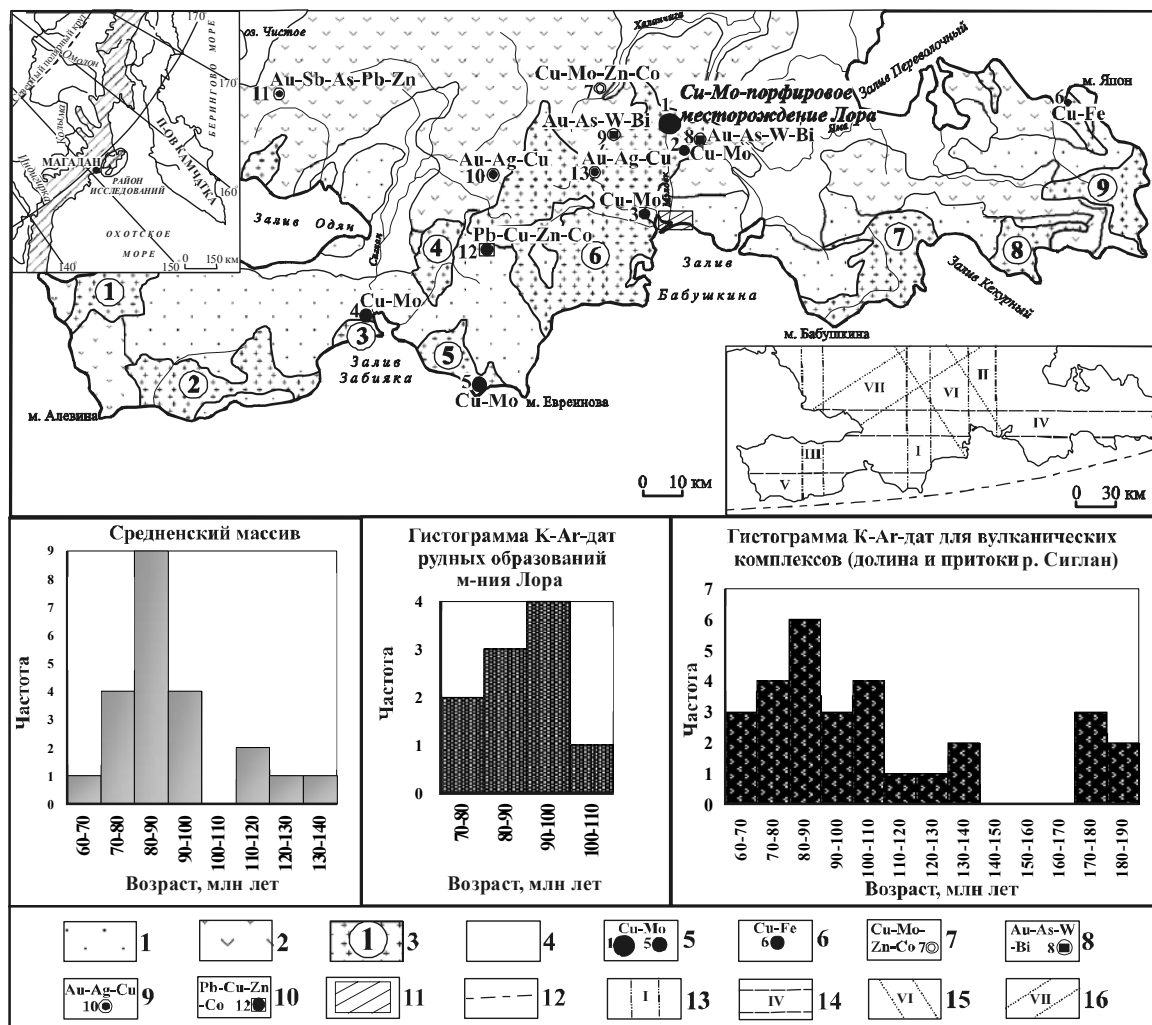


Рис. 1. Схема геологического строения п-овов Кони и Пьягина (по данным Гос. геол. карты 1 : 50 000, гл. ред. М. Е. Горodinский ) с геохронологическими данными для Средненского массива, Cu-Mo-порфи- ровых руд месторождения Лора и вулканических комплексов (по данным И. Н. Котляра и Т. Б. Русаковой, 2005): 1 – поздне триас-юрские осадочно-вулканогенные комплексы; 2 – раннемеловые вулканогенные комплексы; 3 – гранитоидные массивы; 4 – неоген-четвертичные рыхлые образования; 5–11 – рудные проявления и их геохимические профили (в скобках даны названия рудопоявлений и их номера на схеме): 5 – Cu-Mo (1 – Лора, 2 – Прямой, 3 – Рябиновы, 4 – Антаринское, 5 – Павловича (Викинг), 6 – Cu-Fe (6 – Япон), 7 – Cu-Mo-Zn-Co (7 – Тальниковый), 8 – Au-As-W-Bi (8 – Южный, 9 – Рыжик), 9 – Au-Ag-Cu (10 – Крутой, 11 – Горелый), 10 – Pb-Cu-Zn-Co (12 – Гурон), 11 – площадь распространения золотосных россыпей. На верхней врезке: географическое положение района исследований, на нижней – схема структурного районирования (по Ю. П. Скибину): 12 – Кони-Пьягинский глубинный разлом; 13–16 – границы зон разломов, выделенных по геофизическим данным: 13 – меридиональные (I – Буочакская, II – Средненская, III – Кулькутинская); 14 – субширотные: IV – Одяно-Пьягинская, V – Антаринская; 15 – северо-западная: VI – Бабушкинская; 16 – северо-восточная: VII – Асаткано-Умаринская

Fig. 1. A schematized geology of Koni and Pyaghin Peninsulas (according to geologic map, scale 1 : 50 000, edited by M. Ye. Gorodinский) and geochronologic data for Srednensky Massif, Lora porphyry Cu-Mo deposit and volcanics (according to I. N. Kotlyar and T. B. Rusakova, 2005): 1 – late Triassic-Jurassic sedimentary-volcanic sequences; 2 – early Cretaceous volcanics; 3 – granitoid rocks; 4 – Neogene-Quaternary loose rocks; 5–11 – mineral occurrences and their geochemistry: 5 – Cu-Mo (1 – Lora, 2 – Pryamoi, 3 – Ryabinovy, 4 – Antarinское, 5 – Pavlovich/Viking); 6 – Cu-Fe (6 – Yapon); 7 – Cu-Mo-Zn-Co (7 – Talnikovoy); 8 – Au-As-W-Bi (8 – Yuzhny, 9 – Ryzhik); 9 – Au-Ag-Cu (10 – Krutoi, 11 – Gorely); 10 – Pb-Cu-Zn-Co (12 – Guron); 11 – placer deposit areas.

The upper inset map: the study area, the lower inset map – schematized area structure (according to Yu. P. Skibin): 12 – Koni-Pyaghin deep fault; 13–16 – geophysical fault bounds: 13 – NS-trending (I – Buochak, II – Srednenskaya, III – Kulkutinskaya); 14 – EW-trending (IV – Odyan-Pyaghin, V – Antarinskaya); 15 – NW-trending: VI – Babushkinskaya; 16 – NE-trending: VII – Asatkano-Umarinskaya

ентированные линейные системы сближенных разломов (см. рис. 1, нижняя врезка). Наиболее древними считаются зоны разломов меридионального (Одяно-Пьягинская, Антаринская), северо-восточного (Асаткано-Умаринская) и субширотного простирания (Буочахская, Средненская, Кулькутинская). Нарушения северо-западного простирания на этой площади выделяются в Бабушкинскую зону разломов и являются по времени зарождения наиболее поздними. Тектонические нарушения контролируют расположение интрузивных тел раннемелового, реже поздне мелового возраста, сопровождаются зонами окварцевания, пропилитизации и сульфидизации (Ичетовкин, 1978; Юдин, 1964; Колова, Савва, 2005).

Стратифицированные образования, слагающие территорию п-овов Кони и Пьягина, принадлежат

к трем возрастным комплексам (табл. 1) (Воробьев, 1985; Кошелкина и др., 1984).

Интрузивные образования не только играют существенную роль в геологическом строении района, но и вмещают в себя основную долю рудных проявлений. Площадь их выходов на поверхность составляет около 30% территории (см. рис. 1). По химическому составу и возрастным характеристикам интрузивные образования разделены на четыре интрузивных комплекса (табл. 2) (Белый, Федошин, 1985; Воробьев, 1991; Котляр, Русакова, 2005). Наиболее широко распространены породы магаданского раннемелового габбро-гранитового комплекса. Они слагают значительную часть всех гранитоидных plutонов (см. рис. 1), а также штоки, силлы и дайки, которые прорывают отложения юрского и раннемелового возраста; при

Таблица 1. Характеристика стратифицированных образований п-вов Кони и Пьягина

Table 1. Stratified rock sequences over Koni and Pyaghin Peninsulas

Возрастной комплекс	Состав	Мощность, км	Абсолютный возраст, К-Аг, млн лет	Ссылки в литературе
Позднетриасово-раннеюрский	Лавы основного состава, песчаники, алевролиты	1–1,5	186±2–172±2	Воробьев, 1985; Котляр, Русакова, 2005
Позднеюрско-меловой	Лавы с подчиненным количеством туфов основного и среднего состава	7–8	135±6–138±4	То же
Кайнозойский	Ледниковые и водно-ледниковые образования	0,1–0,5	Нет	Воробьев, 1985

Таблица 2. Характеристики интрузивных образований п-вов Кони и Пьягина

Table 2. Intrusive rock sequences over Koni and Pyaghin Peninsulas

Комплекс	Характеристика пород	Возраст	Абс. возраст, К-Аг, млн лет	Форма распространения	Ссылки в литературе
Старицкий	Граниты	J <sub>3</sub> -K <sub>1</sub>	Нет	Малые штокообразные тела	Андреева и др., 1997
Магаданский	1) габбро, габбронориты, габбро-диориты → 2) диориты, диорит-порфиры → 3) кварцевые диориты → 4) гранодиориты, кварцевые диориты → 5) граниты, гранит-порфиры → 6) аплитовидные граниты, аплиты, пегматиты → 7) гранодиорит-порфиры, диорит-порфиры и эруптивные брекчии	K <sub>1</sub>	136±5–104±5	Преимущественно массивы – Средненский и Северо-Западный, м. Павловича, Аргаскич, Кирас, Антаринский, частично массивы Пьягина, Накат и Кекурный, а также штоки, силлы и дайки	Котляр и др., 2001
Светлинский	Габбронориты, диориты, граниты, аплиты, пегматиты	K <sub>2</sub>	99±2–65±2	Штоки, дайки в пределах массивов – Средненского, м. Павловича и Пьягинского	Котляр, Русакова, 2005
Эрикинский	Базальты	K <sub>2</sub>	Нет	Дайки, небольшие штоки	Андреева и др., 1997

этом сами прорваны позднемеловыми образованиями светлинского и эрикинского комплексов. В составе магаданского комплекса выделено шесть гомодромных фаз и седьмая, завершающая, антидромная (см. табл. 2). По соотношению  $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$  гранитоиды магаданского комплекса принадлежат в основном к среднекалиевой известково-щелочной магматической серии и приближаются к типичным островодужным, соответствуя гранитоидам раннеорогенной тоналит-гранодиоритовой формации, что также подтверждает соотношение  $(3\text{TiO}_2 + \text{K}_2\text{O})$  и  $(\text{SiO}_2 + \text{CaO})$ , которое соответствует островодужному типу. Породы четвертой фазы служат «рамой» для проявлений Cu-Мо-порфировой формации, которая пространственно и генетически связана с породами седьмой фазы (гранодиорит-порфиры, кварцевые диорит-порфиры образуют изометричные тела размерами до  $0,2 \times 0,02 \text{ км}^2$ ). С породами четвертой фазы связаны турмалин-мусковит-кварцевые грейзены, к которым приурочено Au-Te-Bi оруденение. Время формирования пород магаданского комплекса, судя по K-Ag датировкам (см. рис. 1), было длительным. Оно охватывало интервал 136–110 млн лет и завершилось образованием Cu-Мо-порфирового (110–95 млн лет) и последовавшего за ним Au-Ag оруденения (Котляр и др., 2001).

#### ТИПЫ ОРУДЕНЕНИЯ И ЗОНАЛЬНОСТЬ

Одним из важных свойств медно-порфировых рудообразующих систем считается четкая рудно-метасоматическая зональность, а также ее неразрывная связь в пространстве и времени с порфировыми интрузивами гранитоидного ряда. Региональные минералогические исследования проявлений рудной минерализации на п-овах Кони и Пьягина позволили выявить несколько отличающуюся от классической металлогеническую зональность (см. рис. 1). В краевой, северо-восточной части Средненского магматогенного свода располагается золотосодержащее Cu-Мо-порфировое месторождение Лора. В обрамлении свода, в турмалин-мусковитовых грейзенах, расположены Au-Te-Bi объекты (участок «Южный», «Рыжик»), а также участок «Гурон» с Au-сульфидной минерализацией. На еще большем удалении размещаются Au-Ag рудопроявления (участки «Крутой», «Гольцовый»), а в 60 км на северо-запад расположено Au-Ag рудопроявление Горелый.

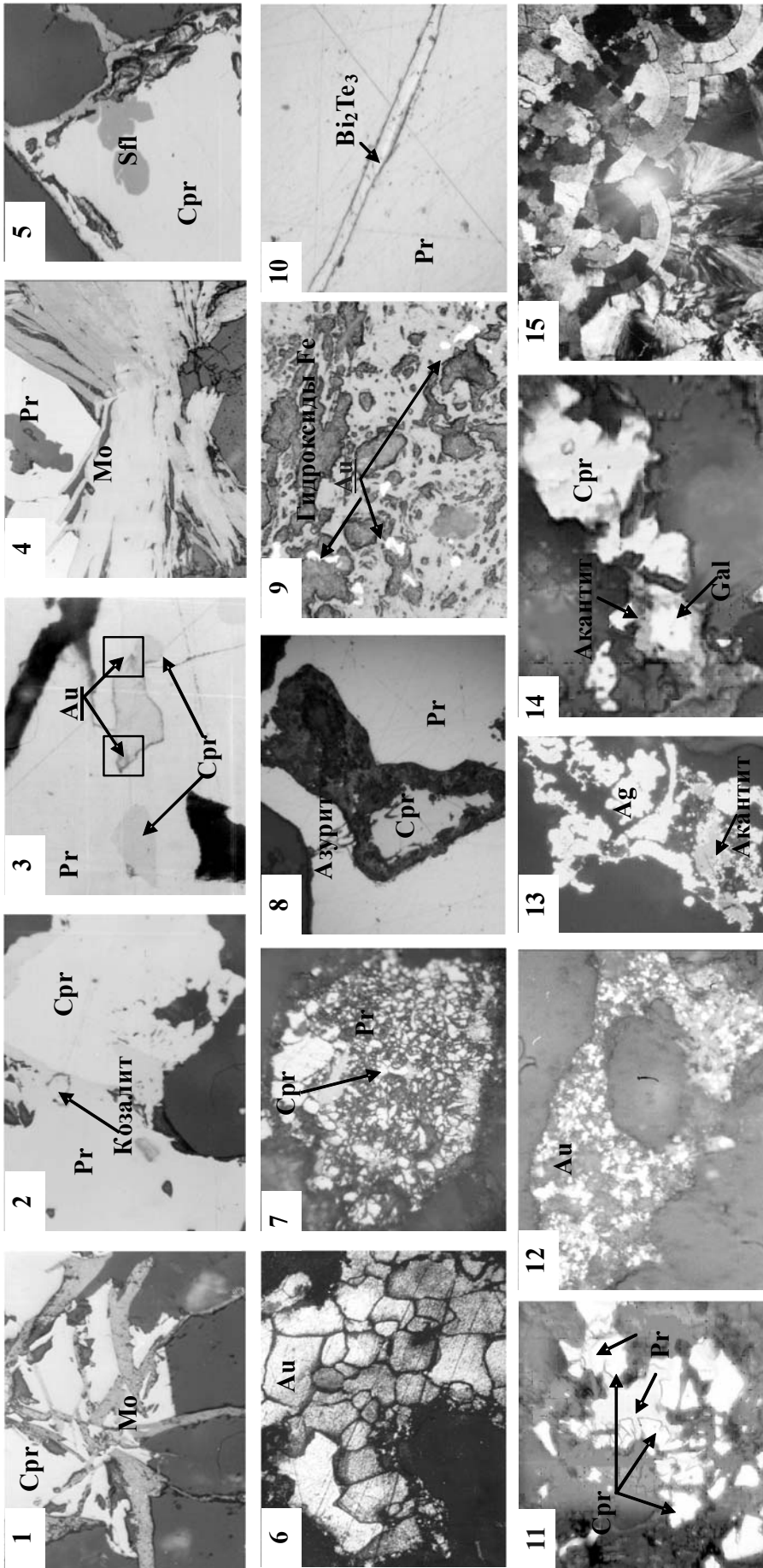
**Золотосодержащее Cu-Мо-порфировое оруденение.** Наиболее крупным и представительным в минералогическом плане в пределах п-вов Кони и Пьягина является Cu-Мо-порфировое месторождение Лора (см. рис. 1). Оно расположено на плосковершинном водоразделе рр. Накхатанджа, Мэлдек, Халанчикан, в 18–20 км к северу от зал. Бабушкина. Его площадь около  $10 \text{ км}^2$ . Оруденение приурочено к северной части Средненского инт-

рузивного массива. Рудное поле сложено породами четвертой фазы магаданского комплекса (см. табл. 2), которые, как уже говорилось, служат «рамой» для более поздних продуктивных на Cu и Мо штокообразных тел порфировых интрузий и эруптивных брекчий седьмой фазы магаданского комплекса. Содержание полезных компонентов в них, по предварительным данным, колеблется в широких пределах: в гранодиоритах содержания Cu – от 0,07 до 0,6%, в диорит-порфирах содержания Cu более 1%; содержания Мо колеблются от 0,007 до 0,05%, Ag – от 0,3 до 7 г/т, Au – от 0,01 до 0,2 г/т. Геологическая характеристика месторождения и рудных тел приведена в табл. 3.

В итоге проведения минералогического анализа выявлено около 30 минералов. Медная минерализация на месторождении представлена в основном халькопиритом (см. фототаблицу, 1–3) и незначительно (около 1%) – гипергенными минералами Cu. Молибденовая – молибденитом, вольфенитом и повеллитом, обычно тесно ассоциирующими с эпидотом (см. фототаблицу, 1, 4). В рудах весьма убого проявлена галенит-сфалерит-блеклорудная минерализация (см. фототаблицу, 5), что для данного месторождения специфично и не является показателем эрозионного среза. Для рудного минералообразования на месторождении Лора установлены четыре последовательно сформировавшиеся минеральные ассоциации (Радченко и др., 2001; Савва, 2001, 2003): I – турмалин + гидрослюда + магнетит + биотит + КПШ; II – кварц + пирит + халькопирит + молибденит + пирротин + сфалерит + галенит + самородное золото; III – эпидот + хлорит + биотит + КПШ + халькопирит + молибденит + энаргит + борнит + кубанит + блеклая руда; IV – гидроксиды Fe + халькозин + малахит + азурит.

По ряду признаков руды месторождения Лора являются принципиально золотоносными, на что указывают следующие факты: 1) наличие в 60% различных проб, по данным спектрального и атомно-абсорбционного анализов, Au на уровне 0,01–0,1 г/т, реже 2–5 г/т, очень редко 8–12,3 г/т, причем содержание Au напрямую связано с количеством халькопирита и интенсивностью хлоритизации руд; 2) установление *самородного Au* в парагенезисе с пиритом (в керне скв. № 34 на 70-м метре). В качестве наиболее перспективных на содержание золота можно отметить руды, в которых наблюдаются II и III минеральные ассоциации, условно отвечающие идеализированным: пирит-халькопиритовому и полисульфидному типам руд, выделяемым А. И. Кривцовым для Cu-Мо-порфировых месторождений как самые продуктивные на золото (Кривцов, 2001).

**Au-Te-Bi оруденение** детально изучено на двух рудопроявлениях (Южный и Рыжик), которые обнаруживают все признаки Au-Te-Bi формации, выделяемой в других металлогенических зонах и поясах Северо-Востока России (Сидоров, 2001).



**Минеральные особенности рудных объектов п-вов Кони и Пьягина:** 1–5 – минеральные сростания в рудах Cu-Mo-порфирового месторождения Лора, ув. 200×: 1 – молибденита с халькопиритом; 2 – пирита, халькопирита и самородного Au; 3 – пирита, халькопирита и самородного Au; 4 – пирита и молибденита; 5 – халькопирита и сфалерита; 6–10 – минеральные сростания в Au-Te-Vi рудах рудопроявлений Южный и Рыжик, ув. 200×: 6 – гранулированного золота с кварц-турмалиновым агрегатом; 7 – халькопирита с пиритом; 8 – пирита, халькопирита и азурита; 9 – самородного Au с гидроксидами Fe; 10 – теллуросмугита с пиритом; 11–14 – минеральные сростания в рудах Au-Ag рудопроявления Крутой, ув. 200×: 11 – халькопирита и пирита; 12 – селенистого золота с Au-Ag сульфидами; 13 – самородного Ag и акантита; 14 – галенита, акантита и халькопирита; 15 – халцедоновые сферы коллоидного кварца Au-Ag рудопроявления Горелый, ув. 90×

**Mineralogy of ore deposits and occurrences over Koni and Pyaghin Peninsulas:** 1–5 – mineral ingrowths in Lora porphyry Cu-Mo deposit, enlarged by 200: 1 – molybdenite with chalcocopyrite; 2 – pyrite, chalcocopyrite and native Au; 3 – pyrite, chalcocopyrite and native Au; 4 – pyrite and molybdenite; 5 – chalcopyrite and sphalerite; 6–10 – mineral ingrowths in Yuzhny and Ryzhik Au rare metal occurrences, enlarged by 200: 6 – granular Au with quartz-tourmaline aggregates; 7 – chalcopyrite with pyrite; 8 – pyrite, chalcopyrite and azurite; 9 – native Au with Fe hydroxides; 10 – tellurobismuthine with pyrite; 11–14 – mineral ingrowths in Krutoi Au-Ag occurrence, enlarged by 200: 11 – chalcopyrite and pyrite; 12 – selenic Au with Au-Ag sulfides; 13 – native Ag and acanthite; 14 – galena, acanthite and chalcopyrite; 15 – chalcedony spherules of colloform quartz in Gorely Au-Ag occurrence, enlarged by 90

Таблица 3. Геологическая характеристика месторождений и рудопроявлений п-овов Кони и Пьягина  
 Table 3. Geologic setting of mineral deposits and occurrences over Koni and Pyaghin Peninsulas

Тип Объект Параметры	Медно-молибден-порфировый		Золото-теллуридно-висмутовый		Золото-серебряный		Золото-сульфидный
	Лора Cu-Mo	Южный Au-As-Te-Bi	Рыжик Au-As-Te-Bi	Крутой Au-Ag-Cu-Se	Горелый Au-Ag <sup>?</sup> -Sb-As-Pb-Zn	Гурон Pb-Cu-Zn-Co	
Вмещающие породы	Гранитоиды Средненского массива (магаданский комплекс)	Габбро, диориты, граниты Средненского массива	Габбро, диориты, граниты, вулканогенно-осадочные отложения	Вулканогенно-осадочные отложения – лавы и туфы андезитов, базальтов (К.рр, К.рг)	Стратифицированные толщи песчаников, алевролитов		
Рудоконтролирующие разломы	Северо-западные и меридиональные	Северо-западные, меридиональные и субширотные	Северо-западные, меридиональные и субширотные	Северо-западные и меридиональные	Северо-западные и северо-восточные	Субширотные	
Морфология рудных тел	Прожилково-вкрапленная минерализация в телах диоритов и экзоплюзивных брекчий (7-я фаза магаданского комплекса)	Кварцевые жилы (m = 9–12 м, с раздувами до 43 м, d = 500 м)	Ветвящиеся, прерывистые прожилково-жилые зоны (m = 10–40 см; d = 70–80 м)	Ветвящиеся, прерывистые прожилково-жилые зоны (m – до 90 см; d – 780 м)	Стволовая кварцевая жила (m – 90–95 см; d – до 1 км)	Зоны сульфидизации с кварц-пиритовыми прожилками (m – 30 м; d – 1 км)	
	По данным геофизики, рудные тела погружаются на северо-запад	Аз. пр. СЗ	Аз. пр. 150–170°СЗ, аз. пд. 20–50°СВ, угол пд. 70–80°	Аз. пр. 120–190°СЗ, аз. пд. 70–95°СВ, угол пд. 60–80°	Аз. пр. 140–150°СЗ, аз. пд. 230–235°ЮЗ, угол пд. 80–85°	Аз. пр. 150°СЗ, аз. пд. 240° ЮЗ, угол пд. 45–50°	
Текстуры	Прожилково-вкрапленные	Массивная, друзовидная	Прожилково-вкрапленные	Прожилково-вкрапленные	Колломорфно-полосчатые, вкрапленные	Прожилково-вкрапленная	
Околорудные изменения	Турмалинизация, грейзенизация, сульфидизация, окварцевание	Мусковит-кварцевые грейзены, пирит-кварцевые метасоматиты	Мусковит-кварцевые и турмалин-кварцевые метасоматиты	Березитизация, сульфидизация	Кварц-хлоритовые метасоматиты, турмалинизация	Пирит-гидрослюдисто-кварцевые метасоматиты	
Средние содержания Au и Ag в рудах, г/т	Au – 0,2–1; Ag – до 3	Au – 0,3–2,5; Ag – 1,8–2,6; Bi – 13,0–15; As – до 0,12 мас. %	Au – 0,2–30; Ag – 3,0–10 (ед. пробы до 105); Bi – до 0,2%	Au – 2,0–28; Ag – 17–266,8	Au – 2,0–13; Ag – 0,5–4	Pu – 1–3%, Au – 0,02–2,2; Py – 5%, Au – до 15,6; Pu – 20%, Au – до 97,6; Ag до 4,1	

В то же время вследствие наложения более поздней медной минерализации руда здесь имеет специфические черты и геохимическую специализацию на  $\text{Cu}$ .

**Рудопроявление Южный** (рис. 2) расположено на расстоянии 3–4 км от  $\text{Cu}$ - $\text{Mo}$ -порфирового месторождения Лора и представляет собой поле развития мусковит-турмалиновых грейзенов (вплоть до турмалинитов) шириной около 800 м, протягивающееся на 2–3 км. В грейзенах отмечается сеть кварцевых жил, где формируются гигантские кристаллы кварца и раухтопаза с включениями волосовидного турмалина. Геологические характеристики рудопроявления и рудных тел приведены в табл. 3. В ходе полевых работ на участке «Южный» мы выявили рудную  $\text{Au}$ - $\text{As}$ - $\text{Bi}$  минерализацию (Савва, 2003; Савва, Колова, 2005). Она приурочена к участкам грейзенизированных гранодиоритов, где на фоне турмалинитов сохранились реликты первичных пород.

Минералогическим анализом в рудах выявлено около 15 минералов. Они распределены неравномерно и составляют 2–10%. Халькопирит отлагался позже пирита, цементируя его катаклазированные зерна. Изучение самородного  $\text{Au}$  из турмалиновых грейзенов показало, что наиболее распространенным минералом в сростании с ним можно считать крупночешуйчатую слюду (мусковит). Травлением самородного золота  $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$  была выявлена структура мощной гипогенной грануляции полигонально-зернистых агрегатов (см. фототаблицу, 6). Эта структура указывает на то, что первичное золото испытало термальную метаморфизм. На данной площади он может быть связан с более поздним внедрением продуктивных на  $\text{Cu}$  и  $\text{Mo}$  кварцевых диорит-порфиров, которые в приконтактной зоне мощностью 15–20 м воздействуют на турмалиновые грейзены, приводя к их актинолитизации (Савва, 2003).

**Рудопроявление Рыжик** (см. рис. 2) расположено в истоках р. Халанчига, в 9 км в западном направлении от месторождения Лора, на контакте гранитоидов Средненского батолита с вулканитами раннемеловой попереченской толщи и диоритами ранней фазы внедрения. Геологические характеристики рудопроявления и рудных тел см. в табл. 3. Значительную роль в формировании облика участка играют северо-западные тектонические нарушения, вдоль которых отмечается вкрапленная пиритовая и халькопирит-пиритовая минерализация, аналогичная рудопроявлению Лора (см. фототаблицу, 7, 8), а также зоны расланцевания и гидротермально-метасоматических образований. Оруденение локализовано в золотосных жилах и зонах прожилкования турмалин-кварцевого, кварцевого, пирит-хлорит-кварцевого, эпидот-кварцевого, полевошпат-кварцевого, пирит-лимонит-кварцевого, сульфидно-эпидот-кварцевого состава. Параметры рудных тел см. в табл. 3. Общая сульфидность руд 5–10%.

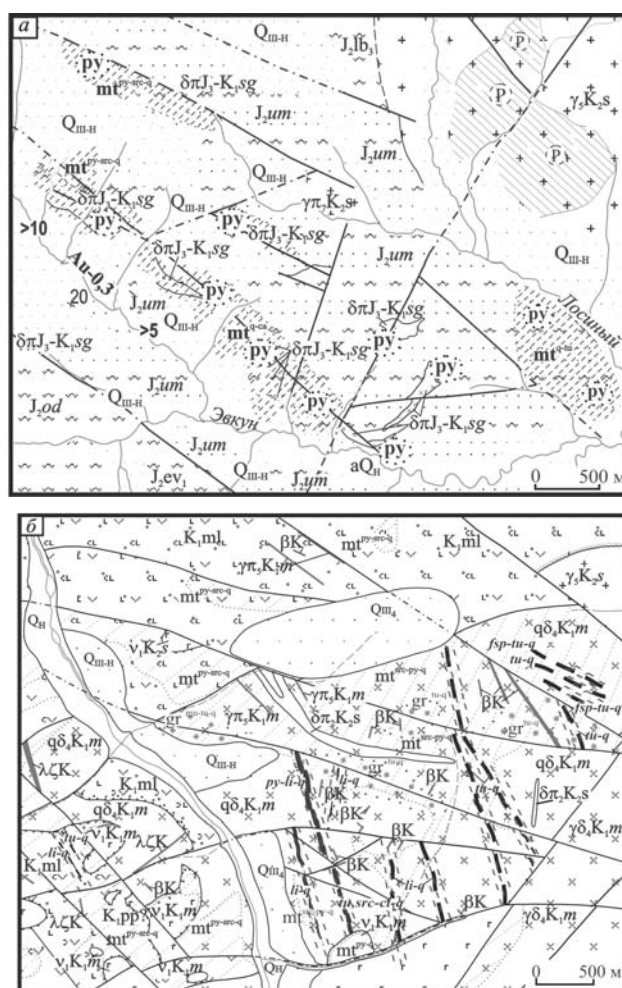


Рис. 2. Геолого-структурные схемы рудопроявлений п-вов Кони и Пьягина (по данным С. А. Шубина, 2005 г.): а – Гурон, б – Рыжик, в – Крутой, г – Горель. 1–6 – раннемеловые вулканогенно-осадочные образования  $K_1pg$  – пьягинской толщи,  $K_{pp1}$  – попереченской толщи: 1 – слои лав андезитов и базальтов; 2 – слои туфов андезитов и базальтов; 3 – слои лав и туфов андезитов; 4 – слои туфов базальтов; 5 – слои лав базальтов; 6 – слои лав и туфов базальтов и андезитов; 7, 8 – позднеюрские осадочные образования  $J_{2um}$  – умаринской и  $J_{2od}$  – одянской свиты; 7 – слои аргиллитов и песчаников; 8 – слои аргиллитов; 9, 10 – четвертичные водно-ледниковые образования: 9 – нивально-гляциальные; 10 – аллювиальные; 11, 12 – гранитоиды Средненского массива: 11 – раннемеловые диориты, кварцевые диориты, 12 – граниты; 13, 14 – раннемеловые субвулканические образования: 13 – дациты, 14 – габброиды; 15 – меловые дайки различного состава; 16 – заверенные горными выработками жилы лимонит-турмалин-кварцевого, эпидот-кварцевого и кварцевого составов; 17 – жильные образования, не заверенные горными выработками; 18 – зоны интенсивного прожилкования разного состава; 19 – зоны пиритизации; 20 – палеогеновая кора выветривания; 21 – зоны расланцевания; 22 – метасоматоз; а – контактовый, б – контактовое ороговикование, в – контактовый интенсивно проявленный, г – слабо проявленный, д – региональный; 23 – региональное ороговикование; 24 – грейзенизация; 25, 26 – тектонические нарушения заверенные и предполагаемые; 27 – геологические границы; 28 – шлиховой поток золота; 29 – элементы залегания

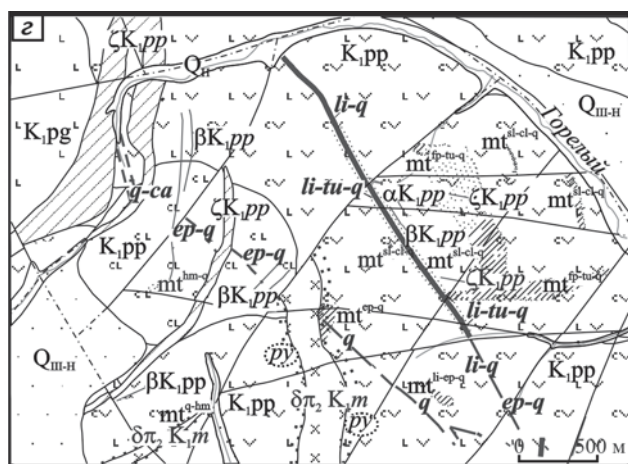
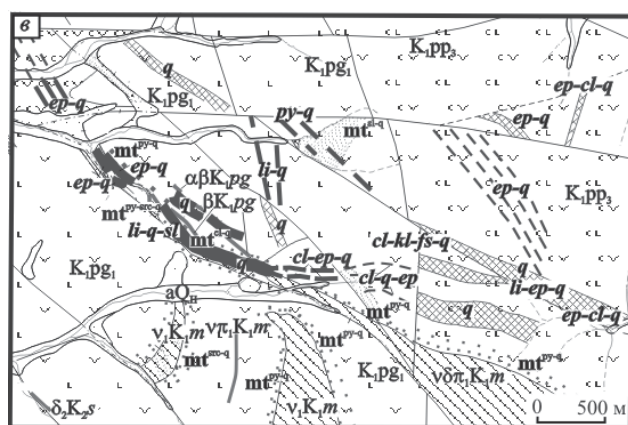


Fig. 2. Schematized geologic settings and structures of mineral deposits and occurrences over Koni and Pyahgin Peninsulas (according to S. A. Shubin, 2005): *a* – Guron, *б* – Ryzhik, *в* – Krutoi, *г* – Gorely. 1–6 – early Cretaceous volcanics and sediments  $K_1pg_1$  – Pyahgin rocks,  $K_1pp_1$  – Poperechnenskaya rocks: 1 – andesite and basalt lava; 2 – andesite and basalt tuffs; 3 – andesite lava and tuffs; 4 – basalt lava; 5 – basalt lava; 6 – basalt and andesite lava and tuffs; 7, 8 – late Jurassic sediments  $J_{2um}$  – Umarinskaya Suite and  $J_{2od}$  – Odyanskaya Suite; 7 – argillite and sandstone beds; 8 – argillite beds; 9, 10 – Quaternary fluvio-glacial sequences: 9 – niveoglacial; 10 – alluvial; 11, 12 – Srednensky Massif granitoids: 11 – early Cretaceous diorite, quartz diorite; 12 – granites; 13, 14 – early Cretaceous subvolcanics: 13 – dacite; 14 – gabbroid; 15 – Cretaceous dikes of different composition; 16 – mining-proven limonite-tourmaline-quartz, epidote-quartz, quartz and other veins; 17 – different non-proven veins; 18 – different stringer lodes; 19 – pyrite alteration zones; 20 – Paleogene weathering crust; 21 – schist alteration zones; 22 – metasomatic alteration: *a* – contact metasomatism; *б* – contact hornfelsic alteration; *в* – an intense contact metasomatism; *г* – an insignificant metasomatism; *д* – regional metasomatism; 23 – regional hornfelsic alteration; 24 – greisen alteration; 25, 26 – proven and inferred tectonic dislocations; 27 – geologic boundaries; 28 – gold in heavy concentration streak; 29 – occurrence pattern



Текстурным анализом руд были выявлены следующие генетические группы: метаморфогенные (пятнисто-полосчатые, линзовидно-полосчатые, брекчиевидные), выполения (вкрапленные, гнездово-вкрапленные) и коррозионные (кавернозные).

При детальном минералогическом изучении в рудах установлено примерно 30 минералов. Продуктивная минерализация преимущественно располагается по трещинкам и зальбандам жил, заполненных биотит-лимонитовым материалом в ассоциации с гидроксидами железа. Составы самородного Au (см. фототаблицу, 9) и теллуридов висмута (см. фототаблицу, 10) были изучены рентгеноспектральным анализом, которые отличаются от стехиометричного повышенными концентрациями Pb. Повсеместно наблюдаются гипергенные минералы Cu и Fe. По данным спектрального анализа руд, высокая положительная корреляция установлена для Au, Ag, Bi, несколько ниже с Cu. Предположительно это связано с более поздним ее отложением, что наряду с геологическими наблюдениями подтверждает допорфиоровое образование Au-Te-Bi оруденения.

**Ау-сульфидное оруденение** выявлено на рудопоявлении Гурон (см. рис. 2). Оно расположено на междуречье Эвкун – Лосиный, в 15–20 км от месторождения Лора.

В районе рудопоявления по берегам ручьев и на редких осыпях обнажаются пласты песчаников и алевролитов средне-позднеюрского времени. Они залегают моноклинально с падением до 30° на юго-запад. Среди них выделяется пласт (мощностью около 50 м) мелкозернистых песчаников, содержащих округлые конкреции размером до 3–5 см, редко до 8–10 см, в которых установлено около 10% пирротина и незначительное количество халькопирита. По разломам северо-западного и субширотного простирания песчаники прорваны дайкоподобными телами диорит-порфириров и андезитов старицкого и светлинского комплексов (мощность до 150–200 м, протяженность примерно 1 км). В результате литогеохимического опробования по сети 100×20 м (1997 г.) на уча-



стке установлены довольно многочисленные, хотя и незначительные по размерам, слабоконтрастные ореолы рассеяния Au и сопутствующих ему элементов. Они формируют комплексную аномалию площадью 0,164 км<sup>2</sup>, протягивающуюся на 600 м в широтном направлении при мощности 200–250 м. Главными элементами ранжированного по продуктивности ряда являются Au и Pb, второстепенные представлены Co, Ni и Cu, незначительное участие принимают Mo, Zn и Ag. По периферии эта аномалия окаймлена контрастными ореолами рассеяния Mg. При заверочных работах в береговых обрывах руч. Кум (левый приток руч. Эвкун) в песчаниках среднеюрского возраста вдоль северо-западных разломов и зон повышенной трещиноватости установлены зоны пирит-серицит-гидрохлоридно-кварцевых метасоматитов (мощность от 30 до 500 м), вмещающие золотоносную прожилково-вкрапленную и прожилковую кварц-сульфидную минерализацию и образующие две рудные зоны, морфологические особенности которых приведены в табл. 3. Пирит в них образует обильную вкрапленность (до 2–25%; по данным спектрального анализа, от его количества в рудах напрямую зависит содержание Au) и прожилки мощностью от 2–3 мм до 1 см.

В протолочках и шлиховой пробе преобладают зерна амфибола, кварца и гидроксидов Fe, единичные зерна представлены самородным Au, арсенипиритом, брукитом и другими минералами. Самородное Au заполняет интерстиции в кварце, пирите, а также образует каплевидные включения внутри идиоморфных кристаллов кварца и развивается по трещинкам в пирите. В самом же самородном Au повсеместно встречены округлые и овальные мельчайшие включения галенита. В результате структурного травления знаков самородного Au выявлена мелкая полигонально-зернистая структура с большим количеством полисинтетических двойников, что типоморфно для большинства золоторудных месторождений среднеглубинного типа. Среднее значение пробности равно 862‰, с разбросом значений от 691 до 920‰.

Рудопроявление Гурон по отношению к Cu-Мо-порфиловому оруденению предположительно допорфиловое, а высокая сульфидность руд обусловлена повышенной сульфидностью вулканогенно-осадочных пород островодужного комплекса. С медно-порфиловым этапом оруденения здесь связаны метасоматоз и образование прожилково-вкрапленного оруденения.

**Au-Ag оруденение** было охвачено детальными поисками на участках «Крутой» и «Горелый».

Рудопроявление Крутой (см. рис. 2) расположено в верховьях правых притоков р. Сиглан, в 20 км на запад от месторождения Лора. Территория занимает надынтризвное положение по от-

ношению к Средненскому массиву и приурочена к сочленению зон глубинных разломов – меридионального и северо-западного направления. Геологические характеристики рудопроявления и рудных тел приведены в табл. 3. Мощность зон пирит-серицит-кварцевого метасоматоза – от первых сантиметров до 100 м, максимальная протяженность до 2 км; они развиты вдоль тектонических нарушений северо-западного направления. Количество сульфидов в них от 5 до 10%. Прожилково-жилвные рудные тела сосредоточены среди зон метасоматоза, их морфология освещена в табл. 4. По геохимическим данным среди выявленных химических элементов выделены четыре корреляционные ассоциации: 1) Cu – Au – Ag – Bi; 2) Ba – Cr – Fe – Sn – Mo – W; 3) Pb – Li – Al – Ti; 4) Zn – Co – Ni – Ca – Ga – Mg – Ge.

Для руд установлены следующие генетические типы текстур: *метаморфогенные* (будинажа), *выполнения* (гнездово-вкрапленная, гнездово-прожилковая, вкрапленная, прожилковая, массивная, друзовая, гнездовая), *замещения* (массивная, вкрапленная, пятнистая), *катаклаза* (брекчивая, трещиноватая), *коррозионные* (землистые и сажистые налеты).

В рудах Крутого выявлено более 20 минеральных видов. По характеру распределения рудных минералов руды можно отнести к прожилково-и тонковкрапленным, с весьма неравномерным, в пределах рудного тела, распространением полезного компонента, с участками значительного обогащения – бонанцами. Наиболее распространены пирит и халькопирит, причем последний представлен двумя генерациями: I – в виде эмульсионной вкрапленности в пирите; II – цементирующим и корродирующим пиритом (см. фототаблицу, 11). Благороднометалльная минерализация представлена: Au-Ag сульфидами (см. фототаблицу, 12), селенистым Au (табл. 4), самородным Ag глобулярной структуры (см. фототаблицу, 13) и акантитом (см. фототаблицу, 14) (Колова, Савва, 2004а, б). Она приурочена к интерстициям пирита и кварца, гнездам гидрослюдь либо к пустоткам выщелачивания. Около 40% самородного Au имеет пробность 751–800‰. Структура самородного Ag и акантита, как правило, глобулярная, губчатая.

Согласно результатам термо- и криптометрических исследований первичных и первично-вторичных включений в кварце рудопроявления Крутой, проведенных в ИГЕМ РАН (Волков и др., 2006), двухфазные газовой-жидкие включения гомогенизируются в жидкую фазу при температуре 429–143°C и содержат водный раствор с концентрацией солей 12,7–21,0 мас. % экв. NaCl. В растворе этих включений преобладают хлориды натрия и магния при плотности флюида 0,64–1,08 г/см<sup>3</sup>. Эти факты указывают на крайне нестабильные условия рудообразования и низкую концентрацию растворов.

Таблица 4. Результаты микрозондового анализа Ag- и Au-содержащих минералов участка «Крутой»

Table 4. Ag and Au mineral microprobe data for Krutoi area

№ анализа	Содержание химических элементов, мас. %							Сумма
	Fe	Cu	S	Zn	Se	Ag	Au	
<b>Акантит</b>								
1	0,1	0,1	13,9	0,0	0,1	85,4	0,3	99,9
2	0,1	0,0	13,8	0,0	0,1	86,0	0,4	100,6
3	0,1	0,0	13,9	0,0	0,0	84,8	0,6	99,4
4	0,4	0,2	14,0	0,0	0,0	85,2	0,3	100,1
5	2,6	0,2	14,6	0,0	0,0	84,0	0,2	101,6
<b>Селенистое золото</b>								
1	1,0	0,0	0,0	0,0	1,2	9,7	87,1	99,0
2	1,2	0,0	0,1	0,0	1,1	10,4	88,0	100,8
3	1,4	0,0	0,1	0,0	2,3	7,7	88,0	99,5
4	0,8	0,0	0,0	0,1	2,1	9,2	87,0	99,2
5	1,1	0,0	0,0	0,0	1,2	9,7	87,0	99,0
6	1,8	0,1	0,0	0,0	1,9	8,7	86,7	99,2
7	1,8	0,0	0,0	0,0	1,7	9,2	86,8	99,5
<b>Au-Ag сульфиды</b>								
1	0,9	0,0	7,4	0,0	0,6	60,7	28,9	98,5
2	1,2	0,1	7,8	0,0	0,0	70,0	19,0	98,1
3	0,6	0,3	9,3	0,0	0,4	74,5	14,8	99,9
4	0,4	0,0	6,7	0,0	0,7	62,2	30,8	100,8
5	4,4	0,1	4,6	0,0	1,1	34,2	54,2	98,6
6	1,1	0,3	7,8	0,0	0,0	70,0	19,0	98,2

*Примечание.* Camebax, аналитик М. И. Парфенов, СВКНИИ ДВО РАН. Режим проведения анализов, аналитические линии и эталоны: AsLa – эталон – FeAsS (43,49 – As; 34,97 – Fe; 21,54 – S); CuKa – эталон – CuFeS (34,5 – Cu; 30,5 – Fe; 34,5 – S); FeKa – эталон – FeS<sub>2</sub> (46,55 – Fe); PbMa – эталон – PbS (86,6 – Pb); SbLa – эталон – Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (71,38 – Sb); ZnKa – эталон – ZnS (67,1 – Zn); AgLa – эталоны – сплавы различного состава.

На основании изучения пространственно-временных взаимоотношений минералов в рудах участка «Крутой» установлены следующие продуктивные парагенетические минеральные ассоциации: I – магнетит + эпидот + хлорит + гидрослюда + халькопирит; II – кварц + пирит + халькопирит + пирротин + самородное золото + самородное серебро; III – самородное серебро + акантит + золото-серебряные сульфиды + самородное золото + гидроксиды Fe + ковеллин + халькозин.

По структурно-геологическим и минералогическим признакам установлено послепорфировое время образования Au-Ag рудопроявления Крутой. Об этом свидетельствуют: 1) рассеянный характер рудных минералов раннего парагенезиса (преимущественно вкрапленная и гнездово-вкрапленная пиритовая минерализация); 2) отсутствие колломорфно-полосчатых текстур, свойственных эпitherмальным Au-Ag месторождениям; 3) эпидот-хлоритовые метасоматические изменения, аналогичные порфировому этапу на Cu-Mo-порфировом месторождении Лора; 4) высокая геохимическая коррелируемость Au – Ag – Bi – Cu; 5) широкий спектр минералов Cu; 6) отсутствие признаков наложения Cu минерализации; 7) отсутствие турмалинизации.

Рудопроявление Горелый (см. рис. 2) расположено в верхнем течении р. Хивач (правый приток

р. Сиглан), в 60 км от месторождения Лора. Геологические характеристики рудопроявления приведены в табл. 3. Структура рудного поля блоковая, определена сочетанием радиальных и концентрических тектонических нарушений, осложненных диагональными трещинами, а также наличием нарушений северо-восточного и северо-западного направления. Последние контролируют расположение зон метасоматитов и жильно-прожилковой рудной зоны пирит-гидрослюдисто-кварцевого состава, морфологические характеристики которой показаны в табл. 3. Вдоль радиальных нарушений развиты зоны турмалинизации.

Главными элементами, формирующими геохимические аномалии на рудопроявлении Горелый, являются: Ag и Bi; незначительными – Pb, Cu и Sb (литогеохимическая съемка по сети 100×500 м). По геохимическим данным выделены четыре ассоциации химических элементов: 1) Au – Ag – Bi; 2) Pb – Cr – Sn; 3) Zn – Cu – Fe – Mo; 4) As – Sb – Co.

Минералогическими исследованиями и полевыми наблюдениями при документации расчисток установлен более молодой возраст кварцевых жил по отношению к выявленным зонам кварц-полевошпат-турмалиновых метасоматитов.

Текстурным анализом выявлено, что в жильных образованиях наиболее широко распростра-

нены ритмичные колломорфно-полосчатые текстуры (см. фототаблицу, 15), обусловленные чередованием слоев (мощностью 1–3 мм) скрытокристаллического халцедоноидного кварца и халцедона с тонкими (не более 0,5 мм) прослоями гидрослюда. Для полнопроявленных полевошпат-кварц-турмалиновых метасоматитов характерна пятнистая, брекчиевидная текстура, образованная обломками халцедона в кварц-полевошпатовом цементе, на фоне которого формируются солнцевидные стяжения турмалина и акантита.

Минералогическими исследованиями руд мы установили около 30 минералов. Рудам присущ осколочный характер пылевидной вкрапленности сульфидов в кварце вблизи прослоев гидрослюда, что, возможно, свидетельствует о чрезвычайно низкотемпературном характере формирования жил и фракционировании раздробленных сульфидов в жидком геле кремнезема.

По результатам термо- и крипометрических исследований первичных и первично-вторичных включений в кварце рудопроявления Горелый, проведенных в ИГЕМ РАН (Волков и др., 2006), двухфазные газовой-жидкие включения гомогенизируются в жидкую фазу при температуре 431–224°C и содержат водный раствор с концентрацией солей 5,3–7,5 мас. % экв. NaCl. В растворе этих включений преобладают хлориды натрия и магния при плотности флюида 0,5–0,88 г/см<sup>3</sup>.

По текстурным особенностям жильного материала рудопроявление Горелый можно рассматривать как эпitherмальный тип Au-Ag минерализации с пониженной сереброносностью и с повышенным фоном Вi вследствие наложения турмалинизации. Предполагается допорфировый возраст колломорфно-полосчатых жильных тел.

### УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СООТНОШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Формирование золотого оруденения в вещественном и пространственно-временном отношении проходило последовательно и тесно сопряжено с тремя этапами развития Средненской медно-молибден-порфировой системы и по отношению к третьему – порфировому этапу может рассматриваться как допорфировое, синпорфировое и постпорфировое (Колова, Савва, 2006).

Временные взаимоотношения устанавливались в геологических образованиях и минеральных парагенезисах руд.

*I этап (140–130 млн лет) – внедрение интрузий диоритов ранней фазы*, которое сопровождалось контактовым и автотетасоматозом, а возможно, и гидротермальной деятельностью.

В диоритах развита убогая рудная минерализация (тонкая рассеянная пиритизация). В гранитоидах Средненского батолита диориты ранней фазы обнаруживаются в виде многочисленных

ксенолитов размером от 5 см до 1,5 м, а на удаленных от него участках иногда имеют самостоятельное площадное развитие.

Со становлением тел ранних диоритов мы связываем время формирования золото-серебряной минерализации рудопроявления Горелый. Возможно, оно связано и со становлением гранодиоритов средней фазы, а так как этот объект находится на значительном удалении от Средненской Cu-Mo-порфировой системы, то допустимо, что он имеет отношение к другому очагу вулканоплутонической деятельности. Тем не менее по отношению к главной порфировой фазе, несущей медное и молибденовое оруденение, Au-Ag оруденение рудопроявления Горелый мы рассматриваем как *допорфировое*, на это указывают и геохимические данные – Au и Ag соотносятся с Вi, а не с Cu, как мы видим на постпорфировом рудопоявлении Крутой.

*II этап (136–125 млн лет) – внедрение интрузии гранодиорит-тоналитового состава с постепенным подъемом и кристаллизацией* Средненского плутона. В этот период осуществлялись:

автотетасоматоз – альбитизация, окварцевание, гидрослюдизация, пиритизация;

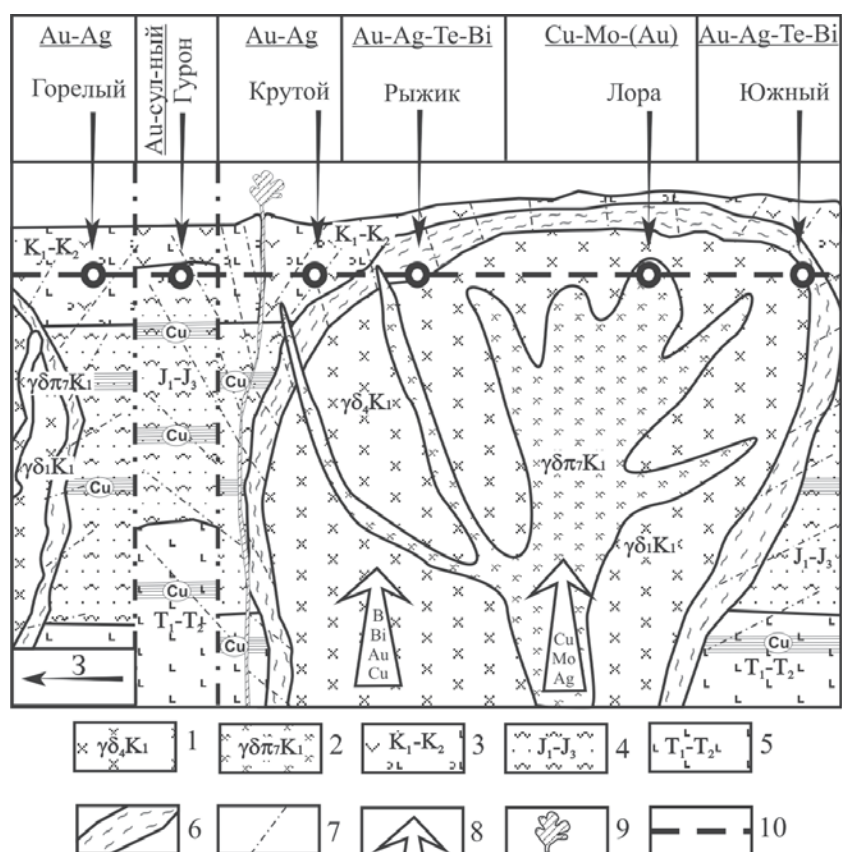
*грейзенизация* – формирование мощной (300–800 м) оболочки существенно турмалиновых грейзенов вокруг интрузива и заполнение ими радиальных и концентрических трещин купольной структуры;

вкрапленная магнетитовая и пиритовая минерализация (количество магнетита в гранодиоритах достигает 1–3%, пирита до 5%);

привнос В, Вi, Sn, Au, Ag, Ti, Те;

формирование в зонах грейзенизации золотого оруденения Au-Te-Vi типа (рудопоявления Южный, Рыжик). По отношению к главной порфировой фазе Средненской Cu-Mo-порфировой системы Au-Te-Vi минерализация является *допорфировой*, на что указывают: 1) локализация оруденения в грейзенах, прорванных дайками кварцевых диорит-порфиритов поздней фазы; 2) отчетливо проявленный наложенный характер медной минерализации на все ранние рудные образования (цементация катаклазированных зерен пирита халькопиритом); 3) интенсивная грануляция самородного золота;

формирование в обрамлении интрузива вкрапленного золотого оруденения Au-сульфидного типа (рудопоявление Гурон и зоны сульфидизации). Оно рассматривается нами как *допорфировое*, на что указывают: 1) тесная парагенетическая связь самородного золота с пиритом; 2) устойчивое преобладание пиритовой минерализации над халькопиритовой; 3) наложенный характер последней. Этот объект является «удаленным» типом минерализации Cu-Mo-порфировой системы. При этом заложение рудофокусирующих структур зон сульфидизации и ранние рудные пара-



**Рис. 3. Модель формирования оруденения п-ов Кони и Пьягина:** 1, 2 – раннемеловые гранитоиды Средненского массива: 1 – граниты, гранодиориты; 2 – кварцевые диорит-порфиры (меденосные); 3 – меловые вулканогенно-осадочные образования среднего и основного состава; 4 – юрские осадочные образования Тайгоносской геосинклинальной зоны с Cu-колчеданными залежами; 5 – триасовые островодужные базальты; 6 – зона метасоматических и динамотермальных изменений вмещающих пород (грейзенизация, турмалинизация, рассланцевание); 7 – тектонические нарушения различной кинематики; 8 – направление миграции магматогенных рудообразующих растворов; 9 – вулканическое жерло; 10 – уровень современного эрозионного среза

**Fig. 3. A model for mineralization forming over Koni and Pyaghin Peninsulas:** 1, 2 – early Cretaceous granitoids of Srednensky Massif: 1 – granites and granodiorites; 2 – quartz diorit-porphyry (Cu-bearing); 3 – Cretaceous intermediate and basic volcanics and sediments; 4 – Jurassic sediments of Taigonoss geosynclinal area hosting Cu-massive sulfide occurrences; 5 – Triassic island arc basalts; 6 – metasomatic and dynamic-thermal alterations of host rocks (greisen, tourmaline and schist alterations); 7 – different tectonic dislocations; 8 – migrations of magmatic ore-forming fluids; 9 – a volcanic neck; 10 – the modern erosion surface

генезисы связаны со всплытием Средненского плутона, а также с его гидротермальной деятельностью.

**III этап – порфиновый (110–90 млн лет) – внедрение кварцевых диорит-порфиров завершающей фазы и эруптивных брекчий.** С этим этапом связаны:

автометасоматоз вмещающих пород – биотитизация, эпидотизация, хлоритизация, калишпатизация, сульфидизация;

мощный привнос Cu и Mo и формирование Cu-Mo-порфировых руд месторождения Лора с **синпорфировой** золотой минерализацией, на что ука-

зывают: 1) прямая зависимость содержания золота от количества халькопирита и интенсивности хлоритизации руд; 2) установленный в Cu-Mo-порфировых рудах парагенезис самородного Au с пиритом;

формирование Au-Ag рудопроявления Крутой жильно-прожилкового типа. По структурно-геологическим и минералогическим признакам мы предполагаем **постпорфировое** время его образования. Об этом свидетельствуют: 1) пересечение золотоносными кварцевыми жилами тел кварцевых диорит-порфиров поздней фазы; 2) будинирование и цементирование существенно медных руд золотоносным кварцем; 3) отсутствие колломорфно-полосчатых текстур, свойственных многим эпитермальным Au-Ag месторождениям, но характерных для эпитермального Au-Ag оруденения, являющегося элементом зональности медно-порфировых систем; 4) эпидот-хлоритовые метасоматические изменения, сопутствующие также продуктивному на медь порфировому этапу месторождения Лора; 5) коррелируемость Au с Ag, Cu, Bi; 6) широкий спектр минералов Cu; 7) отсутствие признаков наложения медной минерализации; 8) отсутствие турмалинизации;

обогащение S, Cu, Mo, Au, Ag рудных объектов и зон динамотермального метаморфизма;

наложение Cu-Mo минерализации на Au-Te-Bi, Au-Ag и Au-сульфидную (Рыжик, Южный, Гурон).

Таким образом, установлено, что цепь событий рудогенеза

происходила в следующем порядке (рис. 4): **допорфировое оруденение** – Au-Ag (Горелый), Au-Te-Bi (Рыжик, Южный), Au-сульфидное (Гурон), золотоносные зоны сульфидизации → **синпорфировое** – золото содержащее Cu-Mo-порфировое (Лора, Прямой) → **постпорфировое** – Au-Ag (Крутой) → гипергенное обогащение Cu, Au, Ag.

Для всех рассмотренных рудных проявлений отмечаются: 1) четкая пространственная связь с порфировыми интрузиями гранитоидного состава; 2) прожилково-вкрапленный характер минерализации; 3) отсутствие на Au-Ag рудопроявлении-

ях, расположенных зонально относительно Си-Мо-порфировой интрузии, текстурных признаков эпitherмального оруденения; 4) характерный для Си-Мо-порфировой системы набор главных рудных минералов (пирит, халькопирит, магнетит); 5) повышенные как в рудах, так и во вмещающих породах содержания Си, Мо и Вi.

В целом можно сказать, что в пространственном размещении золотой минерализации и формировании ее минералого-геохимических особенностей большую роль играл Средненский массив.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ геолого-структурных особенностей территории позволил наметить последовательность развития территории и понять закономерности размещения во времени и пространстве Au и Си-Мо-порфинового оруденения на п-овах Кони и Пьягина, а также показать, что в расположении Au-рудных объектов основная роль принадлежит Средненскому интрузивному массиву и разломной тектонике, связанной с его формированием.

На основании изучения геолого-хронологической последовательности магматических событий и пространственно-временных отношений минеральных парагенезисов создана принципиальная геолого-генетическая модель формирования Си-Мо-порфировой системы и генетически связанного с ним Au-оруденения.

Подводя итог проделанной работе, отметим, что потенциал территории п-овов Кони и Пьягина в рудном отношении к настоящему времени окончательно не определен, но довольно высок. Требуют более детальных (тематических) исследований: 1) процессы россыпеобразования самородного Au; 2) гидротермально-метасоматические изменения пород и руд; 3) оценка эрозионных срезов как Си-Мо-порфиновых объектов, так и Au(Ag)-содержащих; 4) колчеданного оруденения п-овов Кони и Пьягина. Большой потенциал в плане золотого оруденения могут иметь пока слабо изученные золотоносные зоны сульфидизации с широким площадным развитием на данной территории. Стоит уделить более пристальное внимание рудным объектам Au-Te-Vi типа. Учитывая масштабность Средненского плутона и генетическую связь с ним Au-Te-Vi оруденения, среди них возможно выявить промышленно значимые. Стоит уделить более пристальное внимание рудным объектам Au-редкометалльного типа. Учитывая масштабность Средненского плутона и генетическую связь с ним Au-редкометалльного оруденения, среди них возможно выявить промышленно значимые.

Выполнено при поддержке гранта РФФИ 08-05-00135.

### ЛИТЕРАТУРА

Андреева Н. В., Давыдов И. А., Люскин А. Д. Главный этап интрузивного магматизма Северного Прихо-

тья и его возраст по результатам изотопного датирования // Магматизм и оруденение Северо-Востока России. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1997. – С. 175–191.

Белый В. Ф. Окраинно-континентальные тектономагматические пояса Тихоокеанского сегмента Земли. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – С. 58.

Белый В. Ф., Федошин Ю. И. Новые данные о гранитоидном магматизме п-ова Кони, предшествовавшем формированию Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Тихоокеан. геол. – 1985. – № 4. – С. 34–38.

Волков А. В., Савва Н. Е., Сидоров А. А. и др. Закономерности размещения и условия формирования Au-содержащих Си-Мо-порфиновых месторождений Северо-Востока России // Геология рудн. месторожд. – 2006. – Т. 48, № 6. – С. 512–539.

Воробьев Ю. Ю. Триасово-юрский вулканизм п-ова Кони // Тихоокеан. геол. – 1985. – № 4. – С. 39–44.

Воробьев Ю. Ю. Меловые интрузивные комплексы Кони-Пьягинского магматогенного поднятия // Магматические комплексы рудных районов Северо-Востока СССР и их крупномасштабное геологическое картирование. – Магадан : СВКНИИ ДВО АН СССР, 1991. – С. 52–59.

Заборовская Н. Б. Внутренняя зона Охотско-Чукотского пояса на Тайгоносе // Тр. ГИН АН СССР. – М. : Наука, 1978. – Вып. 315. – С. 199.

Ичетовкин Н. В. Глубинные разломы Примагаданского района Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и их металлогеническое значение // Материалы по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР. – Магадан : СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1978. – Вып. 24. – С. 13–19.

Колова Е. Е., Савва Н. Е. Самородное серебро из эпitherмальных руд Кони-Пьягинской металлогенической зоны // Материалы X съезда РМО «Минералогия во всем пространстве сего слова». – СПб. : Изд-во СПбУ, 2004. – С. 140–141.

Колова Е. Е., Савва Н. Е. Селенистое золото в рудном проявлении Си-Мо металлогенической зоны : тез. 3-го Всерос. симп. с междунар. участием «Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология». – Улан-Удэ, 2004. – С. 181–183.

Колова Е. Е., Савва Н. Е. Роль разломной тектоники в размещении золоторудных проявлений на п-ове Кони-Пьягина // Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока: рудообразующие системы месторождений комплексных и нетрадиционных типов руд : материалы науч. конф. (Иркутск, 3–7 окт. 2005 г.). – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2005. – Т. 1. – С. 65–67.

Колова Е. Е., Савва Н. Е. Рудно-магматическая модель медно-порфинового месторождения Лора (Северное Приохотье) // Актуальные проблемы рудообразования и металлогении : тез. докл. междунар. совещ., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. В. А. Кузнецова. – Новосибирск, 2006. – С. 106–108.

Котляр И. Н., Русакова Т. Б. Геолого-геохронологическая модель меловых континентальных вулканических толщ Охотско-Чукотской магматогенной провинции (Северо-Востока России) // Тихоокеан. геол. – 2005. – Т. 24, № 1. – С. 25–44.

Котляр И. Н., Жуланова И. Л., Русакова Т. Б., Гагиева А. М. Изотопные системы магматических и мета-

морфических комплексов Северо-Востока России. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2001. – С. 319.

*Кошелкина З. В., Теплых В. И., Юдина В. Д., Воробьев Ю. Ю.* Новые данные по биостратиграфии средней юры района п-ов Кони – п-ов Пьягина // Тихоокеан. геол. – 1984. – № 4. – С. 41–48.

*Кривцов А. И.* Медно-порфировые месторождения. – М. : ЦНИГРИ, 2001. – С. 232.

*Радченко Ю. И., Шубин С. А., Ртищева Л. И., Савва Н. Е.* Геологическая позиция и этапы формирования Cu-Mo месторождения Лора (примагаданский отрезок Охотской металлогенической зоны) // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий : в 3 т. Т. 2. Металлогения : Материалы XI сес. Сев.-Вост. отд-ния ВМО «Регион. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. Ю. А. Билибина» (Магадан, 16–18 мая 2001 г.). – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2001. – С. 70–73.

*Савва Н. Е.* Этапы формирования нового медно-молибден-порфирового месторождения Лора (Северное Приохотье) // Минералогия – основа использования комплексных руд : тез. докл. Годичного собрания Минерал. о-ва РАН, (30.05–01.06.2001). – СПб. : Горн. ин-т, 2001. – С. 87–89.

*Савва Н. Е.* Соотношение золото-редкометалльной и медно-порфировой рудных формаций Кони-Пьягинской металлогенической зоны // Геодинамика, магматизм и минерализация континентальных окраин Севера

Пацифики : в 3 т. : Материалы Всерос. совещ., посвящ. 90-летию акад. Н. А. Шило (XII годичное собрание Сев.-Вост. отд-ния ВМО). Магадан, 3–6 июня 2003 г. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – Т. 3. – С. 74–77.

*Савва Н. Е., Колова Е. Е.* Минералого-геохимические типы золотого оруденения на п-ове Кони-Пьягина (Кони-Мургальская металлогеническая зона) // Наука Северо-Востока России – начало века : Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. памяти акад. К. В. Симанова и в честь его 70-летия (Магадан, 26–28 апр. 2005 г.). – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2005. – С. 210–214.

*Сидоров А. А.* О рудных формациях окраинно-материковых металлогенических поясов северо-востока Азии // Докл. РАН. – 2001. – Т. 376, № 4. – С. 1–5.

*Умитбаев Р. Б.* Охотско-Чаунская металлогеническая провинция (строение, рудоносность, аналоги). – М. : Наука, 1986. – 286 с.

*Шубин С. А.* Отчет о поисковых работах в Накхатанджинском рудном узле в центральной части полуострова Кони-Пьягина на площади 5250 км<sup>2</sup> (Приморская ГПП). – Магадан : ОАО «Дукатская ГГК», 2005. – 460 с.

*Юдин С. С.* К тектонике северного побережья Охотского моря // Материалы по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР. – Магадан : Кн. изд-во, 1964. – Вып. 17. – С. 49–56.

*Поступила в редакцию 11.04.2008 г.*

## PORPHYRY-COPPER MOLYBDENUM AND GOLD LODE MINERALIZATION TYPES OVER KONI AND PYAGHIN PENINSULAS (THE NORTHERN SEA OF OKHOTSK COASTS)

*Ye. Ye. Kolova, N. Ye. Savva*

The authors use the results of isotopic and mineralogic studies as a basis to create the porphyry Cu-Mo and Au formation models for Koni and Pyaghin Peninsulas. The geologic and tectonic development dynamics of these both areas are investigated and spatial-temporal relationships between these two mineralization types are explained. As it is established, Au rare metal and sulfide Au are pre-porphyry deposit types whereas Au-Ag are post-porphyry ones. Srednensky magmatic dome also produced its effects on Au distribution.

**Key words:** gold mineralization, porphyry-copper molybdenum system, ore-magmatic model, mineralization, occurrence.