

СТРОЕНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.411 (571.61/.62)

О золотоносности сурьмяного и ртутного оруденения Приамурья

Степанов В. А.

Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский, Россия

Аннотация. Приведены сведения о геолого-структурном положении, составе метасоматитов, руд и золотоносности сурьмяных и ртутных месторождений и проявлений Приамурской золотоносной провинции. Установлено, что в рудах многих из них содержится самородное золото, концентрация которого достигает промышленных величин. Некоторые из золотоносных сурьмяных и ртутных месторождений служат источниками формирования россыпей золота. По составу руд, окolorудных метасоматитов и пробе самородного золота аналогами этих месторождений и проявлений являются известные золоторудные месторождения Якутии – Сарылах золотосурьмяной формации и Кючюс золотортутной. Рекомендуется проведение ревизии ряда ртутных и сурьмяных месторождений и проявлений Приамурской провинции на золото. В результате ожидается выявление месторождений золотосурьмяной и золотортутной формаций. Кроме того, проявления сурьмы и ртути могут быть признаками наличия в коренном залегании месторождений золотосульфидной формации, аналогом которых является крупное месторождение Майское (Чукотка).

Ключевые слова: провинция, рудная формация, месторождения, сурьма, ртуть, золото.

Для цитирования: Степанов В. А. О золотоносности сурьмяного и ртутного оруденения Приамурья. Руды и металлы. 2023. № 1. С. 40–51. DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10004.

On the gold content in the antimony and mercury mineralization in Priamurye

Stepanov V. A.

Research Geotechnological Center, FEB RAS (NIGTs FEB RAS),
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Annotation. The data on the geological and structural position, composition of metasomatites, ores, and gold content of antimony and mercury deposits and occurrences of the Priamursky gold-bearing area are presented. It was established that the ores of many of them contain native gold, whose concentration reaches commercial values. Some of the gold-bearing antimony and mercury deposits serve as sources of the formation of gold placers. By the composition of ores, near-ore metasomatites and samples of native gold, the analogues of these deposits and occurrences are the famous gold deposits of Yakutia – Sarylakh of the gold-antimony formation and Kyuchus of the gold-mercury formation. It is recommended to audit a number of mercury and antimony deposits and occurrences in the Priamursky province for gold. As a result, it is expected to identify deposits of gold-antimony and gold-and-mercury formation. In addition, occurrences of antimony and mercury may be indicative of the presence of gold-sulfide formation deposits in the bedrock, similar to a large deposit Mayskoye (Chukotka).

Keywords: province, ore formation, deposits, antimony, mercury, gold.

For citation: Stepanov V. A. On the gold content in the antimony and mercury mineralization in Priamurye. Ores and metals, 2023, № 1, pp. 40–51. DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10004.



В связи со значительным истощением россыпей Приамурье остро нуждается в открытии новых золоторудных месторождений. Для достижения этой цели предлагается провести ревизию на золото известных в Приамурской провинции месторождений и проявлений сурьмы и ртути. При этом могут быть выявлены промышленные золоторудные месторождения золотосурьмяной или золотортутной формаций. Аналогами могут служить известные крупные месторождения Сарылах (Якутия) золотосурьмяной формации, а также Ключос (Якутия), Ноксвилл (США) – золотортутной. Существуют и комплексные золото-сурьмяно-ртутные месторождения. Например, на Аятском месторождении Урала, открытом в 1910–1912 гг., вначале добывалась ртуть [11], затем сурьма, а в настоящее время месторождение оценивается как золоторудное (К. П. Савельева, 2000 г.). Кроме того, проявления сурьмяной и ртутной минерализации могут быть признаками наличия крупных золотосульфидных месторождений вкрапленных руд, таких как Майское (Чукотка), Олимпиадинское (Енисейский кряж) и др. [3].

Золоторудные, сурьмяные и ртутные месторождения Приамурья. Приамурская золотоносная провинция занимает площадь порядка 400 тыс. км² в Амурской области России. В её пределах известно около 40 золоторудных, три сурьмяных, одно сурьмяно-флюоритовое и одно ртутное месторождение, сотни проявлений указанных металлов, а также более 1500 россыпей золота (рис. 1). Формирование золота, а также сурьмяного и ртутного оруденения произошло в позднемезозойское время в результате коллизии Алдано-Станового, Амурского и Монголо-Охотского геоблоков обрамления Сибирского и Китайского кратонов [9, 15]. Коллизия сопровождалась позднемезозойской интрузивной и вулканической деятельностью с формированием рудных месторождений указанных металлов. В более позднее, преимущественно четвертичное, время за счёт разрушения золотой минерализации были образованы россыпи золота. В провинции выделены Южно-Якутская, Се-

веро-Становая, Желтулакская, Янканская, Джагды-Селемджинская, Северо-Буреинская, Туранская и Восточно-Буреинская металлогенические зоны, а в их пределах – десятки рудно-россыпных узлов (РРУ). Золоторудные месторождения отнесены к золотокварцевой (Золотая Гора, Токур, Албын и др.), золотосульфидно-кварцевой (Бамское, Кировское, Пионер и др.), золотосеребряной (Покровское и др.), золотополиметаллической (Березитовое) и золотосульфидной (Маломыр) формациям.

Сурьмяное и ртутное оруденение в Приамурской провинции известны с середины прошлого века, но сведений о золотоносности сурьмяных и ртутных месторождений и проявлений немного. Всего на территории Приамурской провинции находится три сурьмяных, одно сурьмяно-флюоритовое и одно ртутное месторождение, а также десятки проявлений сурьмы и ртути.

Сурьмяное оруденение. К сурьмяным относятся Малоурканское, Ленинское и Солокачинское, а также сурьмяно-флюоритовое Богучанское месторождения и ряд проявлений сурьмы.

Малоурканское сурьмяное месторождение расположено в пределах Соловьевского рудно-россыпного узла (РРУ) Янканской металлогенической зоны, на левобережье р. Малый Уркан. Оно приурочено к зоне Северо-Тукурингрского регионального разлома, разделяющего Алдано-Становой и Монголо-Охотский геоблоки. Месторождение открыто в 1910 г. старателями, в 1937–1938 гг. на нём производились поисково-разведочные работы и частичная отработка [10]. Вмещающими породами для оруденения являются граниты верхнеурканского комплекса со скиалитами и ксенолитами гнейсов и кристаллосланцев нижнего архея. Рудные тела кварц-антимонитового и кварц-барит-антимонитового составов локализованы в зонах дробления северо-восточного простирания, оперяющих разлом широтного простирания. Они сопровождаются дайками лампрофиров позднемезозойского возраста. Известны семь рудных тел северо-восточного простирания (от 20–25 до 45–55°),

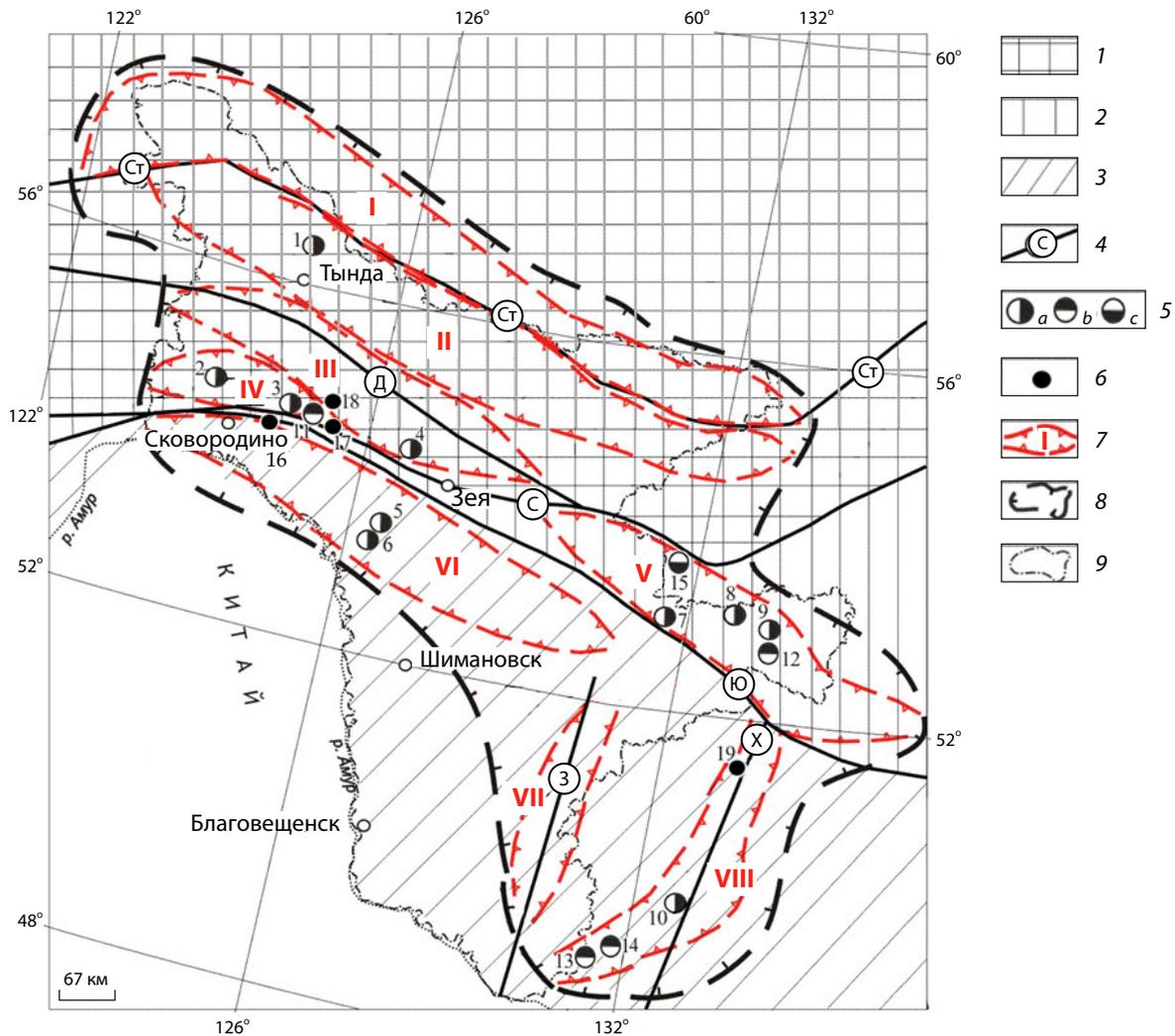


Рис. 1. Золотые, сурьмяные и ртутные месторождения Приамурской золотоносной провинции:

геоблоки: 1 – Алдано-Становой, 2 – Монголо-Охотский, 3 – Амурский; 4 – региональные разломы (Ст – Становой, С – Северо-Тукурингрский, Ю – Южно-Тукурингрский, Д – Джелтулакский, З – Западно-Туранский, Х – Хинганский); 5 – рудные месторождения: а – золота (1 – Бамское, 2 – Березитовое, 3 – Кировское, 4 – Золотая Гора, 5 – Пионер, 6 – Покровское, 7 – Маломыр, 8 – Токур, 9 – Албын, Харгинское, 10 – Нони), б – сурьмы (11 – Малоурканское, 12 – Ленинское, 13 – Богучанское, 14 – Солокачинское), с – ртути (15 – Ланское); 6 – золотортутные проявления (16 – Старый Янкан, 17 – Глебовское, 18 – Двойное, 19 – Йорик); 7 – границы металлогенических зон (I – Южно-Якутская, II – Северо-Становая, III – Джелтулакская, IV – Янканская, V – Джагды-Селемджинская, VI – Северо-Буреинская, VII – Туранская, VIII – Восточно-Буреинская); 8 – контур Приамурской провинции; 9 – граница Амурской области

Fig. 1. Gold, antimony and mercury deposits of the Priamursky gold-bearing area:

geoblocks: 1 – Aldan-Stanovoi, 2 – Mongol-Okhotsk, 3 – Amur; 4 – regional faults (Ст – Stanovoi, С – North-Tukurinskii, Ю – South-Tukurinskii, Д – Jeltulak, З – West-Turan, X – Khingan); 5 – ore deposits: a – gold (1 – Bamskoye, 2 – Berezitovoye, 3 – Kirovskoye, 4 – Zolotaya Gora, 5 – Pioneer, 6 – Pokrovskoye, 7 – Malomyr, 8 – Tokur, 9 – Albyn, Kharginzkoye, 10 – Noni), b – antimony (11 – Malaorkanskoye, 12 – Leninskoye, 13 – Boguchanskoye, 14 – Solokachi), c – mercury (15 – Lanskoye); 6 – gold-mercury occurrences (16 – Stary Yankan, 17 – Glebovskoye, 18 – Dvoynoye, 19 – Yorik); 7 – boundaries of metallogenic zones (I – South-Yakutian, II – North-Stanovaya, III – Dzeltulakskaya, IV – Yankanskaya, V – Dzhagdy-Selemdzhinskaya, VI – North-Bureinskaya, VII – Turanskaya, VIII – East-Bureinskaya); 8 – the boundary of Priamursky gold-bearing area; 9 – boundary of Amur Region



круто наклонённых (70–85°) на юго-восток и протяжённостью до 1000 м. Они характеризуются переменной мощностью (0,05–0,6 м), что придаёт им линзовидный облик.

Из нерудных минералов преобладают белый и розовый кварц нескольких генераций, халцедоновидный кварц и халцедон, а также барит. Рудные минералы – антимонит, киноварь, галенит, арсенопирит, пирит, золото; в зоне окисления встречаются сурьмяные охры и англезит. В большинстве случаев антимонит тонко рассеян в халцедоновидном кварце, окрашивая его в синий цвет. Реже встречаются кристаллы антимонита размером до 2–3 см, иногда радиально-лучистые агрегаты до 10 см. Нередко этот минерал, отлагавшийся совместно с халцедоном, цементирует в виде скоплений агрегатов с извилистыми прожилками обломки пород и кварца. Местами он обособляется в гнёздах, иногда его игольчатые кристаллы заполняют пустоты в кварце. В жиле № 2 антимонит с незначительной примесью кварца образует рудные гнёзда весом до 150 кг. Содержание сурьмы в отдельных рудных телах колеблется в широких пределах от 0,38 до 21,03 %. Среднее содержание сурьмы на месторождении 2 %. Содержание золота в рудах достигает промышленных величин – 0,8–1,5 г/т. Околожилные изменения сводятся к интенсивному осветлению, каолинизации и окварцеванию вмещающих пород с образованием серицита, каолина, хлорита и охр красновато-бурого цвета. Мощность окорудных изменений достигает нескольких метров (до 15 м). Из месторождения извлечено 91 тыс. т сурьмяного концентрата. Оставшиеся запасы сурьмы кат. С₂ составляют 4212 т. В 1941 г. месторождение было законсервировано. При доразведке в 1961 г. скважиной глубиной 350 м были вскрыты ещё 10 кварц-антимонитовых жил мощностью 0,05–0,3 м с содержанием сурьмы 3–4 % и золота до 1,4 г/т [6].

В долине р. Малый Уркан непосредственно вблизи месторождения имеется россыпь, из которой добыто более 20 т золота. Золото мелкое, высокопробное (929–943 ‰), иногда в сростках с сульфидами [8]. Отметим, что золото высокой пробы характерно для крупных месторождений золотосурьмяной формации,

например для месторождения Сарылах (Якутия).

Ленинское сурьмяное месторождение находится в пределах Харгинского РРУ Джагды-Селемджинской металлогенической зоны, в среднем течении р. Талам и её притоков, ручьёв Ингалим и Весёлый. Оно выявлено в 1930 г., а в 1931–1932, 1938–1942 и 1952 гг. опробовано, разведано и частично отработано. Месторождение приурочено к Монголо-Охотскому геоблоку и представлено серией минерализованных зон дробления с кварц-антимонитовыми жилами, зонами брекчирования и линзами кварц-сульфидного состава среди кварц-серицитовых сланцев златоустовской свиты среднего карбона, прорванных дайками «пёстрого» состава мелового возраста. Всего установлено 48 рудных тел мощностью от 0,015 до 4 м (чаще 0,1–1 м) и протяжённостью до 500–800 м. С глубиной оруденение затухает и прослеживается не более чем на 100 м. Тела представлены минерализованными зонами дробления и окварцевания с вкрапленностью антимонита (часто образующего гнёзда и линзы), пирита, арсенопирита, сфалерита, галенита, золота, шеелита и киновари. Из нерудных минералов отмечаются кварц нескольких генераций (сахаровидный, белый шестоватый, гребенчатый, халцедоновидный) и карбонаты. Среднее содержание сурьмы в рудах 6,9 %. Попутные элементы представлены (%) мышьяком (0,08), свинцом (0,004), молибденом (0,0004), цинком (0,004), вольфрамом (0,001), медью (0,002). Химическим анализом установлены золото (до 6,25 г/т), серебро (до 15 г/т) [8]. Запасы сурьмы оцениваются в 8 тыс. т (кат. С₁ + С₂). В процессе отработки добыто 511 т антимонитового концентрата [1]. В находящейся вблизи месторождения россыпи руч. Ингалим расположена россыпь, из которой добыто около 0,45 т золота. Золото мелкое и средних размеров, проба высокая (897 ‰) [8].

Солокачинское сурьмяное и Богучанское сурьмяно-флюоритовое месторождения расположены на юго-восточном фланге Амурского геоблока в пределах Восточно-Буреинской металлогенической зоны Приамурской провинции.



Месторождение Солокачинское находится в 60 км северо-восточнее ж/д станции Облучье. Оно открыто в 1906 г. охотником К. С. Мезенцевым. Образцы богатой руды, посланные им в Благовещенскую химическую лабораторию, показали содержание сурьмы 64 %. В 1936–41 гг. на месторождении и в его окрестностях «Бурейстроем», трестом «Амурзолото» и ДВГУ были проведены поисковые и разведочные работы. В 1950–54 гг. была проведена детальная разведка месторождения (С. Ф. Усенко, А. Ф. Американцев, 1954 г.). Месторождение приурочено к зоне разлома северо-западного простирания, секущего граниты кивийского комплекса палеозойского возраста. В зоне разлома оконтурены 11 оруденелых зон дробления, из которых девять являются промышленными. Длина их колеблется от 10 до 500 м при глубине залегания от 54 до 226 м, средняя мощность – 0,34–1,59 м. Рудные тела сложены окварцованными брекчированными гранитами с густой сетью кварцевых и сульфидно-кварцевых жил и прожилков с гнездами и вкрапленностью антимонита. Совместно с ним в небольшом количестве встречаются пирит, халькопирит, арсенопирит и касситерит. В зоне окисления встречаются вторичные минералы сурьмы: сервантит, валентинит, кермизит. Текстуры руд массивные, брекчиевые, прожилковые, вкрапленные и тонкодисперсные. Максимальная глубина оруденения 220 м. Содержание сурьмы в рудах от 1 до 30 %, в среднем 3,68 %. Основные запасы сурьмы приурочены к контакту гранитов и архейских гнейсов. На контактах с рудными телами вмещающие породы окварцованы, карбонатизированы, пиритизированы, серицитизированы и каолинизированы. Запасы сурьмы на Солокачинском месторождении составляют по кат. C_1 – 7953 т сурьмы, 216 тыс. т руды со средним содержанием 3,84 %, по кат. C_2 – 3656 т сурьмы, 82 тыс. т руды со средним содержанием 4,76 %. Попутным элементом является вольфрам с содержанием 0,1–1,0 %. Сведения о содержании золота отсутствуют [7, 12].

Месторождение Богучанское находится в 6 км к северу от с. Сагибово. Оно впервые описано в 1894 г. горным инженером Л. Ф. Баце-

вичем. В 1940–41 гг. на месторождении проведены поисковые работы, а в 1941–1943 гг. и в 1958 г. выполнена его разведка (М. И. Титов, 1943 г.). Месторождение представлено серией жил флюорита и антимонит-кварцевых прожилков, составляющих одно рудное тело протяженностью 450 м. Оно приурочено к меридиональному крутонаклонному разлому в риолитах, туфоконгломератах и туфах богучанской и кундурской свит верхнего мела. Мощность рудного тела 1,5–13 м при максимальной мощности жил чистого флюорита 1 м. Флюорит ассоциирует с халцедоновидным кварцем и опалом. Во вмещающих породах отмечается пиритизация и окремнение. В рудах присутствуют антимонит и киноварь. Сурьмяное оруденение представлено антимонитом, вкрапленным в кварцевые прожилки. Руды убогие с содержанием сурьмы 1–3 %, но в отдельных штуфах до 26 %. Флюорит крупнокристаллический, сравнительно чистый, с преобладающей зелёной окраской. Содержание флюорита в руде 87,03 %. Средний выход кондиционного флюорита 20 % при извлечении его 33 %. Остальной флюорит может извлекаться при помощи флотации. Содержание сурьмы в руде 0,03–0,07 %. Помимо сурьмы в пробах отмечены (%): бериллий 0,001–0,003, галлий до 0,001, свинец до 0,03, цинк до 0,03, таллий до 0,003, олово до 0,03 %, уран до 0,01 %. Запасы флюорита месторождения по кат. А + В + С составляют 840 т, забалансовые – 1670 т (А. И. Шаповаленко, 2003 г.).

Ртутное оруденение. Ртутное оруденение сосредоточено главным образом в восточной части провинции в узкой полосе Монголо-Охотского геоблока, ограниченной зонами Северо-Тукурингского и Южно-Тукурингского разломов [14]. Здесь известно около двух десятков проявлений и месторождение ртути Ланское. По классификации В. П. Федорчука [16] они относятся к двум основным типам ртутного оруденения – кварц-диккитовому и листовенитовому.

Месторождение Ланское расположено на востоке Амурской области, в бассейне р. Шавли. Оно представлено минерализованными зонами дробления среди терригенных толщ



пермского возраста, в приядерной части линейной антиклинальной складки. Рудные тела контролируются зонами дробления, оперяющимися региональный Ланский разлом. Руды представлены тектоническими брекчиями, частично замещёнными диккит-гидрослюдисто-кварцевым агрегатом. Жильные минералы – низкотемпературный кварц, железистые карбонаты, гидрослюды, кальцит, диккит. Среди рудных минералов преобладает киноварь, иногда встречается самородная ртуть, реже метациннабарит, реальгар, аурипигмент, антимонит и пирит, а также золото и шеелит. На месторождении разведаны пять рудных тел. Самое крупное – Ветвистое. Его длина 300 м, мощность 0,8–6,2 м (средняя 2,5 м). Тело по падению прослежено на 160 м, среднее содержание ртути 0,46 %, примесь золота достигает 1,5 г/т (М. Т. Турбин, 1981 г.). Месторождение кварц-диккитового типа. По данным атомно-абсорбционного анализа, киноварь месторождения содержит примесь золота в количестве от 1,27 до 13 г/т, а самородная ртуть – до 335 г/т [14]. Запасы ртути по кат. С₂ составляют 512 т, прогнозные ресурсы рудного поля – 3 тыс. т (кат. Р₁) и 7 тыс. т (кат. Р₂). Западнее и южнее Ланского месторождения установлены ртутные проявления Грохотун, Огджено, Туманное, Жёлтое, Юбилейное, Красное. Они представлены зонами дробления в терригенных породах пермского и триасового возрастов. Гидротермальные изменения представлены карбонатизацией, окварцеванием и диккитизацией. Мощность зон от 1 до 10 м, протяжённость от десятков до первых сотен метров. Содержание ртути колеблется от 0,2 до 1–3 %. Из рудных минералов кроме киновари часто отмечаются антимонит, реальгар и аурипигмент. Оруденение кварц-диккитового типа. Прогнозные ресурсы ртути Ланского рудного узла по кат. Р₃ оцениваются в 15 тыс. т. [13].

За пределами Ланского ртутно-рудного узла наибольший интерес представляют комплексные золотортутные проявления Старый Янкан, Глебовское, Двойное, расположенные в пределах Соловьевского РРУ Янканской ме-

таллогенической зоны, а также проявление Иорик Ерикского РРУ Восточно-Буреинской металлогенической зоны. Наиболее изученным является проявление Иорик.

Золотортутное проявление Иорик находится на юго-востоке Амурской области, в верховьях р. Большой Иорик [7]. В долине реки располагается небольшая россыпь золота, берущая начало с проявления Иорик. Золото крупное, встречаются самородки весом до 5 г. По существу, золотортутное проявление представляет собой рудную зону № 4 Афанасьевского месторождения ртути (З. Л. Кохановская, 1953 г.; Е. А. Пономарёва и др., 1958 г.). Рудное поле сложено терригенными породами талынджанской свиты позднеюрского-раннемелового возраста (песчаники, алевролиты и аргиллиты), прорванными многочисленными пологозалегающими силлами диорит-порфиринов, а также микродиоритов раннемелового возраста (рис. 2). Широко развиты пологие разрывные нарушения меридионального простирания, наклонённые на запад под углами 25–38°. Чаще всего они располагаются вдоль контакта силлов с терригенными породами. Зоны нарушений представлены брекчированными и раздробленными породами мощностью до 10 м. Вблизи них песчаники, алевролиты и аргиллиты осветлены, окварцованы и сульфидизированы. Диорит-порфириды подвергнуты каолинизации и нередко превращены в белую глинистую массу с участками сильно окварцованных и пиритизированных пород.

Золотортутное оруденение приурочено к брекчированным и раздробленным породам, подвергнутым окварцеванию, каолинизации и пиритизации. Выделяются два типа рудоносных зон: существенно ртутные слабозолотоносные (зоны № 1–3) и существенно золотоносная (рудная зона № 4). Первые три располагаются среди осадочных пород. Простирание близко к меридиональному, наклон западный (25–30°).

Рудная зона № 1 приурочена к лежачему боку силла диоритовых порфиринов. Она прослежена по простиранию на 110 м при мощности от 9 до 27 м. Рудоносные брекчии

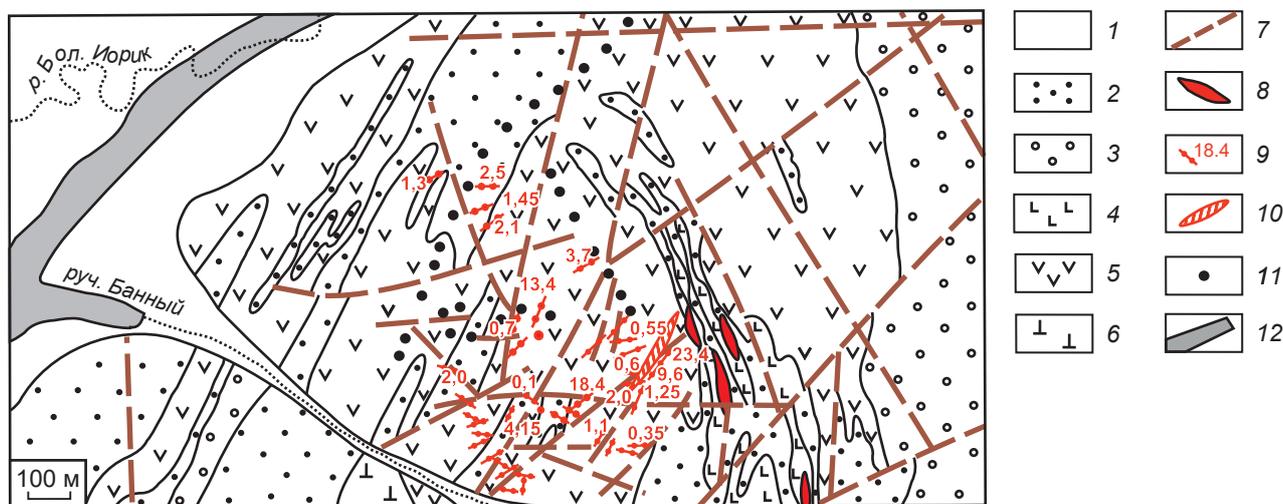


Рис. 2. Схематическая геологическая карта рудопоявления Иорик (по Е. А. Пономарёвой и др., 1958 г.):

1 – аллювиальные отложения; талынджанская свита позднеюрско-раннемелового возраста: 2 – верхний горизонт (аргиллиты, алевролиты), 3 – средний горизонт (песчаники); 4 – амфиболовые порфириты; 5 – диорит-порфириты; 6 – микродиориты; 7 – разрывные нарушения; 8 – ртутоносные рудные тела; 9 – зоны дробления и кварцевые прожилки с содержанием золота, г/т; 10 – золотоносная зона № 4; 11 – шлиховые пробы из делювия с золотом; 12 – золотоносные россыпи

Fig. 2. Schematic geological map of the Yorik ore occurrence (by E.A. Ponomareva et al., 1958):

1 – alluvial deposits; Talyndzhan Formation of Late Jurassic-Early Cretaceous age: 2 – upper horizon (mudstones, siltstones), 3 – middle horizon (sandstones); 4 – amphibole porphyrites; 5 – diorite-porphyrites; 6 – microdiorites; 7 – faulting; 8 – mercury-bearing ore bodies; 9 – crushing zones and quartz veins with gold content, g/t; 10 – gold-bearing zone No. 4; 11 – schlich samples from deluvium with gold; 12 – gold-bearing placers

представлены обломками окварцованных и пиритизированных пород, сцементированных окварцованным и лимонитизированным материалом. В цементе брекчий наблюдается киноварь в виде вкрапленников, прожилок и гнёзд, а также вкрапленность пирита, молибденита и золота. Золото встречается в виде мелких зёрен. Содержание ртути по данным бороздowego опробования достигает 0,1 %.

Рудная зона № 2 расположена на 50–60 м западнее первой. Длина её 200 м при ширине от 3 до 12 м. Ртутное оруденение приурочено к тектоническому нарушению в лежащем контакте силла диорит-порфиритов. Руды представлены трещиноватыми и подроблёнными роговиками, в которых трещины заполнены киноварью. Содержание ртути в зоне достигает в отдельных пробах 0,43 %. Золото в виде единичных знаков встречено в породах висячего бока зоны.

Рудная зона № 3 – южное продолжение зоны № 1. Она протягивается на 320 м при мощности от 5 до 30 м и представлена серией сближенных пологих нарушений среди диорит-порфиритов и терригенных пород. Рудноносными являются брекчии раздробленных и окварцованных пород. Вблизи них осадочные породы осветлены, сульфидизированы и окварцованы, а диорит-порфириты каолинизированы и превращены в розовато-белую глину. Максимальное содержание ртути достигает 1,5 %. Рудный интервал мощностью 2 м со средним содержанием ртути 0,27 % прослежен скважинами на глубину 60 м. Киноварная минерализация сопровождается пиритом, арсенопиритом, иногда молибденитом и золотом. Золото встречается в виде мелких знаков. Содержание его в одной из бороздových проб составляет по данным пробирного анализа 2,4 г/т.



Рудная зона № 4 (проявление Иорик) содержит золотортутное оруденение. Зона ориентирована в северо-восточном направлении, почти перпендикулярно по отношению к описанным выше рудоносным, и сочленяется с ними в районе северного фланга рудной зоны № 2. Она круто, под углами 75–80°, наклонена на юго-восток. Длина зоны около 100 м при мощности от 2 до 10 м. Вмещающими породами служат диорит-порфириды. Рудоносными являются брекчии, представленные обломками пиритизированных роговиков, сцементированных окварцованным и лимонитизированным материалом. Вблизи них диорит-порфириды осветлены, окварцованы и пиритизированы. В цементе брекчий отмечаются гнезда пирита и зёрна киновари, нередко отмечаются знаки золота. Содержание ртути в зоне невысокое (0,01–0,04 %), а золота меняется от следов до 2,6 г/т. В канаве № 2 выделяется интервал мощностью 3,6 м при среднем содержании золота 1,7 г/т.

Золото в единичных и редких знаках часто обнаруживается в делювии канав, расположенных непосредственно к западу от рудоносных зон. Здесь же отмечаются многочисленные кварцевые прожилки и жилы с содержанием золота до 23,4 г/т. Некоторые из них расположены непосредственно вблизи рудной зоны № 4. В скважине № 1, пройденной между рудными зонами № 2 и 4, отмечаются окварцованные и брекчированные вторичные кварциты. На глубине 160 м в кварцитах по данным пробирного анализа установлено золото в количестве 3,4 г/т на мощность 3 м (Ю. И. Камышев и др., 1962 г.).

Общий структурный план золотортутного рудопроявления представляется в следующем виде. Рудная зона № 4, приуроченная к интрузии диорит-порфиритов, представляет собой крутонаклонную рудоподводящую структуру с золотортутным оруденением. Пологозалегающие под экранирующим влиянием силлов диорит-порфиритов рудные зоны № 1–3 представляют собой верхнюю часть рудной колонны с существенно ртутным оруденением.

Проявление Старый Янкан располагается в западной части Амурской области среди сланцев раннего протерозоя и серпентинитов

палеозоя. Рудные тела сложены зонами лиственитизации с кварц-карбонатным материалом и вкрапленностью киновари. Мощность зон от 1–2 до 10 м, протяжённость до 170 м. В протолочных пробах отмечаются знаки золота. Содержание ртути достигает 0,1 %, золота от 0,4 до 1 г/т (В. Е. Проскурников и др., 1961 г.).

В долине р. Большой Янкан имеется россыпь, из которой добыто 6,5 т золота. Золото от мелкого до крупного, имеются самородки весом до 64 г. Проба его высокая (870–950 ‰).

Проявление Глебовское расположено в бассейне руч. Глебовского, правого притока р. Большой Уркан. Оно представлено зоной лиственитизации в серпентинитах. Зона прослежена по простиранию на 170 м при мощности 2,5–7,5 м. Простирание её субширотное – северо-западное (290°). Содержание ртути в бороздовых пробах 0,03–0,06 % (химический анализ). Спектральным анализом в бороздовых пробах определены (%): сурьма (0,01–0,07), хром (0,007–2), никель (0,007–0,3). Киноварь образует мелкую вкрапленность в породе или цепочки зёрен по зальбандам маломощных кварц-карбонатных или баритовых прожилков. Минералогическим анализом в штучных пробах из отвалов канав установлены киноварь, пирит, пирротин, антимонит, барит, малахит. По данным пробирного анализа штучных проб содержание золота достигает 2,5 г/т.

В долине руч. Глебовского имеется россыпь, из которой добыто 2,7 т золота. Золото мелкое (0,15–1,5 мм), высокопробное (900–975 ‰). В качестве минералов-примесей в россыпи отмечается киноварь.

Проявление ртути Двойное кварц-диккитового типа расположено в борту руч. Мохового, правого притока верховьев р. Большой Уркан. Оно представлено зоной брекчирования по песчаникам позднеюрского–раннемелового возраста. Мощность зоны 1–2 м при длине около 220 м. Киноварь в виде жил и прожилков приурочена к интенсивно диккитизированным породам. Одна из жил мономинеральной киновари имеет мощность 0,5 м. Содержание ртути в бороздовых пробах достигает 0,1–1 %, иногда до 20 %. Примесь золота в отдельных пробах достигает 4 г/т.

Киноварь содержит примесь золота от 0,3 до 3,48 г/т [14].

По руч. Моховому имеется небольшая россыпь, из которой добыто 50 кг золота. Золото мелкое, высокопробное (905–960 ‰).

Эталонные месторождения. Эталонным для ртутных месторождений и проявлений диккитового типа Приамурья (месторождение Ланское, проявления Двойное, Иорик и др.) служит золотортутное месторождение Кючюс (Якутия), а для листовитового типа – месторождение Ноксвилл (США). Для сурьмяных месторождений в качестве эталона рассмотрено золотосурьмяное месторождение Сарылах (Якутия).

Крупное золоторудное месторождение Кючюс золотортутной формации расположено на правом берегу р. Яна Якутии [5]. Вмещающими служат песчано-алевролитовые толщи позднего триаса верхоянского комплекса. Интрузивные породы в районе месторождения отсутствуют. Рудовмещающей структурой является линейно вытянутая система разломов, круто наклонённая на северо-запад (50–75°). Рудные тела представлены зонами брекчий, вкрапленной и прожилковой минерализации. Руды состоят из аргиллизированных, брекчированных и перемятых алевролитов, аргиллитов и песчаников с прожилково-вкрапленной кварцевой и сульфидной минерализацией. Из рудных минералов преобладают пирит, игольчатый арсенопирит, антимонит, киноварь и золото. Реже отмечаются реальгар, самородная ртуть, блёклая руда, бертьерит, халькопирит, сфалерит, галенит, бурнонит и пирротин. Основную ценность руд представляет золото, а ртуть находится в концентрациях, пригодных для попутной добычи. Золото свободное и связанное в арсенопирите и пирите. Самородное золото высокой пробы (790–987 ‰), примесь в нём ртути колеблется в пределах от 0,77 до 12,5 %, серебра от 0,10 до 12,27 %.

Золотортутное месторождение Ноксвилл находится в Калифорнии, в 70 км севернее г. Сакраменто. Вмещающими породами служат серпентинизированные ультрабазиты третичного возраста [17]. Рудные тела распола-

гаются в зонах дробления и метасоматитах кремнисто-карбонатного состава (лиственитах), приуроченных к разлому северо-западного простирания. Оруденение вкрапленного типа. Основной рудный минерал – метациннабарит, широко развиты также киноварь, золото, электрум, золотосодержащий пирит, прустит, пираргирит, марказит, антимонит и самородная ртуть. В верхних частях месторождения развита зона окисления, в которой присутствуют киноварь и самородное золото. Попутно с золотом из руд извлекают серебро и ртуть с соотношением Au : Ag : Hg = 1 : 2 : 2.

Золотосурьмяное месторождение Сарылах находится на северо-востоке Якутии, в 30 км к юго-западу от пос. Усть-Нера. Вмещающими служат песчаники, алевролиты и аргиллиты поздне триасового возраста, которые смяты в крупную антиклинальную структуру. Месторождение приурочено к минерализованной зоне дробления северо-западного простирания, которая прослеживается по простиранию и падению на сотни метров. Рудное тело представлено кварц-антимонитовой жиллой с раздувами и пережимами, мощность её изменяется от 0,05–0,1 до 3–3,3 м. Висячем боку жилы преобладают массивные мелкокристаллические сурьмяные руды. В лежачем боку развит молочно-белый или полупрозрачный кварц с редкой вкрапленностью и отдельными прожилками и гнёздами антимонита. Меньшим распространением пользуются самородное золото, пирит, арсенопирит, галенит и шеелит. Золото мелкое и тонкое, проба его исключительно высокая (960–990 ‰), примесь ртути составляет 0,1–0,46 % [4]. В приповерхностных участках жилы антимонит частично окислен и замещён сенармонтитом и валентинитом. Из руд месторождения добываются сурьма и золото.

Обсуждение результатов. Приведённый обзор месторождений и проявлений сурьмы и ртути Приамурской провинции показал, что на некоторых из них содержания золота достигают промышленных величин. Так, на Ланском ртутном месторождении примесь золота в отдельных пробах достигает 1,5 г/т, на золотортутном проявлении Иорик – 2,6 г/т, а в от-



дельных кварцевых прожилках – 23,4 г/т. Проявления ртути Двойное, Старый Янкан и Глебовское Соловьевского узла также золотоносны на уровне до 2,5–4,0 г/т. Высокие содержания примеси золота отмечают также в киновари проявления Двойное, а также киновари и самородной ртути Ланского месторождения. Самородное золото отмечается в рудах месторождения Ланское, проявлений Иорик и Старый Янкан. За счёт многих из золотоносных сурьмяных и ртутных месторождений и проявлений образованы россыпи золота, что указывает на существенное содержание золота в их рудах. Золото в россыпях, берущих начало из района ртутных и сурьмяных проявлений, обычно мелкое, высокопробное, что характерно для ряда золотортутных и золотосурьмяных месторождений [14]. В качестве минералов-примесей в россыпях золота нередко отмечается киноварь.

Судя по имеющимся данным, проявления ртути Ланского, Соловьевского и Ерикского рудных узлов слабо опоискованы на золото. В их пределах возможно выявление золоторудных месторождений кючюсского типа золотортутной формации. Аналогом их служит крупное золотортутное месторождение Кючюс, расположенное в Якутии среди песчано-алевролитовых толщ верхоянского комплекса. Оно сходно по геологической позиции, составу руд окolorудных метасоматитов с ртутными проявлениями кварц-диккитового типа Приамурья.

Аналогом ртутных проявлений листовитового типа Глебовское и Старый Янкан Соловьевского РРУ может быть месторождение Ноксвилл (США). Как и указанные проявления, оно расположено в массиве ультрабазитов и приурочено к зоне листовитизации с золотортутной минерализацией.

Сурьмяные месторождения провинции были опоискованы и разведаны в первой половине XX века. Золотоносность их изучена слабо, поэтому сурьмяные месторождения и проявления нуждаются в ревизионных работах на благородные металлы. Одним из эталонов для поисков может быть золоторудное месторождение Сарылах, схожее по геолого-структурной позиции, вмещающим породам, ме-

тасоматитам и минеральному составу антимонит-кварцевых рудных тел с сурьмяными месторождениями Приамурья.

При ревизии ртутных и сурьмяных проявлений особое внимание следует обратить на зоны сульфидной вкрапленности. Они могут представлять интерес при выявлении золотосульфидных месторождений. Примером таких месторождений может служить крупное золоторудное месторождение Майское, в пределах которого имеются антимонит-кварцевые жилы. Сурьмяные и ртутные проявления могут быть признаками наличия золотосульфидных минерализованных зон.

Крупное по запасам золота Майское золоторудное месторождение золотосульфидной формации находится в Чаунском районе Чукотского автономного округа в 150 км к юго-востоку от районного центра г. Певек. Вмещающие породы представлены песчано-алевросланцевыми отложениями кевеевской свиты среднего триаса, интрузивные породы – комплексом даек гранодиорит-порфиров, лампрофиров и риолит-порфиров ранне-поздне-мелового возраста [2]. Рудные тела Майского месторождения представлены сульфидизированными линейными зонами дробления и смятия субмеридионального простирания. Основными рудными минералами являются золотоносный игольчатый арсенопирит и мышьяковистый пирит. Значительная часть золота тонкодисперсной размерности входит в состав этих сульфидов. Другая генерация золота с повышенными содержаниями серебра, ртути и селена выявлена в кварц-антимонитовых жилах.

Заключение. Приведённые в статье материалы по геолого-структурной позиции и составу руд сурьмяных и ртутных месторождений Приамурской провинции указывают на сходство их с известными крупными месторождениями золотосурьмяной и золотортутной формаций. Наличие в рудах ряда месторождений и проявлений сурьмы и ртути самородного золота и повышенных концентраций благородных металлов позволяют рекомендовать ревизию сурьмяных и ртутных месторождений и проявлений Приамурской золо-



тоносной провинции на золото. Кроме того, проявления сурьмы и ртути нередко являются признаками наличия минерализованных зон золотосульфидных месторождений. Поэ-

тому при ревизионных работах могут быть выявлены новые золоторудные месторождения не только золотосурьмяной и золотортутной, но и золотосульфидной формации.

Список литературы

1. Агафоненко С. Г., Усов И. О. [и др.]. Государственная геологическая карта РФ. Лист N-53-XXVI. Объяснительная записка. – М. : ВСЕГЕИ, 2015. – 98 с.
2. Артемьев Д. С. Особенности геологического строения и вертикальной зональности рудных тел Майского золоторудного месторождения (Центральная Чукотка) // Региональная геология и металлогения. – 2015. – Т. 64. – С. 94–100.
3. Волков А. В. Золото-сульфидные месторождения вкрапленных руд Северо-Востока России: особенности геолого-генетической и поисковой модели // Золото и технологии. – 2021. – № 4 (54). – С. 48–59.
4. Галкин М. А. Минеральные ассоциации на ртутных месторождениях Северо-Востока Якутии // Доклады Академии наук СССР. – 1966. – Т. 169, № 2. – С. 438–440.
5. Коньшиев В. О., Жидков С. Н., Степанов В. А. Золотортутное месторождение Кючюс // Колыма. – 1993. – № 3. – С. 11–15.
6. Кошеленко В. В., Мавринская С. А. [и др.]. Государственная геологическая карта РФ. Лист N-51-XXVII. Объяснительная записка. – М. : ВСЕГЕИ, 2019. – 150 с.
7. Мельников А. В., Степанов В. А. Рудно-россыпные узлы южной части Приамурской золотоносной провинции. – Благовещенск : АмГУ, 2013. – 222 с.
8. Мельников А. В., Степанов В. А. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 2. Центральная часть провинции. – Благовещенск : АмГУ, 2014. – 300 с.
9. Мельников А. В., Степанов В. А. История рудного золота Приамурья. – Благовещенск : АмГУ, 2021. – 160 с.
10. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков. – Благовещенск : КИП по Амурской области, 2000. – 168 с.
11. Мурашев Д. Ф. Аятское месторождение золота и киновари // Записки Горного института. – 1915. – Т. 5, вып. 4–5. – С. 361–381.
12. Петрук Н. Н., Волкова Ю. Р. [и др.]. Государственная геологическая карта РФ. Лист M-52. Объяснительная записка. – М. : ВСЕГЕИ, 2012. – 496 с.
13. Сержников А. Н., Волкова Ю. Р., Яшинов А. Л. [и др.]. Государственная геологическая карта РФ. Лист N-52. Объяснительная записка. – М. : ВСЕГЕИ, 2007. – 326 с.
14. Степанов В. А. Геология золота, серебра и ртути. Часть 2. Золото и ртуть Приамурской провинции. – Владивосток : Дальнаука, 2000. – 161 с.
15. Степанов В. А. Этапы формирования и генезис золоторудных месторождений Приамурья // Доклады Академии наук. – 2005. – Т. 403, № 1. – С. 83–87.
16. Федорчук В. П. Геология ртути. – М. : Недра, 1983. – 240 с.
17. Vredenburg L. M. Tertiary gold bearing mercury deposit of the Coast Ranges // California Geology. – 1982. – V. 35, № 2. – P. 23–27.

References

1. Agafonenko S. G., Usov I. O. [et al.]. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. List N-53-XXVI. Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological map of the Russian Federation. Sheet N-53-XXVI. Explanatory note], Moscow, VSEGEI Publ., 2015, 98 p.
2. Artem'ev D. S. Osobennosti geologicheskogo stroeniya i vertikal'noi zonal'nosti rudnykh tel Maisko go zolotorudnogo mestorozhdeniya (Tsentral'naya Chukotka) [Features of the geological structure and vertical zonality of ore bodies of the May gold deposit (Central Chukotka)], *Regional'naya geologiya i metallogeniya* [Regional Geology and Metallogeny], 2015, V. 64, pp. 94–100. (In Russ.).
3. Volkov A. V. Zoloto-sul'fidnye mestorozhdeniya vkraplennykh rud Severo-Vostoka Rossii: osobennosti geologo-geneticheskoi i poiskovoi modeli [Gold-sul-



- fide deposits of interspersed ores of the North-East of Russia: features of the geological-genetic and search model], *Zoloto i tekhnologii* [Gold and technologies], 2021, No 4 (54), pp. 48–59. (In Russ.).
4. Galkin M. A. Mineral'nye assotsiatsii na rtutnykh mestorozhdeniyakh Severo-Vostoka Yakutii [Mineral associations in mercury deposits of the North-East of Yakutia], *Doklady Akademii nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], 1966, V. 169, No 2, pp. 438–440. (In Russ.).
 5. Konyshchev V. O., Zhidkov S. N., Stepanov V. A. Zoloto-rtutnoe mestorozhdenie Kyuchyus [Gold-mercury deposit Kyuchus], *Kolyma* [Kolyma], 1993, No 3, pp. 11–15. (In Russ.).
 6. Koshelenko V. V., Mavrinskaya S. A. [et al.]. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. List N-51-XXVII. Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation. Sheet N-51-XXVII. Explanatory note], Moscow, VSEGEI Publ., 2019, 150 p.
 7. Mel'nikov A. V., Stepanov V. A. Rudno-rossypnye uzly yuzhnoi chasti Priamurskoi zolotonosnoi provintsii [Ore-placer nodes of the southern part of the Amur gold-bearing province], Blagoveshchensk, AmGU Publ., 2013, 222 p.
 8. Mel'nikov A. V., Stepanov V. A. Rudno-rossypnye uzly Priamurskoi zolotonosnoi provintsii. Chast' 2. Tsentral'naya chast' provintsii [Ore-placer nodes of the Amur gold-bearing province. Part 2. The central part of the province], Blagoveshchensk, AmGU Publ., 2014, 300 p.
 9. Mel'nikov A. V., Stepanov V. A. Istoriya rudnogo zolota Priamur'ya [History of ore gold of the Amur region], Blagoveshchensk, AmGU Publ., 2021, 160 p.
 10. Mineral'no-syr'evaya baza Amurskoi oblasti na rubezhe vekov [Mineral resource base of the Amur region at the turn of the century], Blagoveshchensk, KPR po Amurskoi oblasti Publ., 2000, 168 p.
 11. Murashev D. F. Ayatskoe mestorozhdenie zolota i kinovari [Ayatskoye gold deposit and cinnabar], *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 1915, V. 5, No 4–5, pp. 361–381. (In Russ.).
 12. Petruk N. N., Volkova Yu. R. [et al.]. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. List M-52. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation. Sheet M-52. Explanatory note], Moscow, VSEGEI Publ., 2012, 496 p.
 13. Serezhnikov A. N., Volkova Yu. R., Yashnov A. L. [et al.]. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. List N-52. Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological map of the Russian Federation. Sheet N-52. Explanatory note], Moscow, VSEGEI Publ., 2007, 326 p.
 14. Stepanov V. A. Geologiya zolota, serebra i rtuti. Chast' 2. Zoloto i rtut' Priamurskoi provintsii [Geology of gold, silver and mercury. Part 2. Gold and mercury of the Amur province], Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2000, 161 p.
 15. Stepanov V. A. Etapy formirovaniya i genezis zolotorudnykh mestorozhdenii Priamur'ya [Stages of formation and genesis of gold deposits of the Amur region], *Doklady akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences], 2005, V. 403, No 1, pp. 83–87. (In Russ.).
 16. Fedorchuk V. P. Geologiya rtuti [Geology of mercury], Moscow, Nedra Publ., 1983, 240 p.
 17. Vredenburg L. M. Tertiary gold bearing mercury deposit of the Coast Ranges, *California Geology*, 1982, V. 35, No 2, pp. 23–27.

Степанов Виталий Алексеевич (vitstepanov@yandex.ru)

доктор геол.-минерал. наук, профессор, главный научный сотрудник НИГТЦ ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский, Россия