

УДК 553.41.06(571.65)

## **ЗОЛОТОЕ И СЕРЕБРЯНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ НЕМИЧАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (УЯНДИНО-ЯСАЧНЕНСКИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПОЯС)**

**В. Н. Егоров<sup>1</sup>, Н. Е. Савва<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Закрытое акционерное общество «Георазведка», пос. Охотск*

E-mail: Egorov@geos.polymetal.ru

<sup>2</sup>*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан*

E-mail: savva@neisri.ru

Рассматривается геологическое строение Немичанского рудного узла, перспективного на золотое и серебряное оруденение. Приводится детальная минералогическая характеристика наиболее разведанного Верхнегайского рудопроявления. Описан двухэтапный процесс оруденения и механизм перераспределения вещества при метаморфизме руд. Дана краткая геолого-структурная характеристика еще трех объектов. На основании имеющихся данных делается вывод об их вулканогенной и вулканогенно-плутоногенной рудно-формационной принадлежности.

**Ключевые слова:** золотое и серебряное оруденение, рудный узел, вулканоплутонизм, минерализация, метаморфизм руд.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основная часть золото-серебряной минерализации Северо-Востока России связана с ранне-позднемиловыми проявлениями вулканизма и плутонизма в Тихоокеанском рудном поясе. Этим обстоятельством в значительной мере определяется высокая изученность месторождений и рудопроявлений указанной металлогенической провинции. Представляется, что не меньшего внимания заслуживают территории с более древними проявлениями вулканоплутонизма, которые могут оказаться весьма перспективными на обнаружение новых золото- и сереборудных объектов. В качестве примера охарактеризуем один из районов на площади распространения Уяндино-Ясачненского вулканического пояса, рассматриваемый как фрагмент позднеюрской островной дуги (Гедько, 1988), оказавшийся к настоящему времени глубоко внутри континента. Пояс формировался преимущественно в позднеюрское – неокомовое время и является сложным геологическим сооружением, в котором субаквальные породы островной дуги подстилают более поздние образования окраинно-континентального вулканоплутонического пояса. Структуры пояса наложены на окраинно-глыбовые – Приколымское и Омудевское поднятия и пограничные с ними части Иньяли-Дебинского и Сугойского синклинориев. В поясе выделяются две вулканические зоны – Илинъ-Тас-

ская и Дарпирская. Первая сложена в основном субаквальными базальтоидами, вторая – субаквальными средними и кислыми вулканитами. Именно здесь по наличию ряда рудопроявлений Au, Ag, Sb, Hg, Cu выделен Немичанский рудный узел, названный по одноименной вулканической гряде в южной части Дарпирской зоны, ограничивающей с юга Лыглыхтахский грабен.

### **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УЗЛА**

В строении Немичанского рудного узла участвуют геологические образования двух структурных ярусов: нижний представлен терригенными породами средней юры, смятыми в разнообразные складки, верхний охватывает поле распространения субгоризонтально залегающих вулканических покровов и субвулканических интрузий неокомового возраста, выделенных в немичанский вулканический комплекс, с которым связано формирование золотого и серебряного оруденения узла. В составе немичанского вулканического комплекса выделены две толщи – гайская и немичанская (Егоров, 1997) и комагматичные им субвулканические интрузии среднего и кислого состава (рис. 1).

*Гайская толща* с угловым несогласием и конгломератами в основании залегает на терригенных отложениях средней юры. Она слагает мульду, вытянутую в субширотном направлении, и имеет трехчленный разрез:

нижняя пачка сложена туфогенно-осадочными породами и покровами андезитов общей мощностью до 290 м. В ее основании залегает линзовидный пласт базальных конгломератов, состоящих из галек терригенных пород нижнего яруса;

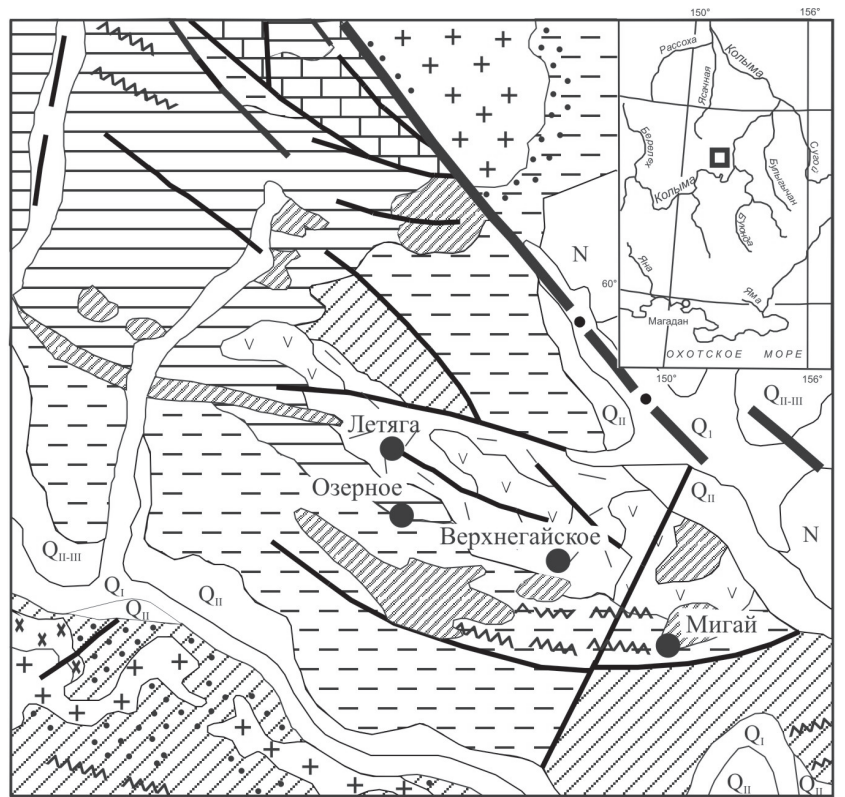
средняя пачка залегает на нижней или на породах средней юры и сложена преимущественно туфами и лавами риолитов с прослоями туфогенно-осадочных пород. Мощность ее колеблется от 180 до 420 м;

верхняя пачка лежит согласно на средней и представлена туфами и лавами дацитов и риодацитов мощностью до 300–350 м.

Немичанская толща залегает на гайской или непосредственно на отложениях юры. В ее составе преобладают лавы андезитов с редкими прослоями лав и туфов андезибазальтов и дацитов. В основании толщи выделяется пачка туфогенно-осадочных пород. Ее общая мощность достигает 550 м. В целом немичанская толща слагает ряд мульдообразных впадин, вытянутых цепочкой в субширотном направлении.

Вулканиды в различной степени преобразованы метасоматическими процессами (пропилитизация, аргиллизация), наиболее интенсивно проявленными в породах гайской толщи.

Юрские терригенные осадки и вулканиды неокома прорваны интрузиями, формирующими экструзивные и субвулканические купола и штоки. Интрузивы обычно гетерогенного сложения; их состав меняется от дацитов и андезитов до диоритов – гранодиоритов. Более редки субвулканические тела кислого состава, сложенные риолитами и гранит-порфирами. К наиболее крупным интрузивам относятся штоки Мигайский площадью 6 км<sup>2</sup>, Верхнегайский – 4 км<sup>2</sup>, Глухарь – 5,5 км<sup>2</sup>.



М-6 1:500 000

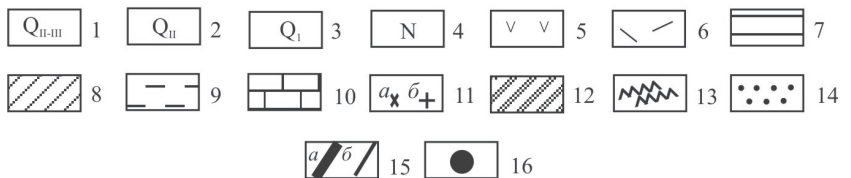


Рис. 1. Геологическая схема Немичанского рудного узла: 1 – аллювиальные голоценовые отложения ( $Q_{II-III}$ ); 2 – неоген-плейстоценовые отложения высоких колымских террас ( $Q_{II}$ ); 3, 4 – отложения Сеймчано-Буяундинской впадины: 3 – неоплейстоценовые ( $Q_I$ ), 4 – неогеновые (N); 5 – вулканиды гайской свиты ( $K_{I,gs}$ ); 6 – вулканиды немичанской свиты ( $K_{I,nm}$ ); 7 – вулканогенная моласса Лыглыхтакского грабена ( $J_3-J_{2,3}ts$ ); 8 – терригенные осадки Иньяли-Дебинского синклиория ( $J_2-J_3$ ); 9 – терригенные отложения Сугойского синклиория ( $J_1-T_3$ ); 10 – терригенно-карбонатные отложения Сударского горста ( $P_{2,3}$ ); 11–13 – интрузивные образования: 11 – граниты (a) и гранодиориты (b) ( $J_3-K_1$ ), 12 – гипабиссальные интрузии ( $K_{1,2}$ ), 13 – дайки кислого и среднего состава; 14 – роговики; 15 – тектонические нарушения: a – разлом Улахан, b – прочие разломы; 16 – рудопроявления Немичанского рудного узла

Fig. 1. A schematized geology of Nemichan Mineral District: 1 – alluvial rocks of Holocene ( $Q_{II-III}$ ); 2 – Neogene-Pleistocene deposits from high Kolyman terraces ( $Q_{II}$ ); 3, 4 – deposits infilling the Seimchan-Buyunda Depression: 3 – Neopleistocene ( $Q_I$ ), 4 – Neogene (N); 5 – volcanics from Gayskaya Suite ( $K_{I,gs}$ ); 6 – volcanics from Nemichanskaya Suite ( $K_{I,nm}$ ); 7 – volcanic molassa of Lyglyhtak Graben ( $J_3-J_{2,3}ts$ ); 8 – terrigenous rocks of Inyali-Debin Synclinorium ( $J_2-J_3$ ); 9 – terrigenous rocks of Sugoisky Synclinorium ( $J_1-T_3$ ); 10 – terrigenous-carbonate rocks of Sudarsky Horst ( $P_{2,3}$ ); 11–13 intrusive rocks: 11 – granite (a) and granodiorite (b) ( $J_3-K_1$ ), 12 – hypabyssal intrusions ( $K_{1,2}$ ), 13 – felsic and intermediate dikes; 14 – hornfels rocks; 15 – tectonic disturbances: a – Ulakhan Fault, b – other faults; 16 – ore occurrences in the territory of the Nemichan Mineral District

Мига́йский шток находится на юго-восточном окончании Немичанской гряды, приурочен к кольцевой очаговой структуре и имеет форму диапира. Он сложен диоритами, кварцевыми диоритами и их порфиоровыми разностями первой фазы внедрения и гранодиорит-порфирами второй фазы, которыми сформирована большая часть штока. К югу и юго-западу от массива распространены дуговые дайки преимущественно среднего состава, подчеркивающие кольцевую форму структуры. Для штока характерно умеренно изрезанное слабоотрицательное магнитное поле.

В полукилometре севернее обнажается шток Глухарь, имеющий форму треугольника. Шток сложен однообразными гранодиорит-порфирами. В магнитном поле он выражается контрастной высокоградиентной магнитной аномалией, оконтуривающей его выходы на поверхность.

Верхнегайский интрузив находится в верховьях руч. Гай, на его правобережье. Он вытянут вдоль зоны разломов северо-восточного простирания на 3 км при ширине 1–1,5 км. Форма его сложная, изрезанная, с многочисленными дайкообразными апофизами субширотного и северо-западного простирания, что свидетельствует о слабом эрозионном срезе территории. На это же указывают и многочисленные остатки кровли на поверхности интрузива.

Выходы интрузива в радиусе 6–8 км окружены многочисленными дайками и мелкими магматическими телами, подчеркивающими кольцевой характер Верхнегайской интрузивно-купольной структуры, в ядерной части которой и обнажается одноименный массив. Для структуры характерно слегка изрезанное слабоотрицательное магнитное поле.

### МЕТАЛЛОГЕНИЯ УЗЛА

В Немичанском рудном узле распространено оруденение, типичное для вулканогенных поясов. Это медно-порфиоровое, вскрывающееся в урзе руч. Гай, а также золото-серебряное, серебро-сурьмяное и ртутное. Рудогенез тесно связан с формированием немичанского вулканогенного комплекса. Оруденение контролируется субвулканическими интрузиями гетерогенного состава и размещается в пределах интрузивно-купольных поднятий. Рудные тела концентрируются непосредственно в породах комплекса либо его основания. Золото-серебряная минерализация установлена также в породах основания вулканического пояса (проявление Озерное).

Медно-порфиоровое оруденение по вертикали (снизу вверх) сменяется серебро-полиметаллическим и золото-серебряным. Примером этому служит наиболее изученное рудопроявление Верхнегайское, на площади которого медно-порфиоровое оруденение только начинает вскрываться, и его распространение прогнозируется на более глубоких горизонтах.

### РУДОПРОЯВЛЕНИЕ ВЕРХНЕГАЙСКОЕ

Рудопроявление находится в верховьях руч. Гай (лев. приток р. Колыма). Было выявлено А. В. Кузовкиным в 1985 г. по результатам геохимической съемки масштаба 1 : 200 000 как комплексная контрастная аномалия серебра, золота, ртути, олова, вольфрама, меди, свинца и цинка. В дальнейшем изучалось одним из авторов в процессе геологической съемки масштаба 1 : 50 000 (В. Н. Егоров, 1995 г.).

Рудное поле контролируется Верхнегайской интрузивно-купольной структурой, сформировавшейся при внедрении субвулканической интрузии диорит-гранодиоритов в вулканические породы гайской и немичанской толщ неокомового возраста. Купольная структура развивалась в узле пересечения разломов северо-западного и северо-восточного направления. С востока, запада и юга она ограничивается дуговыми нарушениями, которые частично выполняются дайками кварцевых диорит-порфиритов и гранодиорит-порфиров. На севере частично перекрывается покровами немичанской толщи (рис. 2).

В строении структуры значительная роль принадлежит субвулканическим интрузиям, наиболее крупная из которых обнажена в восточной части рудного поля. Основная ее масса сложена кварцевыми диорит-порфиритами, переходящими в эндоконтактовых частях в андезиты. В южной части интрузива преобладают гранодиориты. От массива в северо-западном и субширотном направлениях отходят многочисленные дайко- и силлообразные апофизы. По гравиметрическим и магнитным данным, на глубине 400–700 м разрозненные субвулканические тела объединяются в крупный гранитоидный массив, слегка вытянутый в северо-западном направлении согласно общей структуре Немичанской гряды.

Разломы северо-западного и северо-восточного направления контролируют размещение субвулканических тел и даек. Разрывы северо-западного направления являются магмо- и рудоподводящими, а северо-восточного и субмеридионального – рудоконтролирующими и рудовмещающими.

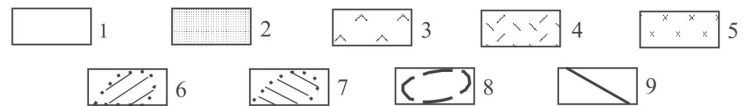
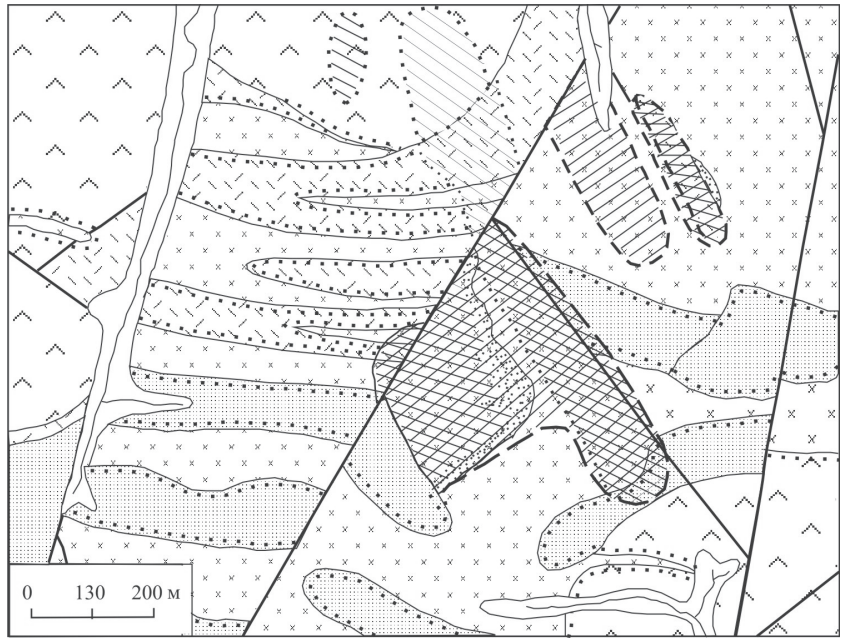
Субвулканические тела и вмещающие их вулканиды были подвержены неоднократной метасоматической проработке. На первом этапе развивались площадные низкотемпературные хлорит-серицит-карбонатные метасоматиты и сульфидизация (пирит, пирротин). Следующая стадия характеризуется развитием грейзенизации и турмалинизации преимущественно в пределах субвулканических интрузий, окварцевания и аргиллизации вдоль зон тектонических нарушений. Кроме того, в рудном поле установлены своеобразные «турмалиновые брекчии». Они приурочены к субмеридиональным трещинам и имеют форму даек мощностью от нескольких десятков сантиметров до 1–3 м. Брекчии представляют собой серые и

темно-серые обломочные породы, состоящие из обломков вмещающих пород (порфириты, иногда туфы), сцементированных слюдисто-глинистым с турмалином цементом. Причем турмалин развивается как в цементе, так и по обломкам.

Рудные тела приурочены к зонам метасоматоза второй стадии и располагаются в пределах субвулканических интрузий и их экзоконтактовых зон. Причем в экзоконтакте содержания полезных компонентов существенно снижаются. Наиболее высокие содержания золота и серебра определены в прожилково-жильных сульфидно-кварцевых телах, концентрирующихся в зонах развития гидротермального метасоматоза на верхних горизонтах эрозионного вреза. Определенный интерес представляют дайкообразные брекчиевые тела («турмалиновые брекчии»), содержащие вкрапленность и прожилки галенита.

Зона № 1 в верховьях руч. Серебряный прослежена почти на 2 км в массиве кварцевых диорит-порфиритов и выходит за его пределы. Ширина зоны достигает 100–200 м, сокращаясь на флангах до 30–25 м. Она имеет зональное строение как по латерали, так и по вертикали, выраженное в изменении состава гидротермально-метасоматических образований и различии минеральных комплексов.

Центральная, наиболее оруденелая часть зоны представлена чередованием участков интенсивно турмалинизированных и грейзенизированных порфиритов с более слабоизмененными окварцованными и сульфидизированными порфиритами. Из сульфидов здесь установлены пирит, пирротин, галенит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, реже блеклые руды, бурнонит, акантит, викингит. Количество сульфидной вкрапленности в породе колеблется от 1–3 до 30–40% с образованием скоплений в виде линз, прожилков и гнезд. Гидротермально-метасоматические жилы и прожилки, развитые в центральной части зоны, имеют кварц-сульфидный, кварц-карбонат-сульфидный, кварц-турмалин-сульфидный состав; мощность их колеблется от первых сантиметров до 1 м, протяженность от первых метров до 100 м. Они обыч-



**Рис. 2. Схема геологического строения Верхнегайского месторождения:** 1 – четвертичные отложения (Q); 2–4 – вулканогенно-осадочная толща раннего мела ( $K_1$ ): 2 – туфы с прослоями алевролитов, 3 – туфы риолитов с прослоями риолитов, 4 – покровы риолитов; 5 – диорит-порфириты позднего мела ( $\delta\pi K_2$ ); 6 – ореолы развития вулканогенного серебро-полисульфидного оруденения; 7 – ореолы турмалинизации, связанной с внедрением гранодиоритов; 8 – участки наложения турмалинитов на полисульфидное оруденение; 9 – тектонические нарушения

**Fig. 2. Schematic geologic structure of Verkhnegayskoe Lode:** 1 – Quaternary deposits (Q); 2–4 – volcanic-sedimentary rocks of Early Cretaceous ( $K_1$ ): 2 – tuffs with intercalating siltstones, 3 – rhyolite tuffs with intercalating rhyolites, 4 – rhyolite sheet; 5 – diorite porphyrites of late Cretaceous ( $\delta\pi K_2$ ); 6 – volcanic silver-polysulfide aureoles; 7 – tourmaline alteration aureoles related to granodiorite intrusions; 8 – polysulfide mineralization superimposed with tourmalinite rocks; 9 – tectonic disturbances

но располагаются кулисообразно, по всей зоне метасоматической проработки.

В краевых частях зоны метасоматоз значительно ослабевает: здесь развиты пропицитизированные и окварцованные породы. Турмалин отмечается только в редких прожилках и гнездах. Сульфидизация представлена в основном вкрапленностью пирита и пирротина в породах до 1%, а в жилах до 1–3%, в меньшей степени арсенопиритом, пиритом кубического и ромбододекаэдрического габитусов и редко галенитом и сфалеритом.

Внутри зоны в вертикальном направлении меняется состав сульфидов. Для верхних горизонтов характерны пирит, галенит, арсенопирит; ниже появляются сфалерит, халькопирит, фрейбергит, акантит, викингит, бурнонит; еще ниже акантит, викингит и бурнонит исчезают. Меняется и состав

минералов. С глубиной резко снижается серебрность галенита, а фрейбергита, наоборот, возрастает. Для руд характерны крустификационная, колломорфно-полосчатая или каркасно-пластинчатая текстуры (табл. 1), характеризующие близ-поверхностный генезис оруденения, а также брекчиевая, связанная с катаклизом рудных образований вулканогенного генезиса при внедрении плутонических инъекций и турмалинизацией низкотемпературных метасоматитов.

Минеральный состав руд по степени распространенности видов приведен в табл. 2. Преобладающим минералом жил, вмещающих оруденение, является кварц. Выделены две его генерации: ранняя – формирующая ритмично-полосчатые и колломорфно-полосчатые агрегаты, которые пересекаются прожилками кварца поздней генерации каркасно-пластинчатого строения. На участках наложения турмалиновой минерализации отмечается катаклиз агрегатов кварца. В интерстициях кварца отлагаются галенит-сфалерит-фрейбергит-халькопиритовые агрегаты. Крупные кристаллы арсенопирита корродируют кварц, а игольчатые образуют включения в кварце. Турмалиновая минерализация отчетливо наложена на кварцполисульфидную (рис. 3). Высокоглиноземистый турмалин слагает радиально-лучистые агрегаты удлиненно-призматических кристаллов. Состав турмалина по пяти определениям («Самбах»,

аналитик Е. М. Горячева):  $K_2O$  – 0,00–0,02;  $Cr_2O_3$  – 0,00–0,01;  $Na_2O$  – 0,93–1,63;  $CaO$  – 0,55–1,04;  $MnO$  – 0,00–0,15;  $TiO_2$  – 0,11–0,63;  $MgO$  – 0,06–3,72;  $Al_2O_3$  – 32,08–35,22;  $FeO$  – 10,70–14,82;  $SiO_2$  – 34,73–36,41 (бор не определялся), что соответствует 80%-ной шерлитовой и 20%-ной дравитовой молекулам.

Галенит широко распространен в рудах, ксеноморфен, часто образует сростки со сфалеритом и халькопиритом. Наложение турмалиновой минерализации приводит к дезинтеграции и перекристаллизации галенита с образованием вокруг его обособлений кайм акантита и фрейбергита (см. рис. 3, б-г). В галените отмечаются включения викингита размером 0,1–0,6 мм, располагающиеся параллельно спайности.

Сфалерит повсеместно встречается в сростании с галенитом, образуя включения идиоморфных кристаллов или агрегаты кристаллического строения размером до 4 мм. В сфалерите встречаются многочисленные включения халькопирита каплевидной и веретенной форм. Химический состав сфалерита приведен в табл. 3.

Арсенопирит – один из самых распространенных рудных минералов. Выделяются две генерации арсенопирита: ранний – крупнозернистый, цементирующий полисульфидный агрегат с включениями галенита (см. рис. 3, д) и поздний – тонкокристаллический, игольчатый, который отлагается совместно с кварцем, пересекающим ранний арсенопирит.

Таблица 1. Характеристика текстур руд Верхнегайского рудопроявления

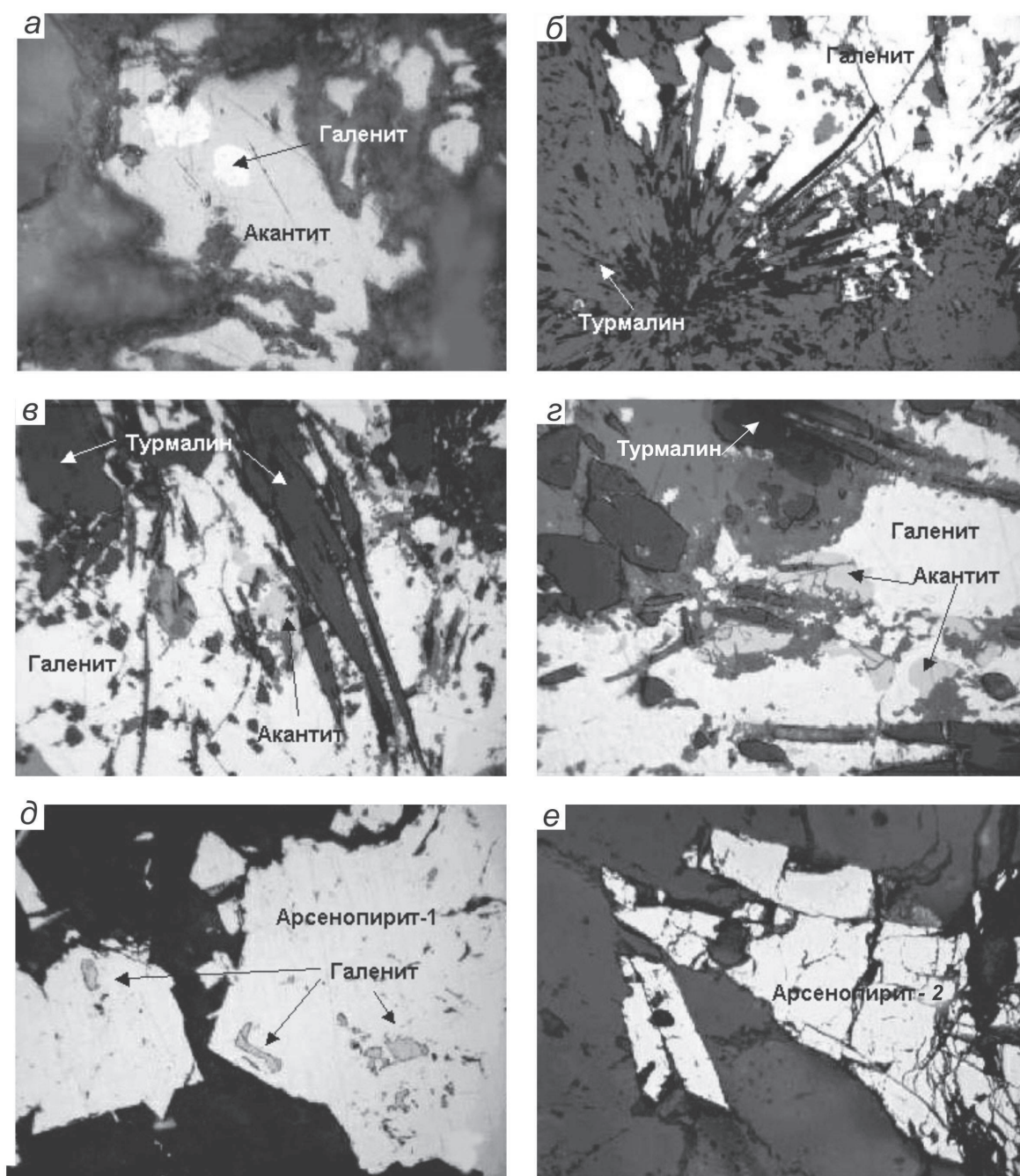
Table 1. Description of ore textures of Verkhnegayskoe occurrence

Тип руды	Текстура жильного материала	Текстура рудных минералов
Кварц-блеклорудный	Крустификационная, колломорфно-полосчатая, обусловленная ритмичным чередованием халцедоно-видного и молочно-белого кварца	Вкрапленная и гнездовая Гнезда и вкрапленники блеклой руды и реже галенита и сфалерита (от 0,5–3 до 7 мм)
Кварц-арсенопиритовый	Колломорфно-полосчатая, каркасно-пластинчатая текстура кварца	Густо вкрапленная Густая вкрапленность идиоморфных кристаллов арсенопирита (0,5–1,5 мм) с каплевидными включениями галенита и блеклой руды
Турмалин-полисульфидный	Радиально-лучистая и брекчиевая текстура турмалинитов. Порода представляет собой турмалинизированную брекчию, состоящую из обломков риолитов в кварце	Гнездово-вкрапленная Гнезда и вкрапленники галенит-сфалеритовых агрегатов (0,1–15 мм) в интерстициях кварца и турмалина

Таблица 2. Минеральный состав руд Верхнегайского рудопроявления

Table 2. Ore minerals of Verkhnegayskoe occurrence

Группа минералов	Главные	Второстепенные	Редкие
Жильные	Кварц, турмалин	Хлорит, серицит, карбонат	Рутил, анатаз, эпидот
Рудные	Галенит, арсенопирит, фрейбергит	Сфалерит, халькопирит, пирротин, пирит, акантит	Джемсонит, викингит, бурнонит, самородный висмут, антимонит
Гипергенные	Англезит, азурит, малахит	Скородит, ярозит	Брошанит, гипс, смитсонит



**Рис. 3. Срастания минералов в рудах Верхнегайского месторождения:** *a* – реликты галенита в акантите (темное – кварц-турмалиновая матрица); *б* – наложение турмалина (темное) на галенит-1; *в, г* – выделения акантита (светло-серое) в галените, приуроченные к участкам пересечения галенита турмалином; *д* – включения галенита-1 в арсенопирите-1; *е* – арсенопирит-2 (светлое) в кварце-2. Аншлифы. Увеличение  $\times 200$

**Fig. 3. Mineral ingrowths in ores from Verkhnegayskoe Lode:** *a* – galena relics in acanthite (a quartz-tourmaline matrix is dark); *б* – galena-1 superimposed by tourmaline (dark); *в, г* – acanthite inclusions (light gray) in galena related to cross-cutting tourmaline; *д* – galena-1 inclusions in arsenopyrite-1; *е* – arsenopyrite-2 (light) in quartz-2. Polished sections  $\times 200$

Выделенные генерации арсенопирита отличаются по составу. Для позднего – характерны повышенное содержание сурьмы и пониженная железистость (см. табл. 3).

**Фрейбергит** размером до 5 мм встречается в срастании с галенитом и арсенопиритом. На участках турмалинизации фрейбергит образует реакци-

онные каймы вокруг регенерационных обособлений галенита. Состав фрейбергита приведен в табл. 3.

**Акантит** наблюдается в виде включений (0,1–0,5 мм) в агрегатах галенита или в виде реакционных кайм вокруг его обособлений. В поздних ассоциациях ширина кайм может превышать обособления галенита (см. рис. 3, *a*).

Таблица 3. Химический состав минералов Верхнегайского рудопроявления

Table 3. Chemical composition of minerals from Verkhnegayskoe occurrence

№ пробы	Горизонт, м	Концентрации элементов, мас. %						
		Галенит						
		S	Pb	Bi	Ag	Sb		
660/252-1	990	13,1–13,7	73,3–80,7	2,5–4,6	1,5–6,9	0,0–0,5		
P 31-3	845	12,7–12,8	84,8–86,2	0,0	0,1	0,1–0,2		
Сфалерит								
		S	Zn	Cu	Fe			
660/252-3	990	34,2	59,3–64,4	0,3–1,2	3,1–6,1			
Арсенопирит								
		As	Sb	S	Fe			
660/252-3	990	43,7–44,1	0,2–0,3	20,2–20,5	34,4–35,3			
P-31-3	845	44,2–45,7	1,4	18,6–19,1	33,3–33,9			
Фрейбергит								
		S	Ag	Sb	Cu	Pb	Fe	Zn
660/252-3	990	22,9–23,3	21,3–22,6	25,7–27,0	22,1–22,5	0,0	4,9–5,1	1,2–1,5
P 31-3	845	21,5–22,6	23,2–27,6	25,7–26,7	19,4–21,5	0,0	4,1–5,0	1,6–1,9
Сурьмянистый викингит								
		S	Pb	Bi	Ag	Sb		
660/252-1	990	18,5–18,8	29,5–30,3	21,6–22,4	7,7–8,1	19,0–19,2		

Примечание. «Самебах», аналитик Е. М. Горячева.

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.

**Пирротин** развит исключительно в метасоматитах, обычно ксеноморфный с размером зерен 0,5–07 мм.

**Пирит** в рудах наблюдается в незначительных количествах; в основном он развит в кварц-гидрослюдистых метасоматитах в виде тонкой пылевидной вкрапленности. Встречается пирит двух габитусов – тонкозернистый кубический и крупный (1–1,5 мм) ромбододекаэдрический.

Последовательность отложения минералов выглядит следующим образом: пирит + пирротин → кварц-1 → галенит + сфалерит + халькопирит → арсенопирит-1 + турмалин → кварц-2 → арсенопирит-2 + висмут + висмутин → галенит-2 + фрейбергит + джемсонит + викингит + акантит.

В зоне гипергенеза руды умеренно окислены. Вторичные минералы образуют тонкие пленки и корки. Наиболее окислена блеклая руда, по которой развиваются малахит и азурит. Степень окисления не более 2–3% первичного материала.

Содержания полезных компонентов в гидротермально-метасоматических жилах центральной части зоны резко колеблется: серебра – от десятков г/т до 11,5 кг/т, золота – до 3 г/т (пробирный анализ), меди, свинца и цинка (каждого в отдельности) – от сотых долей % до более 1%, висмута – более 0,1% (спектральный полуколичественный анализ). На флангах зоны содержания серебра редко превышают 100 г/т, золота в отдельных случаях до 20 г/т, свинца и цинка обычно менее 1%. В «турмалиновых брекчиях» содержания серебра

достигают 100 г/т, золота – 7,2 г/т, свинца – более 1%. В порфиридах, содержащих рассеянную вкрапленность сульфидов, концентрация серебра обычно составляет десятки г/т, иногда до 100 г/т. В значительной степени величина этого показателя зависит от количества галенита и фрейбергита, в которых серебро накапливается, особенно на верхних горизонтах, и заметно снижается с глубиной эрозионного вреза.

Установлен двухэтапный характер формирования руд (Савва, Петров, 1996). Ранний этап – вулканогенный, связанный с формированием покровов и коагматических им субвулканов немичанского вулканического комплекса, когда произошло образование прожилково-вкрапленных полисульфидных руд. Второй этап – плутоногенный, характеризуется внедрением гранодиоритов и формированием невоскрытого интрузивного массива под рудным полем. При этом субвулканические порфириды и вмещающие их покровы претерпели термальный метаморфизм, выразившийся в турмалинизации и перераспределении рудного вещества с обогащением отдельных участков серебром. С поздним гидротермальным процессом связан также дополнительный привнос Fe, Si, B, As, Bi. Механизм перераспределения вещества раннего вулканогенного серебро-полиметаллического оруденения определяется частичным растворением и регенерацией, а также твердофазной диффузией сульфидных минералов (рис. 4).

Для флангов рудного поля характерно развитие существенно сурьмяной минерализации.

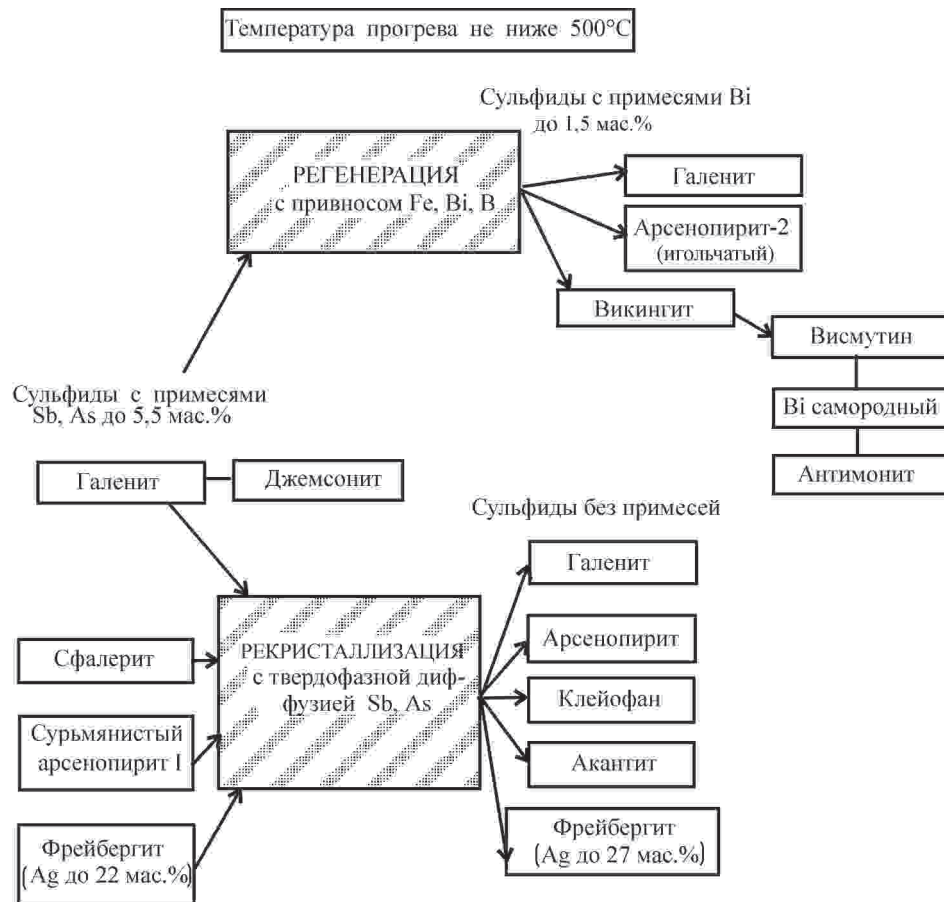


Рис. 4. Схема перераспределения минерального вещества Верхнегайского месторождения при термометаморфизме руд, связанном с наложенной турмалинизацией

Fig. 4. A schematized redistribution of minerals in ore thermomorphism conditions related to superimposed tourmaline alterations in the territory of Verkhnegayskoe Lode

#### РУДОПРОЯВЛЕНИЕ ЛЕТЯГА

Выявлено в 1973 г. Н. П. Половниковым на северо-западном фланге на левобережье руч. Зеленый среди вулканитов гайской толщи. Позднее изучалось одним из авторов.

На рудопроявлении распространены лавы, лавобрекчии и туфы кислого состава, прорванные небольшими субвулканическими интрузиями и дайками дацитов, андезитов, гранодиорит-порфи́ров. Породы слагают вулканическую постройку, жерловая часть которой представлена грубообломочными туфами и брекчиями дацитов, окруженными субвулканическими дацитами и гранодиорит-порфи́рами. Вмещающие их флюидальные риолиты и туфы имеют переклиналиное залегание. Породы жерловой фации превращены в кварц-серицитовые, кварц-каолинит-серицитовые метасоматиты.

Вдоль зон субширотных и субмеридиональных разломов проявлена аргиллизация и кварц-антимонитовая минерализация. Антимонит в виде рассеянной вкрапленности или в прожилках и гнездах распространен как в кварцевых жилах и прожилках, так и во вмещающих их метасоматичес-

ки измененных вулканитах. Кроме антимонита в незначительных количествах присутствуют арсенопирит, марказит и миаргирит (?). Мощность зон кварц-сульфидной минерализации колеблется от 0,5–1,0 до 3–4 м, протяженность до 100 м. Концентрации антимонита в зонах сильно колеблется как по протяжению, так и по мощности зон, составляя от 17–22% до десятых и сотых долей процента. С сурьмой хорошо коррелирует серебро, содержания которого достигают 300 г/т, средние по зонам составляют 30–40 г/т.

#### РУДОПРОЯВЛЕНИЕ МИГАЙ

Расположено на юго-восточном окончании рудного узла в пределах Мига́йской кольцевой очаговой структуры. Здесь также золотая и серебряная минерализация находится в тесной ассоциации с сурьмой. В ядерной части структуры обнажается гранодиорит-порфи́ровый Мига́йский шток, прорывающий юрские терригенные отложения и вулканиты гайской и немичанской толщ. К кольцевым разломам приурочены минерализованные зоны дробления, установленные как в порогах штока, так и за его пределами. Раздроблен-



ные диорит-порфириды окварцованы, иногда турмалинизированы. Протяженность зон от 300 до 1000 м, ширина от 10–15 до 100 м. В пределах минерализованных зон выявлены кварц-сульфидные жилы и прожилки мощностью до 1 м. Кварц-халцедоновидный или мелкозернистый, как минимум двух генераций, иногда брекчирован и сцементирован гидроокислами железа. Среди сульфидов в жилах резко преобладает антимонит, который образует игольчатые или волосовидные кристаллы, проникающие в мелкозернистый кварц и создающие в нем облачные скопления, вследствие чего проявляется пятнистая текстура руд. В сростании с арсенопиритом часто наблюдается бертьерит, редко встречаются мелкие кристаллы пирита, галенита, бурнонита. В протоочках рудных проб отмечаются знаки золота, касситерита, сульфосолей серебра. Содержания полезных компонентов: сурьмы – до 7%, серебра – от 10 до 242 г/т (в единичной пробе 1000 г/т), золота – до 6,3 г/т.

#### РУДОПРОЯВЛЕНИЕ ОЗЕРНОЕ

Находится на юго-западном фланге рудного узла в верховьях одноименного ручья. Здесь одним из авторов – В. Н. Егоровым в 1995 г. установлена золото-серебряная минерализация в кварц-сульфидных жилах и прожилках и минерализованных брекчиях, развитых в осадочных породах среднеюрского возраста. Породы, вмещающие рудные тела, представлены толщей переслаивания туфопесчаников, алевролитов и аргиллитов нижнедебинской свиты. В 1,5 км к северо-востоку обнажены кислые вулканиты гайской толщи. Оруденение контролируется зоной субширотного разлома, концентрируясь в оперяющих его трещинах северо-восточного направления. Вдоль этих трещин формируются минерализованные тектонические брекчии, представленные обломками осадочных пород, сцементированных кварцем и сульфидами. Из сульфидов визуальными определены пирит, арсенопирит и блеклые руды. Всего выявлены 4 зоны брекчий суммарной прослеженной протяженностью 800 м и мощностью от 1 до 3 м. Содержания золота в них составляют 0,2–3, серебра – 10–3168 г/т. Кроме того, в зоне субширотного разлома выявлены сульфидно-кварцевые жилы и прожилки, размещение которых контролируется пачками песчаникового состава мощностью до 10 м. Мощность отдельных жил, по-видимому, не превышает 0,5 м. Содержания золота в них достигают 4,4, серебра – 2690 г/т. Их минеральный состав аналогичен составу минерализованных брекчий.

#### ВЫВОДЫ

Изученная к настоящему времени золотая и серебряная минерализация Немичанского рудно-

го узла представлена эпитермальными рудами и может быть отнесена к вулканогенному и вулканогенно-плутоногенному типу. В значительной степени она сопровождается сурьмяной минерализацией, формируя комплексные серебро-сурьмяные и золото-серебро-сурьмяные руды.

В то же время ряд признаков указывает на то, что в пределах Верхнегайской очаговой структуры на более глубоких горизонтах, не вскрытых эрозионным срезом, следует ожидать оруденение медно-порфирового типа. При этом Гайское рудное поле можно рассматривать как слабоэродированную медно-порфировую систему, на верхних горизонтах которой проявлено близповерхностное серебро-полиметаллическое оруденение (серебро-полисульфидный тип). Среди признаков, характеризующих слабоэродированную медно-порфировую систему, здесь можно выделить (согласно М. Б. Бородаевской и др., 1985) следующие:

- типичные рудоносные интрузии – гранодиориты, кварцевые диорит-порфириды с вкрапленной сульфидной минерализацией;

- гидротермально-метасоматические изменения – серицитизацию и окварцевание, переходящие к периферии в аргиллизацию;

- ореолы пиритизации, совпадающие с зоной пропицитизации, формирующие внешнюю зону медно-порфировой системы;

- турмалиновую и медно-турмалиновую минерализацию в виде жил и цемента брекчиевых тел («турмалиновые брекчии»);

- четкую минеральную вертикальную зональность – медно-порфировое оруденение по вертикали (снизу вверх) сменяется серебро-полиметаллическим и золото-серебряным, а проявление мышьяковой минерализации развито по периферии;

- рассчитанный геохимический ряд зональности по рудным телам центральной зоны:  $As \rightarrow Mo \rightarrow Sn + Cu \rightarrow Zn + W \rightarrow Bi + Ag + Pb$ ;

- наличие крупного гранитного плутона под рудным полем на глубине 400–700 м (геофизические данные).

Аналогичное рудопроявление медно-порфирового типа, но более вскрытое эрозией, также связанное с гранитоидным массивом раннемелового возраста, в Уяндино-Ясачненском вулканогенном поясе было установлено на Приколымском поднятии – это рудопроявление Невидимка, описанное С. А. Цыкаревым (1993 г.). Здесь серебро-полиметаллическая минерализация развита слабее и сохранилась лишь фрагментарно по периферии структуры.

Важно отметить, что в целом оруденение узла изучено недостаточно. Наличие сурьмяной минерализации, а также геохимических аномалий ртути в потоках и вторичных ореолах, киновари в шлиховых пробах его центральной части свидетельствует о слабом эрозионном срезе и позволя-

ет прогнозировать значительный рудный потенциал этой территории.

Авторы выражают благодарность ведущему инженеру СВКНИИ ДВО РАН Н. А. Шиляевой за подготовку компьютерной графики.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 06-05-64369а).

#### ЛИТЕРАТУРА

*Бородаевская М. Б., Володин Р. Н., Кривцов А. И. и др.* Поиски меднорудных месторождений. – М. : Недра, 1985. – 267 с.

*Поступила в редакцию 11.09.2007 г.*

*Гедько М. И.* Уяндино-Ясачненская позднеюрская островная дуга (Северо-Восток СССР). – М. : Геотектоника. – 1988. – № 3. – С. 63–74.

*Егоров В. Н.* Стратиграфия вулканитов немичанской группы // Новые местные стратоны фанерозойских отложений Колымо-Омолонского региона и Северного Приохотья. – Магадан : СВТГУ, 1997. – С. 54–57.

*Савва Н. Е., Петров С. Ф.* Дифференциация золото-серебряного и серебряного оруденения на примере эпitherмальных месторождений Северо-Востока России // Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 7–27.

## GOLD AND SILVER MINERALIZATION OF NEMICHAN MINERAL DISTRICT (THE UYANDINA-YASACHNAYA VOLCANIC BELT AREA)

*V. N. Egorov, N. Ye. Savva*

The territory of Nemichan Mineral District is perspective for its gold and silver resources, and its geologic structure is examined in this paper. It contains a detailed mineralogic description of the Verkhnegayskoe occurrence, that is the best one geologically studied. The processes of a two-stage mineralization and metamorphism-related ore redistribution are described. In addition to this, three more objects of geological interest are shortly presented from viewpoints of their geological structures. The authors use the obtained information as a basis to conclude about volcanic and volcanic-plutonic characters of ore deposits under consideration in this paper.

**Key words:** gold and silver mineralization, mineral district, volcanic plutonism, mineralization, ore metamorphism.