

## Вулканогенные золото-серебряные месторождения Приамурья

Приведено описание вулканогенных золото-серебряных месторождений Приамурья (Покровское, Желтунак, Буринда, Прогнозное). Установлено, что они приурочены к вулканическим депрессиям раннемелового возраста, в пределах которых широко развиты экструзивные и субвулканические магматические образования. Рудные тела представлены жильно-прожилковыми зонами и жилами адуляр-карбонат-кварцевого состава. Низкопробное золото и электрум находятся главным образом в свободной форме. Показаны основные критерии оценки перспектив золото-серебряных месторождений Приамурья. Учет этих критериев позволит более рационально выделять площади для постановки поисковых работ и производить переоценку золото-серебряных месторождений и рудопроявлений.

Ключевые слова: *золото-серебряные месторождения, вулканы, проба золота, электрум, метасоматиты.*

A. E. PERESTORONIN (LLC «Amurmed»), V. A. STEPANOV (Research Geotechnological Center FEB RAS)

## Volcanic gold-silver deposits of the Amur Region

The description of volcanic gold-silver deposits of the Amur Region (Pokrovskoye, Zheltunak, Burinda, Prognoznoye). It has been established that they are confined to the Early Cretaceous volcanic depressions within which widespread extrusive and subvolcanic igneous rocks. Ore bodies are represented by vein-vein zones and veins adularia-carbonate-quartz composition. Base gold and electrum are mainly in the free form. The basic criteria for assessing the prospects of gold-silver deposits in the Amur Region. The inclusion of these criteria will enable a more rational to allocate space for staging prospecting and re-evaluate the gold-silver deposits and occurrences.

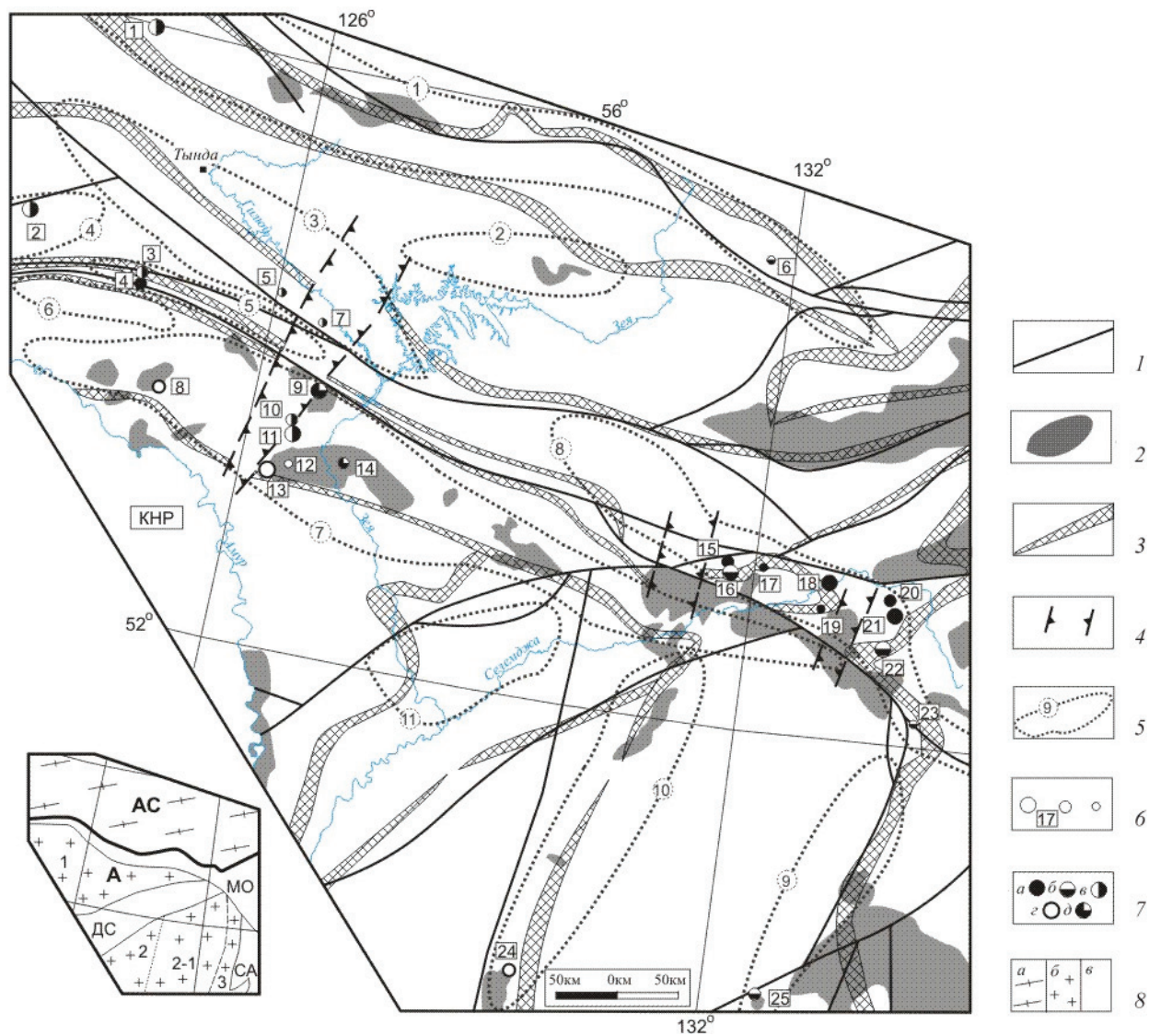
Keywords: *gold-silver deposits, volcanics, finesse of gold, electrum, metasomatic.*

**Введение.** Золото-серебряное оруденение вулканогенного генезиса в Приамурье известно с 1970-х годов прошлого века, когда были выявлены крупное месторождение Покровское и мелкие – Буринда, Желтунак и Прогнозное. Руды этих месторождений легкообогатимы, что существенно повышает их ценность. К настоящему времени месторождения Покровское, Буринда и Желтунак отработаны, а объём золотодобычи Амурской области обеспечивается за счет эксплуатации золото-кварцевого месторождения Албын, золото-полиметаллического Березитовое, а также окисленных руд месторождения Пионер. Балансовые запасы золота этих месторождений значительно истощены, а вовлечение в отработку упорных первичных руд месторождений Пионер и Маломыр отложено из-за задержки строительства автоклава на Покровском руднике. Перед геологической службой Приамурья стоит задача выявления новых месторождений с легкообогатимыми рудами. Таковыми могут быть вулканогенные золото-серебряные месторождения. Подобные объекты в других регионах России достигают крупных и уникальных размеров (Балей, Кубака, Купол, Многовершинное и др.) и служат основой золотодобывающей промышленности. Перспективы выявления в Приамурье значительных по запасам золото-серебряных месторождений также велики. Результативность поисков во многом зависит от использования результатов комплексного изучения и анализа накопленного за многие годы богатого фактического материала по

геологии, минералогии, геохимии и другим аспектам известных золото-серебряных месторождений, являющихся эталонными объектами.

**Металлогения золота Приамурской провинции.** Приамурская золотоносная провинция находится в области взаимодействия Сибирской платформы, Центрально-Азиатского и Тихоокеанского подвижных поясов. Провинция охватывает сочленение двух геоблоков – Алдано-Станового (Сибирская платформа) и Амурского, разделенных Монголо-Охотской складчатой системой (рис. 1). Западная и центральная части Амурского геоблока принадлежат к Центрально-Азиатскому подвижному поясу, а восточная – к Тихоокеанскому [2]. Формирование подавляющей массы золотого оруденения Приамурья происходило в один возрастной этап, определяемый позднемезозойской тектоно-магматической активизацией, вызванной коллизией жестких блоков окраины Сибирской платформы и Амурского композитного массива [7, 8].

Золотое оруденение отчетливо контролируется зонами трансрегиональных и региональных разломов субширотной и субмеридиональной ориентировки, а также протяженными зонами повышенного горизонтального градиента поля силы тяжести (гравитационными ступенями), разделяющими крупные блоки земной коры с различной плотностью [1]. Золоторудные объекты разного ранга располагаются в виде протяженных поясов или металлогенических зон. На участках пересечения этих зон поперечными глубинными линейными, часто выраженными нарушениями корреляции поля



**Рис. 1.** Схема структурного районирования и положение золотоносных металлогенических зон Приамурья, по [2] с дополнениями авторов

1 – зоны трансрегиональных и региональных разломов; 2 – площади распространения раннемеловых вулканитов; 3 – региональные гравитационные ступени, разделяющие блоки земной коры с различной плотностью; 4 – поперечные структуры поля силы тяжести; 5 – золотоносные металлогенические зоны: 1 – Северо-Становая, 2 – Сугджарская, 3 – Желтулакская, 4 – Пришилкинская, 5 – Янкано-Джагдинская, 6 – Ольдойская, 7 – Северо-Буреинская, 8 – Джагды-Селемджинская, 9 – Восточно-Буреинская, 10 – Туранская, 11 – Чагоян-Майская; 6 – золоторудные месторождения (слева направо): средние и крупные (более 30 т), мелкие (5–15 т), очень мелкие (менее 5 т): 1 – Бамское, 2 – Березитовое, 3 – Кировское, 4 – Соловьевское, 5 – Успенское, 6 – Колчеданный Утес, 7 – Золотая Гора, 8 – Буринда, 9 – Икан, 10 – Александра, 11 – Пионер, 12 – Желтунак, 13 – Покровское, 14 – Двойное, 15 – Кварцитовое, 16 – Маломыр, 17 – Ворошиловское, 18 – Токур, 19 – Сагур, 20 – Унгличкан, 21 – Албын, 22 – Эльгинское, 23 – Лысогорское, 24 – Прогнозное, 25 – Нони; 7 – типы золоторудных месторождений: *a* – золото-кварцевые, *b* – золото-сульфидные, *в* – золото-сульфидно-кварцевые, *г* – золото-серебряные, *д* – золото-молибден-меднопорфировые; 8 – на схеме: *a* – АС: Алдано-Становой геоблок, *b*, *в* – А: Амурский геоблок; *б* – композитные массивы (1 – Керулено-Аргуно-Мамынский, 2 – Сюннен-Туранский, 2-1 – его Туранский блок, 3 – Буреинско-Дзямусы-Ханкайский), *в* – складчатые и складчато-надвиговые системы (МО – Монголо-Охотская, ДС – Дасинаньлинь-Селемджинская, СА – Сихотэ-Алинская)

силы тяжести, локализуются золоторудные узлы и поля различных масштабов.

В размещении золотого оруденения наблюдается определенная зональность. В центральной, приамериканской части провинции наиболее развито оруденение золото-кварцевой формации (месторождения Токур, Албын, Кварцитовое и др.), приуроченное к черносланцевым толщам Монголо-Охотской складчатой системы. На периферии провинции расположен ряд золото-серебряных месторождений и рудопроявлений. В южной части региона они приурочены к вулканитам

Умлекано-Огоджинского вулcano-плутонического пояса (месторождения Покровское, Буринда, Желтунак и ряд рудопроявлений) и Нижнезейской вулканогенной зоны (Прогнозное). В северной части провинции рудопроявления подобного типа связаны с Северо-Становым вулканическим поясом (рудопроявления Мульмугинское, Приисковское, Бомнак, Глыбовое, Ясное, Хакули, Солнечное, Салакит и др.). В качестве эталонными выбраны наиболее изученные объекты – месторождения Покровское, Желтунак, Буринда и Прогнозное.

**Месторождение Покровское.** Первые штуфы с высоким содержанием золота отобраны В. Д. Мельниковым в 1974 г. Это послужило основанием для постановки геологической съемки м-ба 1 : 50 000 (1975–1976 гг.), в процессе проведения которой были вскрыты первые рудные тела месторождения (Ю. В. Кошков, Н. И. Бараков). В настоящее время оно отработано, добыто около 60 т золота. Месторождение изучалось многими геологами (Ю. В. Кошков, Н. И. Бараков, В. Д. Мельников, Г. С. Лопатинский, Л. О. Сахьянов, А. И. Дементенко, В. А. Гуменюк, А. П. Захаров, О. А. Кошеницкий, А. Б. Лазарев, Н. Г. Власов, А. А. Малышев, А. Е. Казанцев, В. Г. Хомич, Н. С. Остапенко и др.) [5, 6, 9].

Покровское месторождение находится в южной части Улунгинского рудного узла в составе Северо-Буреинской металлогенической зоны, совпадающей с Умлекано-Огоджинским вулканоплутоническим поясом раннемелового возраста [4]. Месторождение приурочено к юго-восточному обрамлению Гонжинского выступа докембрийского фундамента Керулено-Аргуно-Мамынского композитного массива и расположено на участке сочленения Тыгда-Улунгинской раннемеловой вулканической депрессии, раннемелового Сергеевского гранитоидного массива верхнеамурского комплекса и блока терригенных пород Ушумунского прогиба юрского возраста (рис. 2).

Месторождение приурочено к зоне слабопротяженного градиента магнитного поля с перепадом значений около 100 нТл. Восточнее месторождения локализируются локальные положительные магнитные аномалии интенсивностью в сотни нТл, связанные с вулканитами. Месторождение располагается в северной краевой части крупной положительной аномалии поля силы тяжести. Южнее проходит гравитационная ступень субширотного простириания. Кроме того, месторождение находится в восточной части крупной субмеридиональной зоны нарушения корреляции поля силы тяжести, пересекающей несколько субширотных гравитационных ступеней (рис. 1). В пределах этой же зоны севернее находятся золоторудные месторождения Пионер, Александра, Золотая Гора и Икан.

Стержневым элементом структуры рудного поля является Покровский палеовулкан раннемелового возраста, который представлен жерлом, кальдерой и локальным купольным поднятием. Жерло диаметром около 500 м имеет воронкообразную форму. Кальдера, выполненная лаво-пирокластическим материалом дацитового и риодацитового состава, образует локальную просадку, обрамляющую жерло. Границами площади распространения вулканитов являются тектонические нарушения. Мощность вулканитов достигает 70 м. Экструзивный купол (жерловая фация) и его силлообразные апофизы мощностью от 10–15 до 65 м сложены риолитами, андезидацитами и дацитами. Широко представлены дайки риолитов, риодацитов, диоритовых порфиритов.

Основными рудовмещающими породами Покровского золоторудного месторождения являются нижнемеловые гранитоиды Сергеевского массива, прорывающие песчаники и алевролиты верхней юры и в свою очередь прорванные и перекрытые нижнемеловыми вулканитами. Золотое оруденение приурочено к пологозалегающей пластине гранитоидов, локализованной на

крыльях и в сводовой части куполовидного (горст-антиклинального) поднятия субширотной ориентировки. Важное рудоконтролирующее значение имеет силлообразное тело дацитов, которое откартировано в центральной части месторождения на различных глубинах (рис. 2). Силл контролирует положение нижней границы кварцевых рудных тел, во многом определяющей закономерности локализации руд. Поверхность силла имеет сложное строение, для неё характерно чередование участков крутого и горизонтального залегания. Мощность силла от первых до 40–45 м.

Породы рудовмещающего комплекса претерпели неоднократное воздействие гидротермально-метасоматических изменений. Наиболее широко проявлены дорудные пропилитизация и аргиллизация. Пропилиты развиты преимущественно по вулканитам среднего состава на флангах рудного поля. Аргиллизация проявлена более интенсивно. Ей подвергнуты все разности пород вне зависимости от исходного состава.

Предрудные кварц-серицит-гидрослюдистые изменения накладываются на аргиллизиты. Кварц-серицит-гидрослюдистые метасоматиты формируют своеобразный чехол, в котором заключены золотоносные кварцево-жильные и жильно-прожилковые образования. С зоной развития кварцево-слюдистых метасоматитов совпадают участки околорудного метасоматического окварцевания, карбонатизации и адуляризации. Мощность их не превышает первых десятков сантиметров. Уровень золотоносности кварц-серицит-гидрослюдистых метасоматитов – десятки доли грамм на тонну. Минералом концентратором золота является пирит.

Рудные зоны располагаются в апикальной части Сергеевского гранитного массива и залегают близгоризонтально с плавными изгибами в разрезе (рис. 2). Оруденение экранируется сверху покровными вулканитами, а снизу подстилается силлом дацитов и риодацитов. По характеру геологического строения и степени рудоносности в пределах рудного поля выделены три участка: Покровка-1, Покровка-2 и Покровка-3. Рудные тела, вмещающие основные запасы золота (Главное, Новое, Озерное, Зейское и Молодежное), расположены в западной части месторождения на участках Покровка-1 и Покровка-3. Оруденение менее продуктивного участка Покровка-2, расположенного в юго-восточной части месторождения, представлено зонами прожилково-сетчатого окварцевания в кварц-серицит-гидрослюдистых метасоматитах и аргиллизитах по гранитоидам и вулканитам. Второстепенный тип руд представлен обломочно-россыпными (окисленными) телами, связанными со скоплениями обломков рудного кварца в агломератах и неоген-четвертичных отложениях сазанковской свиты.

Рудные тела представлены пологозалегающими зонами прожилкового окварцевания мощностью от первых до 70 м (обычно 25–35 м) и размерами в плане от 130–200 × 60–140 до 800 × 350 м. В разрезе они имеют пластообразную форму и представляют собой сложные жильные зоны, образованные совокупностью круто- и пологопадающих кварцевых и кварц-карбонатных жил, прожилков, брекчий кварцевого состава. Кварцевые жилы – «стержневые» в этих зонах, их количество достигает 4–5, крутопадающие кварцевые жилы преобладают в центральных частях рудных тел. Для



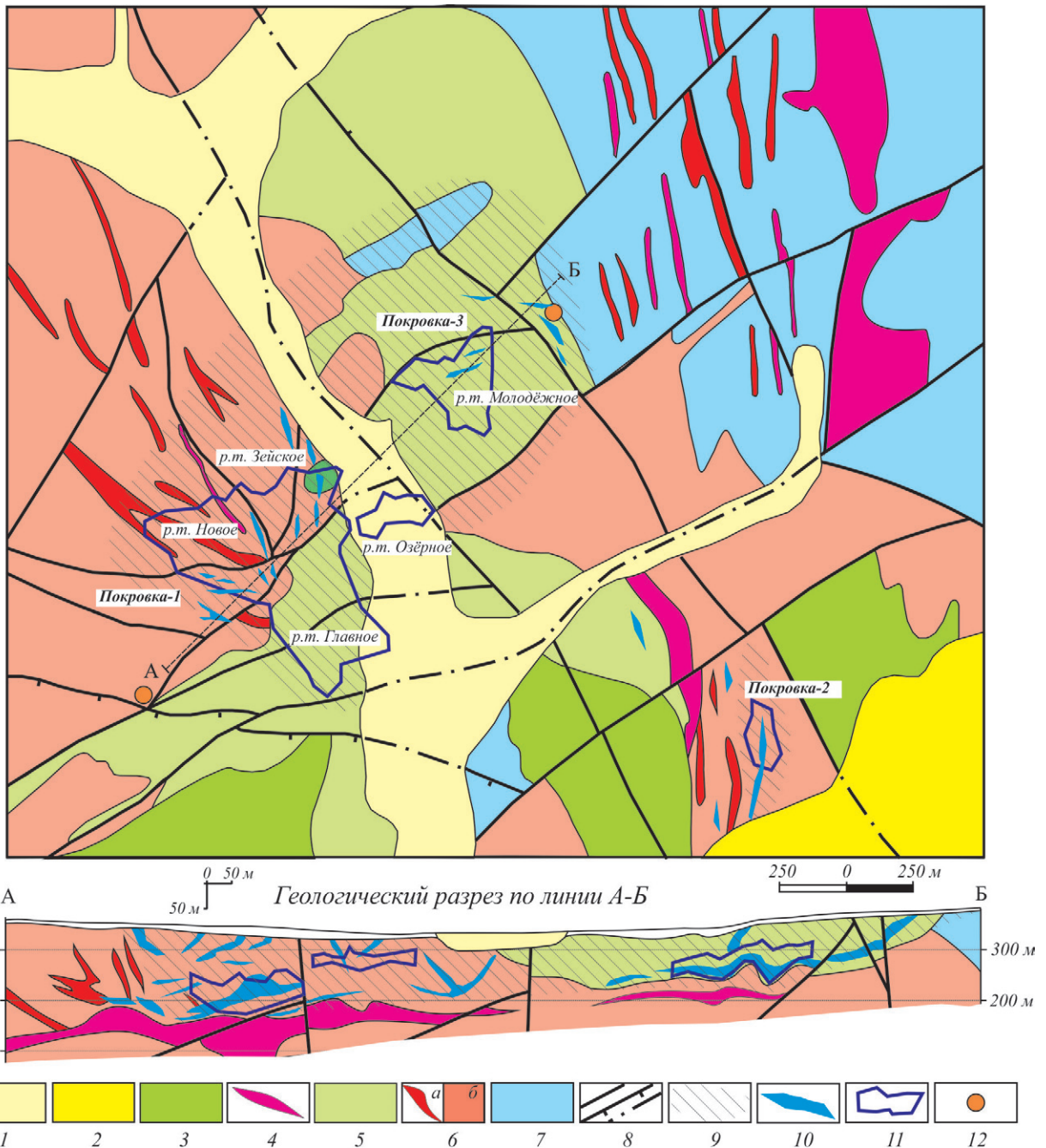


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Покровского рудного поля (по Л. О. Сахьянову, 1985, с изменениями)

1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – неогеновые отложения сазанковской свиты (пески, глины, алевриты); 3 – галькинская свита ( $K_2$ ): туфобрекчии с линзами туфопесчаников, песчаников; 4 – талданский комплекс андезидацитовый ( $K_1$ ): дациты, дацит-порфиры; 5 – талданская свита ( $K_1$ ): дациты, риодациты, их туфы, лавокластиты; 6 – верхнеамурский комплекс ( $K_1$ ): а – гранит-порфиры; б – граниты биотитовые и гранодиориты; 7 – аякская свита ( $J_3$ ): песчаники, алевролиты, аргиллиты; 8 – разломы; 9 – ареалы развития кварц-серицит-гидрослюдистых метасоматитов; 10 – кварцевые тела (жилы); 11 – проекции рудных тел на горизонтальную и вертикальную плоскости; 12 – рудопроявления золота

«стержневых», наиболее продуктивных жил характерно совмещение всех минеральных ассоциаций руд, известных на месторождении. Зоны прожилкования и кварцевые брекчии обычно уступают кварцевым жилам по уровню золотоносности. Прожилковое окварцевание развито со стороны висячих боков рудных зон. Зоны окварцованных брекчий залегают полого и чаще всего локализуются в лежащих боках рудоносных зон. Средние содержания золота по месторождению 3,0–4,5, серебра 3–21 г/т.

На месторождении широко проявлена зона окисления, в связи с чем кроме первичных выделяются

дезинтегрированные гипергенные руды. Количество их составляет ~ 40 % от общего объема руд месторождения.

Текстуры руд чаще всего брекчиевые, колломорфно-полосчатые, каркасно-пластинчатые. Структуры кварца – мелкозернистые до халцедоновидных. Первичные руды представлены в различной степени окварцованными, кварц-серицит-гидрослюдизированными гранитами и вулканитами. Содержание жильного кварца в рудах достигает 85 %. Кроме кварца присутствуют карбонаты 2–5, гидрослюды до 5–12, адуляр до 3–5, каолинит до

5–7 %. Количество рудных минералов в среднем около 1 при колебаниях от 0,5 до 3,5 %. На глубоких горизонтах участка Покровка-2 содержание сульфидов увеличивается до 4–7 %. Среди них преобладает пирит (90–95 %), отмечаются марказит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит, гематит. Редко встречаются золото, электрум, антимонит, аргентит, полибазит, прустит, пираргирит, киноварь, теннантит, фрейбергит, штернбергит, айкинит, борнит, энаргит, магнетит, самородное железо и висмутин.

Золото самородное по крупности относится к тонкому и тонкодисперсному. Размер золотинок 0,003–0,07 мм. Основная его масса приурочена к кварцу. Золото образует самостоятельные выделения в кварце, в зонах микробрекчий на границах с обломками минералов и пород, реже по трещинкам в пирите. Отмечаются сростки золота с аргентитом и полибазитом. Форма золотинок губчатая, чешуйчатая, пластинчатая, проволочковидная. Цвет бледно-желтый. Проба от 595 до 735 (средняя 685). Доля цианируемого золота в первичных рудах в среднем 82–87 %, что на 10–12 % ниже, чем в окисленных. Упорное (не извлекаемое прямым цианированием) золото приурочено к сульфидам 4,4–8,1, гидроксидам железа и пирротину 5,0–8,5 %.

Результаты рационального анализа первичных золотосодержащих руд месторождения Покровское (ОАО «Иргиредмет», ЦПАЛ ООО «НПГФ «Регис»):

Содержание Au, г/т	3,1–4,2
Содержание Ag, г/т	4,0–8,3
Содержание сульфидов, %	1,2–2,1
Золото свободное (амальгамируемое)	26,1–78,3
Золото в сростках (цианируемое)	3,9–60,5
<i>Всего цианируемого</i>	<i>82,2–86,6</i>
Золото в кислоторастворимых минералах (пирротин, карбонаты, гидроксиды Fe)	5,0–8,5
Золото в сульфидах	4,4–8,1
Золото, дисперсно рассеянное в кварце	0,5–4,4

По данным химического анализа, на долю SiO<sub>2</sub> в рудах приходится в среднем 63–74, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9,8–16,7 %. Количество CaO и MgO 1,9–2,2 и 0,9–2,1 %. Характерны низкие содержания Na<sub>2</sub>O (менее 1 %) и повышенные K<sub>2</sub>O (2,5–5,0 %). Сульфидная составляющая представлена главным образом S 0,8–1,2 и Fe 2,1–2,5 %. В рудах обычны повышенные содержания As 0,0n, Sb 0,00n – редко 0,0n, Bi 0,00n до 0,0n, Zn и Pb 0,00n, реже 0,0n, Cu 0,00n, реже 0,0n, Mo до 0,00n %. Практический интерес в первичных рудах представляют только Au и попутно извлекаемое Ag. Среднее отношение Au:Ag 1:0,8–1:3. В рудном теле Молодежное оно достигает 1:10 при колебании в отдельных пробах от 1:0,3 до 1:108.

Расчет коэффициентов корреляции показал, что наиболее тесными связями в рудах Покровского месторождения обладают Au и Ag. Установлены две усредненные геохимические ассоциации: Au-Ag-As-Sb и Cu-Ag-Pb-Zn-Au. Ранжированный ряд элементов в кларках концентрации: Au(4142)-Sb(1835)-As(219)-Ag(185)-Mo(14). Геохимический тип руд Au-Ag-(Sb-As-Mo).

Руды Покровского месторождения перерабатывались с применением прямого цианирования предварительной дробленой до 0,074 мм руды. Извлечение золота из первичных руд 83, окисленных 91,

среднее извлечение 87 %. Попутное извлечение серебра не более 14 %.

**Месторождение Желтунак.** Расположено в 15 км восточнее Покровского месторождения. Выявлено в 1973 г., в 2011–2012 гг. произведена разведка месторождения с утверждением балансовых запасов золота в количестве 1,5 т [3]. Среднее содержание золота в рудах 2,9, серебра 17,4 г/т.

На месторождении выделены две рудные зоны (Западная и Сухая), различающиеся по геологоструктурным особенностям, морфологии рудных тел и качеству руд. Рудные тела локализованы среди вулканитов талданской свиты раннего мела, прорванных субвулканическими интрузиями того же возраста (рис. 3).

Рудная зона Западная (западный фланг месторождения) наиболее продуктивна. Она приурочена к серии пологих чешуйчато-надвиговых структур северо-восточного простирания, погружающихся в южных румбах под углом 5–40°. Оруденение перекрыто чехлом рыхлых неоген-четвертичных отложений мощностью до 10–20 м. Бурением вскрыт ряд сближенных пологозалегающих рудных тел, в верхней части которых нередко наблюдается шлейф из рудных обломков (1–20 %), рассеянных в тектонической глине. Рудное тело Западное содержит около 50 % балансовых запасов золота месторождения. Оно зажато между двумя субпараллельными пологими (5–40°) разломами северо-восточной и восточной ориентировки и приурочено к зоне трещиноватости и брекчирования в андезитах. Мощность рудного тела от 1,2 до 10,4 м, содержание золота 1,2–104 г/т. По падению на юго-восток под углом 25–40° рудное тело прослежено на 270 м, по простиранию в северо-восточном направлении на 250 м. Руды представлены аргиллизированными и сульфидизированными андезитами с прожилково-сетчатым окварцеванием.

Рудная зона Сухая располагается на восточном фланге месторождения Желтунак. Оруденение находится в линейной минерализованной зоне протяженностью около 3000 м, вытянутой в восточном и северо-восточном направлениях. Залегание рудной зоны крутое (60–80°) с падением в северных румбах. Зона включает систему относительно прямолинейных кварцевых жил протяженностью до 300–400 м, сочленяющихся в виде «елочки» под углом 60°. Вмещающие оруденение вулканы аргиллизированы, содержат прожилки кварца, гнезда и вкрапленность пирита. Золото присутствует как в кварцевых жилах, так и в обрамляющих их кварцевых прожилках. Содержание золота 0,6–6, серебра 8–485 г/т. Рудные тела сложной морфологии, линзовидной и лентообразной формы с раздувами и пережимами как по простиранию, так и по падению. Мощность их 3–8 м.

Характерной особенностью месторождения является гнездовое (бонанцевое) распределение золота, наличие его «ураганных» содержаний при небольшой средней мощности рудных тел. Среднее золото-серебряное отношение 1:6. Золото в рудах от тонкодисперсного до мелкого комковатой и неправильной пластинчатой формы, локализуется преимущественно в кварце. Проба его 735–935 ‰.

Как окисленные, так и первичные руды месторождения Желтунак хорошо обогащаются по схеме прямого цианирования. Извлечение золота 89–92 %.



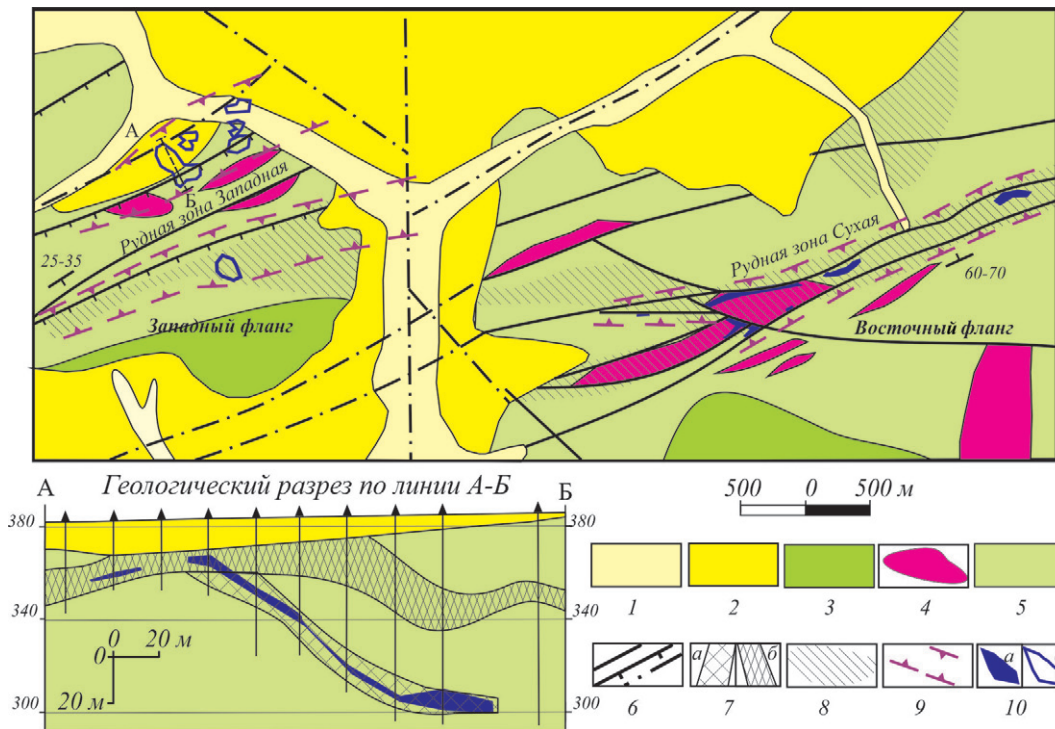


Рис. 3. Схематическая геологическая карта месторождения Желтунак (по [3], 1985, с изменениями)

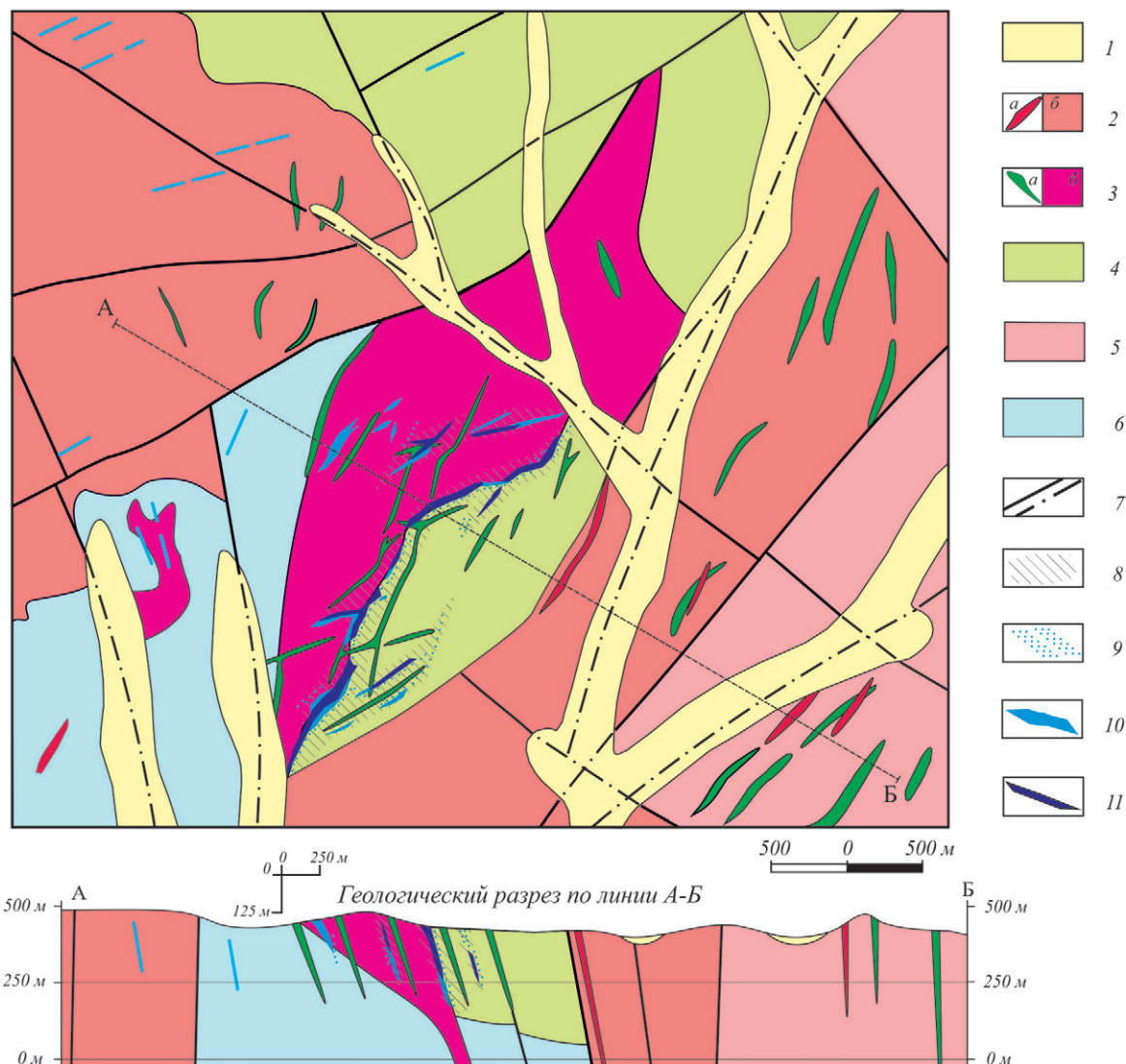
1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – неогеновые отложения сазанковской свиты (пески, глины, алевроиты); 3 – галькинская свита ( $K_2$ ): трахидациты, дациты, риодациты, их туфы; 4 – талданский комплекс ( $K_1$ ): дациты, дацит-порфиры; 5 – талданская свита ( $K_1$ ): андезиты, дациты, их туфы, лавокластиты; 6 – разломы, в том числе надвиги и перекрытые аллювием; 7 – разрывные нарушения на разрезе: а – зоны трещиноватости, б – брекчирования; 8 – ареалы развития кварц-серцит-гидрослюдистых метасоматитов; 9 – рудные зоны; 10 – рудные тела: а – выходы рудных тел на поверхность; б – проекции рудных тел на горизонтальную плоскость

**Месторождение Буринда.** Выявлено в процессе групповой геологической съёмки м-ба 1 : 50 000 (И. П. Вольская и др., 1973–1976 гг.). Впоследствии его изучали А. Б. Ефремов (поисковые работы 1977–1979 гг.), Н. Г. Коробушкин (поисковые и оценочные работы 1980–1985 гг.), В. А. Тараненко (оценочные работы 1988–1991 гг.), И. Б. Вачаев и др. (оценочные и разведочные работы 2007–2014 гг.). После проведения оценочных работ объект был переведен в ранг мелкого месторождения. При бортовом содержании золота 0,9 г/т балансовые запасы категорий  $C_2$  и  $C_1$  составили 4,6 т при среднем содержании золота 5,8, серебра 42 г/т.

Месторождение Буринда находится в северо-восточной части Буриндинского узла Северо-Буринской металлогенической зоны, совпадающей с Умлекано-Огоджинским вулканоплутоническим поясом [4]. Узел локализован на пересечении крупных зон разломов северо-западного (Амуро-Зейская) и северо-восточного (Махэ-Ольгинская) простираний и охватывает Талдано-Буриндинскую вулканоплутоническую структуру (ВПС), расположенную на юго-западном обрамлении Гонжинского выступа фундамента Амурского композитного массива. Месторождение Буринда находится в северной части крупного максимума поля силы тяжести, северо-западнее фиксируется локальный минимум. В 12–15 км южнее проходит субширотная гравитационная ступень, которой контролируется и Покровское золото-серебряное месторождение. Магнитное поле недифференцированное, от слабоотрицательного до слабоположительного (–100...+100 нТл).

Золото-серебряное оруденение сконцентрировано в юго-восточной части Талданского вулканического поля, расположенного в центральной части Талдано-Буриндинской ВПС. Поле представляет собой депрессию, сложенную раннемеловыми вулканиками талданской свиты (андезиты, андезидациты, трахиандезиты, их туфы и туфогенно-осадочные породы). Основанием депрессии служат песчаники и алевролиты средне-верхнеюрской осежинской свиты (рис. 4). Вулканики прорваны комагматичными субвулканическими телами андезитов, андезидацитов, трахидацитов и более поздними интрузиями второй, третьей и четвертой фаз раннемелового буриндинского комплекса. Интрузия кварцевых монцидиоритов второй фазы расположена в центральной части вулканического поля. Более поздние магматические образования представлены дайками четвертой фазы буриндинского комплекса (гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры), а также позднемеловыми дайками галькинского комплекса (риолиты, трахириолиты).

Вулканическая депрессия осложнена многочисленными разрывными нарушениями северо-восточного и северо-западного простираний. Месторождение локализовано в пределах локального грабена, вытянутого на северо-восток и ограниченного разломами северо-восточного направления, падающими под углами 60–80° к юго-востоку. Юго-восточная часть грабена сложена нижнемеловыми покровными вулканиками талданской свиты, которые восточнее по тектоническому нарушению граничат с гранодиоритами буриндинского комплекса. В центральной части грабена расположена



**Рис. 4.** Схематическая геологическая карта месторождения Буринда (по Н. Г. Коробушкину, 1985; В. А. Тараненко, 1991; И. Б. Вачаеву, 2014, с изменениями)

1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – буриндинский монцонит-гранодиоритовый комплекс ( $K_1$ ): а – дайки гранит-порфиров четвертой фазы, б – крупнопорфировые гранодиориты, монцодиориты, кварцевые монцониты, кварцевые диориты второй и третьей фаз; 3 – талданский субвулканический комплекс ( $K_1$ ): а – дайки диорит-порфиров, андезитов, андезидацитов, б – субвулканические тела андезитов, андезидацитов, трахидацитов; 4 – талданская свита ( $K_1$ ): андезибазальты, андезиты, андезидациты, дациты, их туфы; 5 – верхнеамурский комплекс ( $K_1$ ): кварцевые диориты, гранодиориты; б – осежинская свита ( $J_{2-3}$ ): песчаники, алевролиты; 7 – разломы, в том числе перекрытые аллювием; 8 – ареалы развития кварц-карбонат-альбит-серицит-хлоритовых (внешние зоны) и карбонат-кварц-(калишпат)-серицитовых (внутренние зоны) метасоматитов; 9 – зоны кварцевого и карбонат-кварцевого прожилкования; 10 – кварцевые, карбонат-кварцевые брекчии, кварцевые жилы; 11 – рудные тела на поверхности и в разрезе

субвулканическая интрузия андезитов талданского комплекса линзовидной формы, также вытянутая на северо-восток. В западной части грабен сложен породами фундамента – верхнеюрскими песчаниками и алевролитами осежинской свиты.

Вулканические породы подвержены слабой площадной пропилитизации преимущественно альбит-хлорит-карбонатной фации. Околорудные изменения, развивающиеся вдоль оруденельных зон, представлены во внешних зонах – пропилитовыми (кварц-карбонат-альбит-серицит-хлоритовыми) парагенезисами, а во внутренних – карбонат-кварц-(калишпат)-серицитовыми. Отмечаются и небольшие зоны окварцевания. Изменённые породы сопровождаются вкрапленностью пирита. Распространенность метасоматитов неравномерная. Самые мощные их зоны, достигающие первых десятков

метров, примыкают к продуктивным частям рудных тел. Вниз по вертикали мощность внутренних зон обычно сокращается вплоть до выклинивания. Содержание золота в метасоматитах не превышает первых десятых долей грамм на тонну.

Жильная и прожилковая минерализация, с которой непосредственно связано золото-серебряное оруденение, занимает внутренние части метасоматических зон. Жилы и прожилки по составу кварцевые, карбонат-кварцевые, кварц-карбонатные и карбонатные. Наряду с жилами и прожилками в строении рудных тел принимают участие брекчии метасоматитов на кварцевом цементе, брекчии кварца, сцементированные кварцем других генераций или кальцитом. Жильные и брекчиевые тела локализуются в линейных тектонических зонах северо-восточного простирания. Рудные тела

в стволовой части обычно представлены кварцевыми жилами (мощность до 0,5–1,5 м) и брекчиями, сопровождающимися по краям зонами прожилкования и кварцевыми метасоматитами. Прожилки занимают от 5–10 до 50 % объема пород, мощность их от 1–5 мм до 10–20 см.

На месторождении выделено 9 рудных тел, которые в зависимости от структурного положения разделены на три группы (рис. 4). Первая группа локализована в пределах субвулканической интрузии. Доля запасов золота в ней несущественна. Вторая группа объединяет рудные тела, расположенные на контакте субвулканической интрузии с покровными вулканитами. Эти тела укладываются в единую Центрально-Буридинскую зону северо-восточного простирания дугообразной формы, заключающую в себе основные запасы золота месторождения Буринда. Третья группа включает в себя два мелких рудных тела, которые локализуются в покровных вулканитах.

Общая прослеженная протяженность Центрально-Буридинской зоны составляет 2200 м. Длина рудных тел 230–600 м. На глубину руды оконтурины до 185–200 м. Рудная зона содержит порядка 70 % запасов всего месторождения (Н. Г. Коробушкин, 1985; В. А. Тараненко, 1991). Морфология рудных тел сложная, с раздувами, пережимами мощности и разветвлениями. Основные запасы золота обычно группируются в верхней части тел до глубины 20–50 м на флангах и до 100–120 м в центральной части рудной зоны. Мощность рудных тел при бортовом содержании золота 0,9 г/т от 0,4 до 19,2 при средней 5,5 м. Максимальные содержания Au достигают 68,4, Ag 319 г/т. Мощность зоны окисления не превышает 2–3 м.

Руды месторождения золото-карбонат-кварцевые убогосульфидные. Первичные руды более чем на 80 % состоят из породообразующих минералов, из них по массе преобладают кварц, полевые шпаты и глинисто-слюдисто-гидрослюдистые минералы. В значимых количествах установлены карбонаты и хлорит. Из рудных минералов в незначительных количествах отмечены пирит, галенит, сфалерит, аргентит, пираргирит, халькопирит, халькозин, борнит, ковеллин, прустит, самородное серебро и блестящие руды. Суммарная массовая доля их менее 1 %.

В. А. Гуменюк (1985) исследовал температуру образования кварца и кальцита, состав водных вытяжек и газовой фазы газовой-жидких включений. Установил, что продуктивные генерации кварца в золото-серебряных жилах образовались при температурах порядка 210 °С.

Золото-серебряная минерализация обычно приурочена к карбонат-кварцевому цементу брекчий и брекчированных пород, а также к прожилкам. Наиболее крупные включения драгоценных металлов локализуются в микротрещинах кварца, карбонатов, в трещинках спайности карбонатов. Дисперсные частицы золота и серебра размером 1–7 мкм рассеяны по массе кварца. Отмечаются сростки золота с аргентитом.

Основное количество золота в рудах относится к классу менее 0,07 мм (порядка 96 %). Остальное золото (порядка 4 %) размером 0,07–0,25 мм. Цвет его серебристый, светло-желтый, реже зеленоватый. Форма золотинок дендритовидная, крючковатая, трубчатая, лепешковидная, пластинчатая, реже комковатая, губчатая. Проба золота от 597 до 681, в среднем 627 (электрум).

Серебро образует собственные минералы – аргентит, прустит и пираргирит, а также самородные выделения. Частицы самородного серебра размером 1–2 мкм и менее развиты в массе кварца. В зернах кальцита самородное серебро с размером частиц до 6–7 мкм приурочено к трещинам спайности. Аргентит располагается по трещинам в кварце в виде ксеноморфных образований размером до 50 мкм. Попутное извлечение серебра порядка 45 %.

Основу первичных руд составляют SiO<sub>2</sub> 41–81, CaO 6,4–24,4, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,3–9,6, MgO 0,17–7,3, Na<sub>2</sub>O менее 1, K<sub>2</sub>O 0,49–1,5, редко до 2,6 %. Содержание Fe<sub>общ</sub> незначительное, 0,4–1,5, S<sub>общ</sub> 0,06–1,33 %. Отмечаются повышенные количества Sb 0,001–0,008 и As 0,003–0,05 %. Концентрации Cu, Pb, Zn, Mo на уровне кларковых. Главным полезным элементом руд является золото. Серебро рассматривается как попутный элемент. Отношение Au/Ag составляет 1:3–1:19, в среднем 1:5. Ранжированный ряд элементов руд Au(1950) – Ag(378) – Sb(166) – As(133) – W(3) – Cu(2). Геохимический тип руд Au-Ag-(Sb-As). По данным корреляционного анализа рудных проб наиболее устойчивые связи характерны для следующих элементов: Au и Ag с усредненным коэффициентом корреляции 0,78, а также Ni и Co с усредненным коэффициентом корреляции 0,69. С последними элементами ассоциируют Cu и Zn (И. Б. Вачаев, 2010).

подавляющая масса золота легко подвергается цианированию с извлечением золота от 74 до 91% и серебра на уровне 45 %.

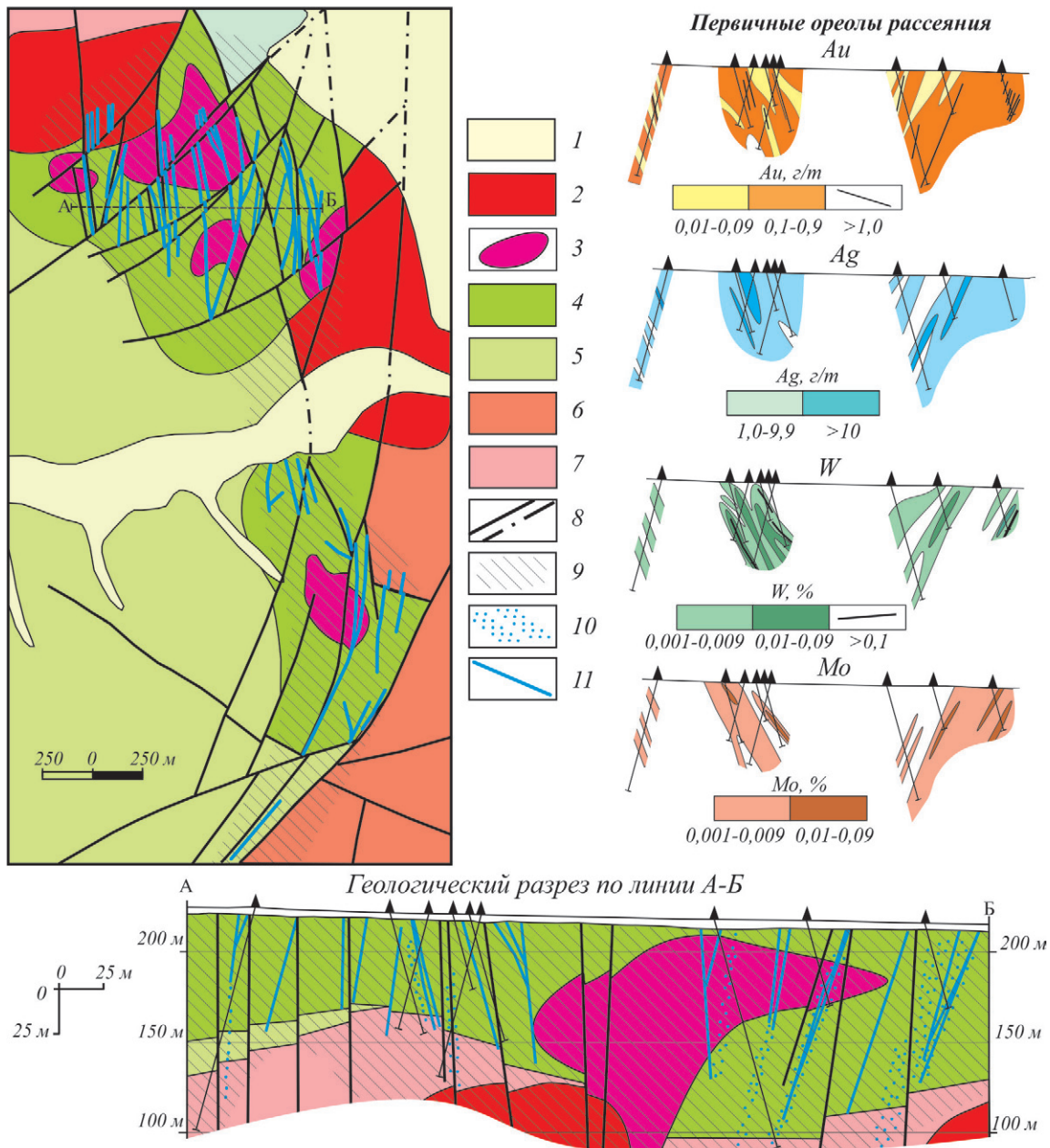
Результаты рационального анализа окисленных и первичных золотосодержащих руд месторождения Буринда (ЦНИГРИ, лаборатория ОАО «Покровский рудник», 2005–2009 гг.):

Содержание в пробах Au, г/т . . . . .	1,1–14,6, ср. 3,9
Содержание в пробах Ag, г/т . . . . .	9,1–30,7, ср. 20,1
Всего цианируемое золото, % . . . . .	69,1–94,1, ср. 85,5
Золото в сульфиде и с гидроксидами железа, % . . . . .	3,57–26,36, ср. 11,0
Золото в пленках и тонковкрапленное в кварце, % . . . . .	0,78–8,04, ср. 3,5
Итого неизвлекаемое . . . . .	4,35–34,4, ср. 13,5

**Месторождение Прогнозное.** Обнаружено при поисках месторождений урана м-ба 1 : 50 000 (В. О. Евтушенко и др., 1972). Позднее на объекте были проведены детальные поисковые работы с проходкой канав и небольшим объемом колонкового бурения (Н. Г. Власов, 1978; А. Е. Пересторонин, 1994). Ресурсы кат. P<sub>1</sub> составляют 13 т золота при среднем содержании 6,1 г/т и 50 т серебра при среднем содержании 26,8 г/т. Прогнозные ресурсы золота кат. P<sub>2</sub> составляют 20, серебра 72 т. По уровню прогнозных ресурсов объект соответствует мелкому месторождению.

Месторождение Прогнозное расположено вблизи западной границы Туранского блока Суньнэнь-Туранского композитного массива и входит в состав Симичинского золоторудного узла Туранской металлогенической зоны субмеридионального простирания [4]. Месторождение приурочено к северной части Кудринской вулканической депрессии Нижне-Зейской вулканогенной зоны субмеридионального простирания. Зона сложена вулканическими породами от среднего до кислого состава. Район месторождения попадает в зону влияния глубинного субмеридионального Туранского





**Рис. 5.** Схематическая геологическая карта месторождения Прогнозное (по Н. Г. Власову, 1978; А. Е. Пересторонину, 1994, с изменениями)

1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – лейкограниты ( $K_2$ ); 3 – экструзии трахириолитов и риолитов иркутского комплекса ( $K_1$ ); 4 – иркутская свита ( $K_2$ ): риолиты, трахириолиты, дациты, их туфы; 5 – поярковская свита ( $K_1$ ): андезиты, андезибазальты, базальты, их туфы, туфо- и лавобрекчии; 6 – гранодиориты сиенит-лейкогранитового харинского комплекса ( $J_3$ ); 7 – гранодиориты тырмобуреинского гранитоидного комплекса ( $C_{2-3}$ ); 8 – разрывные нарушения, в том числе перекрытые рыхлыми отложениями; 9 – ареалы развития карбонат-кварц-серицит-гидрослюдистых метасоматитов; 10 – зоны интенсивного прожилкового окварцевания; 11 – золотоносные кварцевые жилы и брекчии (внемасштабные)

разлома на участке пересечения его субширотной зоной Бурейского разлома. В гравитационном поле месторождение локализуется в восточной части крупного меридиально ориентированного максимума. Восточнее прослеживается крупная, также меридиально ориентированная гравитационная ступень. В магнитном поле месторождение расположено в зоне небольшого градиента (около 250 нТл/км), вытянутого почти на 12 км в субмеридиальном направлении.

Площадь месторождения сложена нижнемеловыми вулканитами поярковской (андезиты, андезибазальты, базальты, их туфы, туфо- и лавобрекчии)

и иркутской (риолиты, трахириолиты, их туфы) свит, прорванными экструзиями трахириолитов и риолитов иркутского комплекса (рис. 5). Мощность вулканитов от 55 до 130 м. Экструзии образуют sill и штоки размером на поверхности от  $160 \times 400$  до  $600 \times 700$  м. Северо-западная и восточная части площади месторождения сложены гранодиоритами тырмобуреинского гранитоидного комплекса карбона и гранодиоритами сиенит-лейкогранитового харинского комплекса поздней юры. Наиболее поздние магматические образования представлены лейкогранитами позднемелового возраста, образующими небольшие штокообразные тела.

На месторождении развиты преимущественно меридиональные разрывные нарушения системы Туранского разлома. Отмечены и мелкие разломы северо-восточного и северо-западного направлений. Меридиональные сбросо-сдвиги представлены крутопадающими сближенными зонами дробления и брекчирования. Они являются рудовмещающими, но иногда смещают рудные тела с небольшой амплитудой (10–20 м).

Вулканы подвержены площадной пропилитизации (по породам среднего состава) и аргиллизации (по кислым породам). К околорудным изменениям относятся хлоритизация, карбонат-кварц-серицит-гидрослюдистый, кварц-адуляровый метасоматоз и окварцевание. Внешние зоны метасоматической колонки представлены чаще всего хлоритизацией, а внутренние кварц-карбонат-серицит-гидрослюдистыми метасоматитами, реже метасоматическим окварцеванием, иногда адуляризацией. Метасоматиты содержат вкрапленность пирита (1–5 %), часто рассечены кварцевыми, карбонат-кварцевыми прожилками и кварцевыми жилами.

Золото-серебряное оруденение локализуется в пределах меридиональной полосы протяженностью около 4 км при ширине 0,5–1,5 км. Рудные тела локализованы в экструзиях трахириолитов, покровах трахириолитов, дацитов, их туфах, реже в гранитоидах фундамента. На рудопроявлении установлены три структурно-морфологических типа рудных тел: кварцевые жилы, брекчии и зоны прожилкового окварцевания.

Кварцевые жилы – наиболее изученный тип оруденения. С поверхности вскрыты и опробованы 174 жилы, иногда переходящие в кварцевые брекчии. Жилы группируются в 6 рудных зон («пучков»). Ширина этих зон составляет 80–200 м, а расстояние между ними 180–240 м. В каждой зоне выделяются 1–4 главные «стволовые» жилы и серия сопряженных с ними апофиз. Кварцевые жилы характеризуются сложной морфологией, резко изменчивой мощностью (0,1–9,0 м), наличием раздувов, пережимов, флексурных изгибов и многочисленных апофиз. Протяженность жил от 40 до 120 м преимущественно субмеридиональном простирании и крутых углах падения (70–80°) как на запад, так и на восток. На глубину жилы прослежены до 130 м, при этом выклинивания не установлено. В кварцевых жилах выделяются участки с массивной, полосчатой, крустификационной, кокардовой, лучистой, колломорфной и брекчиевой текстурами. Преобладают полосчатые (крустификационно-полосчатые) текстуры, обусловленные чередованием тонких полос опаловидного, халцедоновидного мелко- и крупнозернистого кварца. Контакты жил отчетливые, часто сопровождаются зонами прожилково-сетчатого окварцевания и метасоматическими брекчиями. Часто жилы обрамлены маломощными (до 0,8 м) ореолами адуляр-кварц-серицит-гидрослюдистых метасоматитов. Содержание Au в кварцевых жилах от следов до 136,9 г/т, Ag от первых до 605,0 г/т. В среднем 6,1 и 26,8 г/т при средней мощности жил 1,2 м. Золото-серебряное отношение в рудах от 1:1,5 до 1:200, в среднем 1:5.

Брекчиевые руды, состоящие из обломков вмещающих пород с прожилками кварца и небольшой примесью сульфидов, встречаются достаточно часто. Содержание Au в них бедные, в пределах 0,12–3,5, Ag 0,12–12,0 г/т.

Зоны прожилкового окварцевания изучены слабо. Они имеют линейно вытянутую форму и мощность 0,5–30 м. Редкими скважинами они прослежены на глубину до 100 м. Часто сопровождают кварцевые жилы, но могут развиваться отдельно. Содержания Au обычно на уровне от 0,п до 1,0–2,5, Ag 0,п и п г/т. На глубине в зонах прожилкования отмечены содержания золота до 4,9, серебра до 23 г/т. С глубиной увеличиваются количество прожилковых зон и содержание в них сульфидов.

Отмечается повсеместная зараженность золотом гранитоидов фундамента (0,0п–0,п г/т), часто подверженного гидротермально-метасоматическим изменениям и сульфидизации. Распространенность сульфидов в гранитоидах более интенсивна, нежели в вулканитах. В отдельных интервалах кварцевых брекчий по гранитам содержания пирита достигают 15–20 % при содержаниях Au 0,п г/т.

Зона окисления неоднородная. В некоторых случаях сульфиды не окислены на поверхности, и в то же время на глубинах 50 м встречаются участки полного их окисления.

Основной породообразующий минерал руд – кварц. Кроме него встречаются халцедон, карбонаты, адуляр, слюды, а также барит, опал, флюорит, андалузит, амфибол, эпидот, корунд. Сульфиды образуют вкрапленность, реже гнездообразные скопления. Размер зерен преимущественно сотые-десятые доли, редко 1–2 мм. Содержания сульфидов в кварцевых жилах и брекчиях 0,п–2,0, в зонах прожилкового окварцевания 2,0–5,0 %. Главный рудный минерал – пирит, редко отмечаются арсенипирит, галенит, молибденит, марказит; крайне редки золото, серебро, электрум, акантит, сфалерит, халькопирит, ильменит, шеллит, магнетит.

Полезные минералы руд – самородные золото и серебро, электрум, акантит. Пробы массой 12 кг, доля свободного золота и серебра в рудах 55,1 и 57 %. Значительная часть золота и серебра рассеяна в кварце и сульфидах. Порядка 40 % золота и 54 % серебра концентрируется в классе < 0,074 мм, что свидетельствует о преимущественно мелких и тонких выделениях золото-серебряных минералов.

Результаты рационального анализа первичных золотосодержащих руд рудопроявления Прогнозное (ДВИМС, 2004 г.):

	Золото, %	Серебро, %
Содержание в пробе (г/т) . . . . .	2,67	11,9
Крупное свободное . . . . .	7,6	2,12
Мелкое свободное . . . . .	47,53	54,83
<i>Итого свободного (амальгируемого)</i> . . . . .	<i>55,13</i>	<i>56,95</i>
В сростках с чистой поверхностью (цианируемое) . . . . .	1,91	7,66
<i>Всего цианируемого</i> . . . . .	<i>57,04</i>	<i>64,61</i>
Покрытое пленками . . . . .	10,27	8,25
В сульфидах . . . . .	25,09	9,79
Золото, дисперсно рассеянное в кварце . . . . .	7,6	17,35
<i>Итого неизвлекаемое</i> . . . . .	<i>42,96</i>	<i>35,39</i>
Итого . . . . .	100	100

В протоколках руд отмечается золото размером в сотые – десятые доли миллиметра. Форма золотинок – крючковатая, угловатая, пластинчатая,

комковатая, дендритовидная. По окраске выделяются две разновидности золота – ярко-желтая и с красноватым оттенком. Определения пробы свидетельствуют о наличии минимум трех разновидностей золота – с пробой 903, 775 и электрума.

Для месторождения характерны первичные ореолы рассеяния Au, Ag, W, Mo, Cu, Pb, Zn. Наиболее интенсивные и обширные ореолы, наряду с Au, образуют Ag, W и Mo (рис. 5). Ореолы Cu, Pb и Zn слабоинтенсивные, тяготеющие к нижним частям разреза.

Для выборки 27 рудных проб с содержанием Au более 1 г/т установлены следующие среднеарифметические содержания элементов (спектральный анализ, ЦАЛ Таежной геологической экспедиции): Au 2,3, Ag 9,6 г/т; Mo 0,0063; W 0,0028; Cu 0,0071, Pb 0,007; Zn 0,0063; As 0,0066; Sn 0,00014 %. Таким образом, кроме Au и Ag, в рудах месторождения Прогнозное заметно повышенные содержания Mo и W. В скважинах встречены интервалы, где содержания этих элементов достигают 0,0n %, а W в отдельных случаях 0,н %.

По результатам корреляционного и факторного анализов рудных проб для золото-серебряного оруденения предварительно определены две основные комплексные геохимические ассоциации – Cu-W-Mo-Ag-Sn и Zn-Pb-Au. Au и Ag попадают в разные ассоциации и не имеют корреляционной связи. Золото имеет слабую корреляционную связь лишь со свинцом. Ранжированный ряд элементов в кларках концентраций имеет следующий вид: Au(1885) – Ag(96) – Mo(26) – As(21) – W(12) – Cu(2) – Pb(1,6). Геохимический тип руд Au-Ag-(Mo-As-W).

Геохимические характеристики руд объясняются совмещением в пространстве минимум трех типов минерализации. Первый тип наиболее ранний и высокотемпературный – золото-кварц-сульфидный (прожилково-вкрапленное оруденение). Вторым – более поздний вулканогенный убогосульфидный золото-кварцевый (жильные и брекчиевые рудные тела). Третий, наиболее поздний, связанный с позднемеловыми лейкогранитами – редкометалльный молибден-вольфрамовый. Совмещение разных типов минерализации является особенностью месторождения Прогнозное, отличающего его от других золото-серебряных месторождений Приамурья.

Технологическими исследованиями предварительно установлено, что переработка руд может производиться по технологии прямого цианирования. Гравитация и флотация показали низкую эффективность извлечения благородных металлов.

**Критерии оценки перспектив золото-серебряных месторождений Приамурья.** Общие черты месторождений:

- связь с полифациальными комплексами субэпиральных вулканитов при обязательном наличии экстрезивных и субвулканических фаций;

- локализация в краевых частях вулканотектонических структур (ВТС), выраженных преимущественно вулканическими депрессиями в составе вулканоплутонических поясов (вулканических зон);

- для рудоносных ВТС характерна дифференциация вулканических пород – от средних (реже основных) до кислых разновидностей, продуктивные геологические формации – риолит-дацит-андезитовая, андезит-риолитовая;

- относительно небольшая мощность вулканических пород, выполняющих депрессии (десятки – первые сотни метров);

- рудоносные ВТС контролируются глубинными разломами на границе мегаблоков земной коры;

- рудоносные ВТС и месторождения локализируются в узлах пересечения крупных зон разломов диагональной или ортогональной ориентировки;

- локализуются в краевых частях гравитационных максимумов, вблизи региональных гравитационных ступеней субширотного и субмеридионального простирания, разделяющих блоки земной коры с различной плотностью;

- обширные ореолы дорудных пропилитов и аргиллизитов, основной тип околорудных изменений – карбонат-кварц-серицит-гидрослюдистый при подчиненных кварц-адуляровом и метасоматическим окварцеваниям;

- сочетание рудных тел выполнения открытых полостей с метасоматическими залежами, рудные тела – это комплекс кварц-карбонатных, кварцевых жил, брекчий, прожилков, зон метасоматитов;

- относительно постоянный состав жильной минерализации – кварц, халцедон, карбонаты, серицит, гидрослюды, реже адуляры;

- текстуры руд брекчиевые, колломорфнополосчатые, каркасно-пластинчатые, структуры мелкозернистые до халцедоновидных;

- золото в рудах самородное низкопробное и электрум, тонкое, тонкодисперсное, располагается преимущественно в кварце;

- основная масса золота из руд легко извлекается цианированием;

- среднее золото-серебряное отношение в рудах от 1:1 до 1:5;

- рудные поля характеризуются ареалом незолотоносной (или слабозолотоносной) сульфидной вкрапленности во вмещающих породах, с глубиной содержания сульфидов, как правило, повышается;
- геохимическая связь Au с Ag, Sb и As;

- среди сульфидов в рудах преобладает пирит при разнообразии прочих сульфидов и низком содержании сульфидной составляющей (< 2 %);

- руды бедные до богатых, иногда бонанцевые;
- масштабы – от мелких до крупных;

- зона окисления может отсутствовать, но может быть и хорошо проявлена, что улучшает технологические характеристики руд.

В таблице приведены главные критерии оценки перспектив вулканогенного золото-серебряного оруденения Приамурья. Критерии разделены на региональные, которые можно использовать при исследованиях м-б 1 : 200 000 – 500 000, и локальные, применимые для крупномасштабных исследований (м-б 1 : 50 000 – 1 : 10 000).

Основные перспективы выявления вулканогенного золото-серебряного оруденения в Приамурье связаны с вулканоплутоническими (вулканическими) поясами Умлекано-Огоджинским, Нижне-Зейским в пределах Керулено-Аргуно-Мамынского и Сюннень-Туранского композитных массивов, а также с Северо-Становым вулканическим поясом в пределах Алдано-Станового мегаблока.

**Заключение.** Рассмотрены известные в Приамурье золото-серебряные месторождения вулканогенного генезиса, характеризующиеся преимущественно легкоизвлекаемым золотом. Это месторождения Покровское, Желтунак, Буринда и Прогнозное. Несмотря на различия, у них есть



## Главные критерии оценки перспектив вулканогенного золото-серебряного оруденения Приамурья

Уровни локализации	Критерии
Региональный (рудный узел)	<p>Наличие ВТС, выраженных преимущественно вулканическими депрессиями в составе вулканоплутонических поясов (вулканических зон)</p> <p>В пределах ВТС наличие дифференцированных комплексов вулканитов при обязательном наличии субвулканических и экструзивных фаций</p> <p>Близость глубинных разломов и протяженных гравитационных ступеней регионального характера, отождествляемых с глубинными разломами корово-мантийного заложения</p> <p>Продуктивные геологические формации риолит-дацит-андезитовая, андезириолитовая</p> <p>Близость скрытых поперечных линейных элементов гравитационного поля (нарушений корреляции), осложняющих гравитационные ступени</p> <p>Проявленность раннемелового интрузивного магматизма умеренно кислого до среднего составов</p> <p>Узлы пересечения крупных зон разломов диагональной или ортогональной ориентировок</p> <p>Краевые части крупных выступов древнего кристаллического фундамента</p> <p>Краевые части максимумов поля силы тяжести</p> <p>Градиенты регионального магнитного поля</p> <p>Выраженность рудных узлов в региональном аномальном геохимическом поле (аномалии Au, Ag, As, Sb, Mo, W, Pb, Zn, Cu)</p> <p>Благоприятный эрозионный срез, выраженный отсутствием крупных площадей покровных фаций вулканитов</p>
Локальный (рудное поле, месторождение)	<p>Обширные ореолы дорудных пропицитов и аргиллизитов, основной тип околорудных преобразований – карбонат-кварц-серицит-гидрослюдистые изменения при подчиненных кварц-адуляровых и окварцевании</p> <p>Наличие многочисленных разломов, в том числе надвигового характера</p> <p>Узлы сочленения разломов</p> <p>Наличие субвулканических и экструзивных тел среди вулканических пород</p> <p>Магнитное поле относительно слабодифференцированное, слабоположительное</p> <p>Наличие ареалов рассеянной сульфидной вкрапленности</p> <p>Наличие ареалов прожилков кварца и кварцевых жил, текстуры кварца – брекчиевые, колло-морфно-полосчатые, каркасно-пластинчатые, структуры мелкозернистые до халцедоновидных</p> <p>Наличие геохимических ореолов Au, Ag, As, Sb, Mo, W, Pb, Zn, Cu</p> <p>Наличие множественных проявлений золотой минерализации.</p>

общие черты, выражающиеся в приуроченности к вулканическим депрессиям раннемелового возраста, в которых широко развиты экструзивные и субвулканические магматические образования. Главный тип гидротермально-метасоматических преобразований – кварц-серицит-гидрослюдистые изменения, а также кварц-адуляровый метасоматоз. Золото в рудах всех месторождений находится в основном в извлекаемых, цианируемых формах. Серебро извлекается попутно. В рудах несколько повышенные содержания сурьмы и мышьяка. Основной рудный минерал – пирит.

Месторождения образовывались в период поздне-мезозойской тектоно-магматической активизации, вызванной коллизией Алдано-Станового и Амурского геоблоков. Месторождения мало-глубинные, сформированные на заключительных этапах вулканической деятельности.

Показаны основные критерии оценки перспектив убогосульфидных золото-кварцевых месторождений вулканогенного генезиса в Приамурье. Учет этих критериев позволит более рационально выделять площади для постановки поисковых работ и производить переоценку известных золото-серебряных рудопроявлений.

1. *Вьюнов Д.Л., Носырев М.Ю., Степанов В.А.* Прогнозирование рудных месторождений по геохимическим и геофизическим данным // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2007. № 3. – С. 2–9.
2. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. Масштаб 1 : 2 500 000. Объясн. зап. / под ред. Л.И. Красного, А.С. Вольского и др. – Санкт-Петербург – Благовещенск – Харбин: ВСЕГЕИ, 1999. – 135 с.
3. *Гордеев Е.К.* Золоторудное месторождение Желтунак – мелкий объект на флангах Покровского месторождения // Разведка и охрана недр. 2013. № 11. – С. 34–36.
4. *Мельников А.В., Степанов В.А.* Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. – Благовещенск: АмГУ, 2013. – 222 с.
5. *Остапенко Н.С., Нерода О.П., Сафонов П.П.* Геологические условия, факторы формирования и особенности минералогии руд Покровского золото-серебряного месторождения (Приамурье) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 5. – С. 19–34.
6. *Степанов В.А., Деметтиенко А.И.* Тыгда-Улунгинский золотоносный узел Приамурской провинции // Геология и полезные ископаемые Приамурья. – Хабаровск: Магеллан, 1999. – С. 190–193.
7. *Степанов В.А.* Этапы формирования и генезис золоторудных месторождений Приамурской провинции // Докл. РАН. 2005. Т. 403. № 1. – С. 83–87.

8. Степанов В.А., Мельников А.В., Вах А.С. и др. Приамурская золоторудная провинция. — Благовещенск: АмГУ, НИГТЦ ДВО РАН, 2008. — 231 с.

9. Хомич В.Г. Покровское месторождение золота // Рудные м-ния континентальных окраин. Вып. 2. Т. 2. — Владивосток: Дальнаука, 2001. — С. 284—321.

1. Vyunov D.L., Nosyrev M.Y., Stepanov V.A. Prediction of ore deposits geochemical and geophysical data. *Vestnik SVNC DVO RAN*. 2007. No 3, pp. 2—9. (In Russian).

2. Geologicheskaya karta Priamur'ya i sopredel'nyh territorij. Masshtab 1 : 2 500 000. Obyasnitelnaya zapiska [Geological map of the Amur region and adjacent territories. Scale 1 : 2,500,000. Explanatory note]. Ed. by L.I. Krasny, A.S. Vol'sky and others. St. Petersburg — Blagoveshchensk — Harbin. VSEGEI: 1999. 135 p. (In Russian).

3. Gordeev E.K. Gold deposit Zheltunak — small object on the flanks of the Pokrovsky mine. *Razvedka i okhrana nedr*. 2013. No 11, pp. 34—36. (In Russian).

4. Melnikov A.V., Stepanov V.A. Rudno-rossypnye uzly Priamurskoj zolotonosnoj provincii [Ore-placer gold sites Amur province]. Blagoveshchensk: AmSU. 2013. 222 p.

5. Ostapenko N.S., Neroda O.P., Safronov P.P. Geological conditions of formation and factors particular mineralogy ore Pokrovsky gold-silver deposit (Amur region). *Tihookeanskaya geologiya*. 2013. Vol. 32. No 5, pp. 19—34. (In Russian).

6. Stepanov V.A., Dementienko A.I. Tygda-Ulunginsky gold-assembly Amur province. *Geology and mineral resources of the Priamerye*. Khabarovsk: Magellan. 1999. Pp. 193—190. (In Russian).

7. Stepanov V.A. Stages of formation and genesis of gold deposits in the Amur province. *Doklady RAN*. 2005. Vol. 403. No 1, pp. 83—87. (In Russian).

8. Stepanov V.A., Melnikov A.V., Vakh A.S. et al. The Amur gold province [Priamurskaya zolotorudnaya provinciya]. Blagoveshchensk: AmSU, NIGTS FEB RAS. 2008. 231 p.

9. Khomich V.G. Pokrovsky deposit of gold. *Ore deposits of continental margins*. Iss. 2, Vol. 2. Vladivostok: Dal'nauka. 2001. Pp. 284—321. (In Russian).

*Пересторонин Андрей Евгеньевич* — канд. геол.-минер. наук, ген. директор, ООО «Амурмедь». Пер. Чудиновский, 15, Благовещенск, Амурская обл., 675000, Россия. <amcu@rambler.ru>

*Степанов Виталий Алексеевич* — доктор геол.-минер. наук, проф., гл. науч. сотрудник, Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН. Северо-Восточное шоссе, 30, Петропавловск-Камчатский, 683002, Россия. <vitstepanov@yandex.ru>

*Perestoronin Andrej Evgen'evich* — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Director General, LLC «Amurmed». 15, Per. Chudinovskij, Blagoveshchensk, Amurskaya obl., 675000, Russia. <amcu@rambler.ru>

*Stepanov Vitalij Alekseevich* — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chief Researcher, Scientific Research Geotechnological Centre far Eastern Branch of RAS. 30, Severo-Vostochnoe shosse, Petropavlovsk-Kamchatskij, 683002, Russia. <vitstepanov@yandex.ru>