

УДК: 553.411.071

САМОРОДКИ ЗОЛОТА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗОЛОТО-КВАРЦЕВОЙ ФОРМАЦИИ КАК ИНДИКАТОР ЗОНАЛЬНОСТИ РУДНОЙ КОЛОННЫ*

Степанов В. А. 

ФГБУН Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,

г. Петропавловск-Камчатский

E-mail: vitstepanov@yandex.ru

Приведены сведения о закономерностях размещения самородков золота в месторождениях золото-кварцевой формации Центрально-Колымской, Приамурской, Восточно-Австралийской и Зимбабвийской золотоносных провинций. Показано, что в золото-кварцевых месторождениях Центрально-Колымской провинции крупное, высокопробное (850–950 ‰ и выше) золото и самородки приурочены к фронтальной части рудной колонны. В Приамурской провинции наибольшее количество самородков весом 10–50 г с высокой пробой (875–900 ‰) и значительной примесью ртути (первые проценты) отмечается в россыпях и проявлениях Унья-Бомского рудно-россыпного района. В нем, наряду с почти полным отсутствием интрузивных образований, развито слабо эродированное золотое оруденение золото-кварцевой формации. В Восточно-Австралийской провинции самый крупный в мире самородок «Плита Холтермана» вместе с другими самородками был обнаружен в делювии над верхней, слабо эродированной части месторождения Хилл-Энд золото-кварцевой формации, расположенного в орогенной системе Лахлан палеозойского возраста. В пределах рудно-россыпного узла Маунт Дарвин провинции Зимбабве (Африка) присутствует серия мелких золото-кварцевых жил, из которых добывалось от десятков до первых сотен кг золота. В делювии повсеместно отмечались самородки золота весом от 1–10 до первых десятков грамм, наличие которых указывает на присутствие слабо вскрытой верхней части золото-кварцевого оруденения. Сделан вывод о значительных перспективах россыпей, прогнозируемых в долинах рек Мушаки и Гветера.

Ключевые слова: самородок золота, золото-кварцевая формация, золотоносная провинция, месторождение, россыпь, проба золота.

DOI: 10.34078/1814-0998-2025-1-32-43

ВВЕДЕНИЕ

К самородкам относятся крупные выделения самородного золота, весом более 1 г. Это природные сплошные обособления золота, которые отличаются крупными размерами или массой от количественно преобладающих частиц того же металла в месторождениях данного формационного типа (Петровская, 1993). По весу они делятся на мелкие (1–10 г), средние (10–100 г), крупные (100–1000 г), весьма крупные весом от 1 до 10 кг и уникальные, весящие более 10 кг (Самородки..., 1979). Тысячи самородков встречаются в золотоносных провинциях на разных континентах мира. Н. В. Петровская отмечает, что крупные самородки широко распространены в районах развития малосульфидных золото-кварцевых месторождений и часто приурочены к верхней части рудных тел (Петров-

ская, 1993). В России значительное количество самородков золота отмечалось в россыпях, реже в рудных месторождениях орогенных складчатых систем Центрально-Колымской** и Приамурской золотоносных провинций Дальнего Востока, в которых преобладает оруденение золото-кварцевой формации. Значительное количество самородков отмечалось в Восточно-Австралийской и Зимбабвийской золотоносных провинциях. Целью работы является определение места самородков золота в строении рудной колонны месторождений золото-кварцевой формации.

ЦЕНТРАЛЬНО-КОЛЫМСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Площадь Центрально-Колымской провинции сложена терригенными породами верхоянской серии позднепалеозойского-мезозойского возраста. Они прорваны крупными батолитами гра-

© Степанов В. А., 2025

 <https://orcid.org/0000-0002-7028-3662>

* В дискуссионном порядке (отв. ред.).

** По правилам орфографии название должно писаться слитно. Дефисное написание сохраняется узуально.

нитного состава, а также сериями даек пестрого состава мелового возраста. В провинции известны десятки золоторудных месторождений преимущественно золото-кварцевой формации и образованные за счет их разрушения тысячи россыпей золота. Крупные региональные разломы северо-западного и субширотного направления делят провинцию на три крупных блока – Иньяли-Дебинский, Аян-Юряхский и Буюндино-Балыгычанский. Им отвечают рудно-россыпные районы (РРР).

В далеко не полном каталоге провинции числится 4600 самородков весом от 1 г до 14.150 кг (Клепиков, 1989). Им же проанализирована локализация в провинции 820 наиболее крупных самородков, весом более 0.5 кг. Они были найдены в 134 россыпях золота. 568 из них имели массу 0.5–1 кг, 239 – 1–5 кг, 11 – 5–10 кг, 2 – более 10 кг. Остальные 3780 самородков имели вес от 1 до 500 г. Наибольшее количество крупных самородков наблюдается в Иньяли-Дебинском РРР, гораздо меньше в Аян-Юряхском и меньше всего в Буюндино-Балыгычанском. В этом же направлении уменьшается проба золота самородков от 865–922 ‰ в Иньяли-Дебинском РРР, до 778–822 ‰ в Аян-Юряхском и менее 750 ‰ в Буюндино-Балыгычанском. Крупный самородок, найденный автором в россыпи руч. Шумный Иньяли-Дебинского РРР, также имеет высокую пробу – 920 ‰ (рис. 1). Нередко самородки представляют собой обломки маломощных (толщиной 8–12 см) кварцевых жил со скоплениями золота. Но в рудных месторождениях по сравнению с россыпями самородки встречаются гораздо реже. Это может свидетельствовать о том, что самородки, поступающие в россыпи, находились в верхних, эродированных частях золоторудных месторождений.

Для определения места крупного золота и самородков в структуре месторождений нами изучен состав руд и самородного золота 37 золото-кварцевых месторождений и проявлений Центральной Колымы (Головное, Восточное, Талон, Рыбное, Гольцовское, Стрелка, Мальдяк, Штурмовское, Утинское, Спутник, Транспортное, Холоднинское, Сулухачан, Новое, Ягодное, Туманное, Надеждинское, Крутое, Арик, Светлое, Сульфидное, Левая Табога, Юглер, Ветренское, Пятилетка, Водораздельное, Дарьял, Среднеканское, Каменистое, Хищник, Наталкинское, Дегдекан, Теодолитное, Ларюковское, Вла-

сич, Лунное, Дорожное). Изучался состав руд и, особенно детально, проба и примеси самородного золота. Анализы проводились в лабораториях ЦНИГРИ (г. Москва).

Ввиду наличия вечной мерзлоты, зона окисления на золоторудных месторождениях Центральной Колымы почти не проявлена. Процессы окисления не влияют ни на происхождение самородков, ни на существенное увеличение в них пробы в слабо проявленной зоне окисления. По мнению Н. В. Петровской, всё, что нам известно, свидетельствует о том, что лишь весьма немногочисленные самородки, причем только мелкие (1–3 г), могут уверенно относиться к гипергенным образованиям. Особенности их форм, строения и состава достаточно специфичны. Относительно крупные самородки (свыше 100 г), экземпляры которых описываются как примеры гипергенных обособлений золота, являются гипогенными, лишь дораставшими в латеритной коре выветривания (Петровская, 1993).

Золото отбиралось из протолок первичных неокисленных руд под биноклем. Проба золота определялась атомно-абсорбционным анализом, а концентрация элементов-примесей – количественным спектральным анализом из навески 5–15 мг по методике И. П. Ланцева. Установлено, что золото изменчиво по пробе (649–959 ‰).

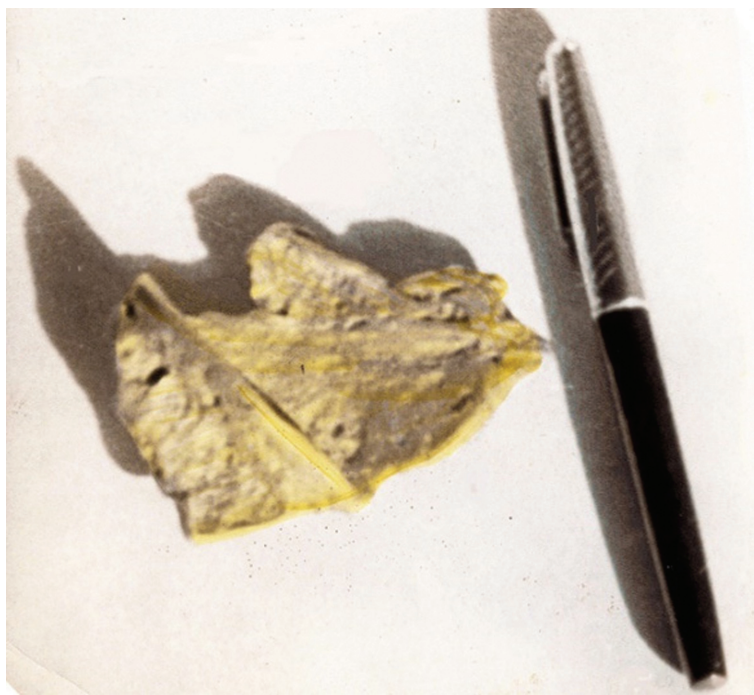


Рис. 1. Крупный самородок, найденный автором в россыпи руч. Шумный Иньяли-Дебинского рудно-россыпного района. Толщина его около 1 см, вес 328 г, проба золота 920 ‰.

Fig. 1. A large nugget found by the author in the placer of the Shumny Creek, Inyali-Debin ore-placer district. Its thickness is about 1 cm; weight, 328 g; gold grade, 920 ‰.

Наиболее высокопробное золото отмечалось на месторождениях Головное (959 ‰ при колебаниях от 936 до 978) и Восточное (958 ‰ при колебаниях от 948 до 973), наименьшая – на месторождении Дорожное (649 ‰ при колебаниях от 535 до 775). Распределение пробы одноmodalное с эксцессом в пределах 900–950 ‰, второстепенный максимум отмечается в интервале 800–825 ‰. Основными элементами примесей являются ртуть и медь, встречаемые по всех пробах с содержанием 0.01–0.5 % и 0.002–0.15 % соответственно. Реже отмечаются примеси мышьяка, железа и сурьмы (Степанов, 2001).

На девяти месторождениях установлено уменьшение пробы золота на глубину с градиентом от 7 до 49 ‰ при углубке на 100 м, в среднем 16 ед. на 100 м (табл. 1). Разница между максимальной (959 ‰ на месторождении Головное) и минимальной (649 ‰ на месторождении Дорожное) пробами золота позволяет определить примерную протяженность рудной колонны по вертикали. При среднем градиенте 16 ед. при углубке на 100 м она составит около 2 тыс. м.

Подобное изменение пробы золота с глубиной на золото-кварцевых месторождениях Центральной Колымы отмечалось также С. Д. Вознесенским на месторождении Ветренское, Л. В. Кравченко на месторождении Мальдяк и Б. С. Ивановом на месторождении Наталка (Иванюк, 1981). Элементы подобной зональности наблюдались и другими исследователями Центральной Колымы. Так, в работе Н. П. Аникеева с соавторами (1966) показана зависимость пробы самородного золота месторождений от глубины основания верхоянского комплекса. В Иньяли-Дебинском синклинии золото преимущественно высокопробное (выше 900 ‰), ближе к Аян-Юряхскому антиклинорию проба понижается до 830–900 ‰, а в Аян-Юряхском антиклинории проба золота 830–750 ‰ и ниже. Предполагалось, что проба золота зависит от длины пути, который проходи-

ли гидротермальные растворы. Допускалось, что по мере продвижения гидротерм от фундамента отложений верхоянского комплекса к поверхности происходила сепарация растворов в черносланцевых терригенных толщах верхоянского комплекса с постепенным высвобождением серебра. Чем больший путь проходили золотоносные растворы, тем меньше в них оставалось серебра и, следовательно, золото приобретало более высокую пробу. Уменьшение пробы золота с глубиной известно, кроме того, и на некоторых золоторудных месторождениях Австралии, Танганьики, Нигерии и Канады (Нарсеев, 1973).

Для проверки тенденции уменьшения пробы золота с глубиной на площадь Центральной Колымы были составлены схема пробы золота в изолиниях и тектоническая схема поднятых и опущенных блоков (Степанов, 2001). Для составления схемы пробы самородного золота были использованы многочисленные анализы средней пробы золота в россыпях. Для уменьшения эффекта увеличения пробы россыпного золота за счет высокопробной оболочки брались анализы золота из головок россыпей. При сравнении схем установлено, что в относительно опущенных блоках (например, в Иньяли-Дебинском синклинии) проба золота намного выше, чем в относительно приподнятых (например, в Аян-Юряхском антиклинории). То же касается и ряда мелких блоков. Это подтверждает явление уменьшения пробы с глубиной на золото-кварцевых месторождениях Центрально-Колымской провинции.

Для уточнения мест кристаллизации крупного золота и самородков в структуре золоторудного месторождения была составлена модель вертикальной зональности золото-кварцевого оруденения Центральной Колымы. В ее основу положено изменение с глубиной следующих свойств месторождений: структурно-морфологических типов рудных тел, состава

Таблица 1. Изменение состава самородного золота с глубиной (Степанов, 2001)

Table 1. Changes in the composition of native gold with depth (Stepanov, 2001)

№ пп	Месторождение, проявление	Проба золота, ‰		Разность высотных отметок	Градиент пробы	Уменьшение пробы при углубке на 100м
		Верх	Низ			
1	Надеждинское	959	948	90	11	12
2	Транспортное	930	916	200	14	7
3	Новое	919	902	195	17	9
4	Светлое	913	901	50	12	24
5	Левая Табога	913	906	70	7	10
6	Ветренское	893	873	200	20	10
7	Бурхала	848	799	140	49	35
8	Наталкинское	822	786	250	36	14
9	Лунное	786	750	150	36	24

Примечание: из каждого месторождения или проявления отобрано и проанализировано от 10 до 50 навесок самородного золота.

руд и околорудно измененных пород, золото-серебряного отношения в рудах, состава и золотоносности сульфидов, типоморфных особенностей и состава самородного золота, а также температуры гомогенизации газожидких включений в кварце. Наиболее информативным является состав самородного золота. По его пробе, перманентно уменьшающейся с глубиной, рудная колонна разделена на три части: фронтальную, среднюю и прикорневую. Для месторождений фронтальной части рудной колонны принята проба золота 850–950 ‰ и выше, для средней части 750–850 ‰, а для прикорневой – ниже 750 ‰ (табл. 2).

Кварц крупнозернистый, часто с небольшими друзами. Из сульфидов преобладают арсенопирит и галенит, часто встречаются сульфиды сурьмы – буланжерит и джемсонит. Золото преимущественно крупное, высокопробное. В рудах этих месторождений нередко встречаются небольшие самородки весом 1–10 г (месторождения Утинское, Среднеканское, Транспортное, Рыбное) (рис. 2). В делювии над рудными телами этих месторождений встречаются глыбы кварца с крупными выделениями золота. В маршрутных наблюдениях в районах развития фронтальной части рудной колонны крупные обломки или глыбы кварца встречаются почти повсеместно. При визуаль-

Таблица 2. Вертикальная зональность золото-кварцевого оруденения Центральной Колымы

Table 2. Vertical zonality of the gold-quartz mineralization in the Central Kolyma

Части рудной колонны (типичные месторождения)	Типы рудных тел	Рудные минералы	Золото	Элементы-примеси в рудах	Au/Ag в рудах	Температура гомогенизации ГЖВ в кварце, °C
Фронтальная (Восточное, Утинское, Надеждинское, Светлое)	Разрозненные кварцевые жилы и оруденелые дайки	Арсенопирит, галенит, золото, реже сфалерит, буланжерит, джемсонит	Крупное, высокопробное (950–850 ‰) в сростках с арсенопиритом, буланжеритом	As, Sb	4–2	260–120
Средняя (Каменистое, Наталка, Дегдекан)	Компактные минерализованные зоны, серии кварцевых жил и оруденелых даек	Арсенопирит, галенит, золото, сфалерит, халькопирит, висмутин, шеелит	Мелкое, средней пробы (850–750 ‰) в сростках с галенитом	As, Pb, Bi, Ag	1–0.2	300–220
Прикорневая (Ларюковское, Казак, Дорожное)	Сближенные системы кулисообразных кварцевых жил и оруденелых даек	Арсенопирит, галенит, золото, электрум, реже пирротин, шеелит и халькопирит	Мелкое, средней крупности низкопробное (750–650 ‰) в сростках с галенитом	As, Ag, W	0.5	360–300

Отчетливо видно, что месторождения отдельных частей рудной колонны отличаются, кроме пробы золота, по ряду других параметров. От фронтальной части рудной колонны к прикорневой изменяются форма и параметры рудных тел, набор рудных минералов, типоморфные особенности, в том числе крупность самородного золота, элементы-примеси и отношение Au/Ag в рудах, а также текстура кварца и температура гомогенизации в нем газожидких включений.

В верхней, фронтальной части рудной колонны располагаются мелкие месторождения, представленные большим количеством разобленных кварцевых жил и оруденелых даек.

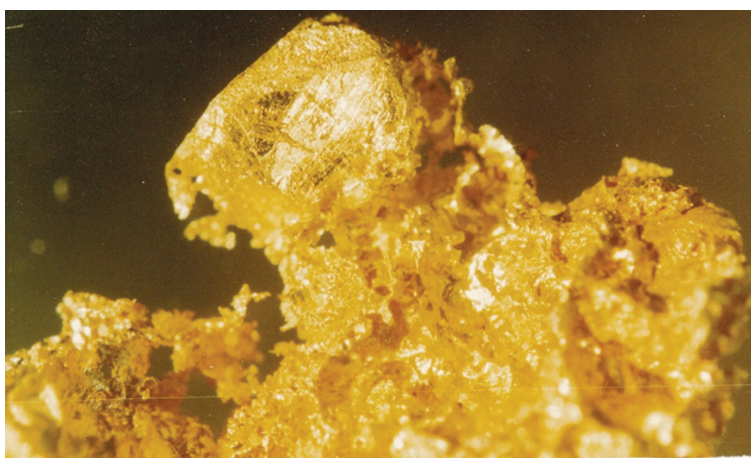


Рис. 2. Самородок весом 2 г из кварцевой жилы месторождения Рыбное.

Fig. 2. A nugget weighing 2 g from a quartz vein in the Rybnoye deposit.

ном изучении таких глыб часто обнаруживаются включения самородного золота. Широким площадным развитием кварца с крупным золотом объясняется обилие богатых россыпей, возникающих при эрозии оруденения этой части рудной колонны.

Наиболее крупные и уникальные месторождения (Наталка и др.) характерны для средней части рудной колонны. Они часто представлены концентрированными мощными зонами прожилково-вкрапленных руд. Кварц мелкозернистый, часто сливной, метасоматического происхождения. В рудах часто наблюдаются «теневые» брекчиевые текстуры с обломками окварцованных по массе терригенных вмещающих пород. Кварц содержит, наряду с сульфидами полиметаллов (арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит, висмутин), мелкое золото средней пробы. Маршрутные наблюдения в районах развития средней части рудной колонны указывают на наличие обломков кварца в делювии только в непосредственной близости от золоторудных месторождений. На расстоянии нескольких сот метров, например от месторождения Наталка, они отсутствуют и не встречаются на протяжении нескольких километров. То есть рудоносный кварц в этой части рудной колонны находится на сравнительно небольшом удалении от рудовмещающих разрывных структур, что определяет сужение золотоносной системы по сравнению с фронтальной частью рудной колонны. Поэтому россыпи также сосредоточены в узких зонах, прилегающих к рудовмещающим разломам.

В прикорневой части рудной колонны находятся небольшие месторождения, представленные единичными кварцевыми жилами с мелким золотом низкой пробы и электрумом. В набор рудных минералов, кроме галенита, арсенопирита и халькопирита, часто входит шеелит. Симптоматично, что кварцевые жилы с низкопробным золотом и электрумом месторождения Дорожное, наиболее яркого представителя прикорневой части рудной колонны, находятся в апикальной части гранитного массива, как возможного рудогенерирующего очага.

Сверху вниз от фронтальной части рудной колонны до прикорневой наряду с уменьшением пробы золота изменяется количество и набор сульфидов. Для фронтальной части колонны характерными минералами являются сульфиды мышьяка и сурьмы, в прикорневой части кроме преобладающих сульфидов полиметаллов появляется шеелит. Элементы-примеси меняются от мышьяка и сурьмы до мышьяка, серебра и вольфрама. Существенно уменьшается золото-серебряное отношение при увеличении темпера-

туры гомогенизации газовой-жидких включений в кварце.

Крупное самородное золото в сростках с арсенопиритом, иногда джемсонитом и буланжеритом, а также самородки характерны для фронтальной части рудной колонны. Для нее характерно широко развитое по площади, рассеянное тонкопрожилковое золото-кварцевое оруденение с крупным высокопробным (850–950 ‰ и выше) золотом. Небольшой мощностью золотоносных жил этой части рудной колонны, по-видимому, объясняется малая толщина самородков, в том числе и крупных, не превышающая 10–12 см.

В Аян-Юряхском рудно-россыпном районе, в отличие от Иньяли-Дебинского, присутствует меньшее количество самородков, образованное за счет золото-кварцевого оруденения средней части рудной колонны. Оно сконцентрировано в узких зонах региональных разломов, представлено мощными минерализованными зонами и отличается золотом средней пробы (750–850 ‰). Меньше всего самородков золота обнаружено в пределах Буюндино-Балыгычанского РРР, в котором развито кварцевожилное оруденение прикорневой части рудной колонны с золотом низкой пробы (менее 750 ‰).

Из анализа модели вертикальной зональности золото-кварцевого оруденения Центральной Колымы следует, что обилие россыпей золота и самородков, обладающих высокой пробой в Иньяли-Дебинском РРР, вызвано тем, что в нем находится в основном слабо эродированное золото-кварцевое оруденение фронтальной части рудной колонны.

ПРИАМУРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Данная провинция представляет собой область проявления позднемезозойской коллизии геоблоков юго-восточного обрамления Сибирского кратона и Амурского композитного массива с разделяющей их Монголо-Охотской складчатой системой (Константинов, 2006). Коллизия сопровождалась позднемезозойской интрузивной и вулканической деятельностью с формированием золоторудных месторождений. В более позднее, преимущественно четвертичное время за счет разрушения золотой минерализации были образованы россыпи золота. В россыпях Приамурской провинции обнаружено более 1000 мелких (1–10 г), сотни средних (десятки граммов), более 100 крупных (сотни граммов) и полтора десятка весьма крупных (массой более 1 кг) самородков золота. Они располагаются в россыпях центральной части провинции (Мельников, Степанов, 2020). Но наибольшее количество мелких и средних самородков наблюдается в Унья-Бомском рудно-россыпном узле (РРУ)

Джагды-Селемджинской металлогенической зоны провинции. Россыпи этого узла часто почти полностью состоят из небольших самородков.

Площадь Унья-Бомского рудно-россыпного узла сложена позднепалеозойскими и мезозойскими терригенными и вулканогенно-осадочными образованиями, слабо метаморфизованными в фации зеленых сланцев (рис. 3). В южной части узла они прорваны интрузиями плагиигранитов и габбро позднего палеозоя. Центральная, золотоносная часть РРУ амагматична, отмечаются лишь редкие дайки диоритов и диабазов мелового возраста. Проявления золото-кварцевой формации представлены кварцевыми жилами с крупным золотом высокой пробы. За их счет сформированы многочисленные богатые россыпи, из которых добыто более 30 т золота.

Некоторые россыпи этого узла почти полностью состоят из самородков, весом от 10–50 г до более 700 г (рис. 4). Интересно, что в террасовых россыпях количество самородков заметно больше, чем в пойменных (Родионов, 2008). Это свидетельствует о большом первичном наличии самородков в верхней части разрушающихся золото-кварцевых жил по сравнению с нижней.

Отличительной особенностью самородков является не только высокая проба золота (875–900 ‰), но и значительное содержание в золоте примеси ртути (первые проценты). Исследование среза самородка весом 5 г из россыпи р. Унья на рентгеноспектральном анализаторе JXA-5A показало следующее. Проба золота в центральной части самородка составляет 850 ‰, а в тонкой высокопробной оболочке – 967 ‰. Примесь

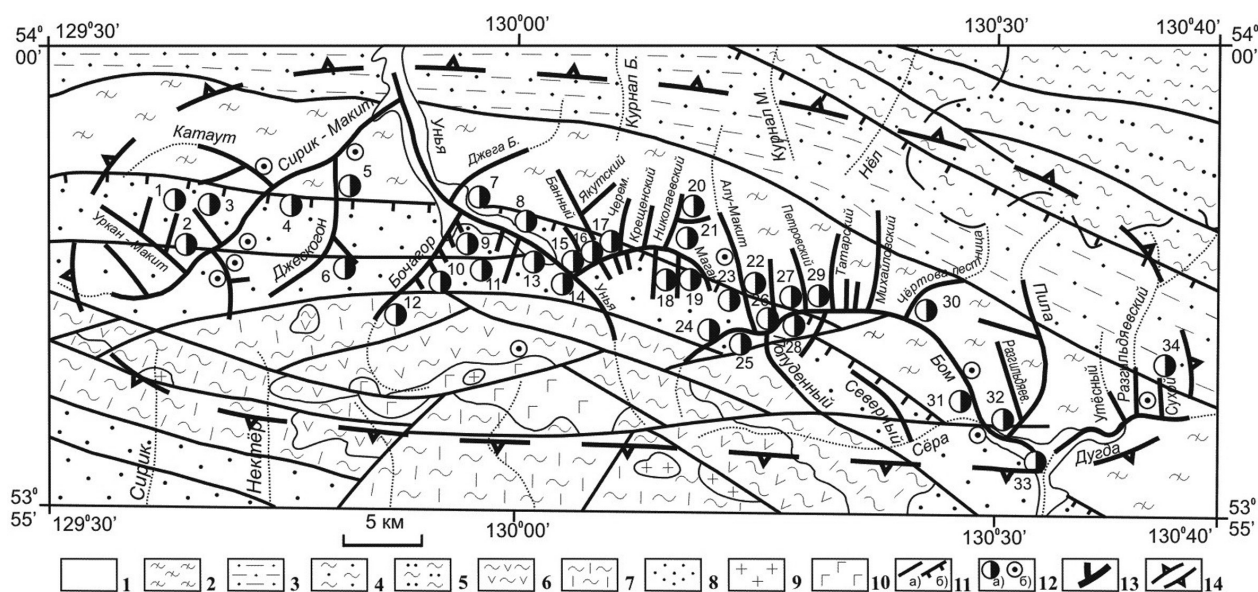


Рис. 3. Унья-Бомский рудно-россыпной узел, геологическое строение: 1 – аллювиальные пески, глины, галечники квартара; 2 – амканская свита нижней юры: тонкое ритмическое переслаивание алевролитов, аргиллитов, песчаников; 3 – курнальская свита нижней юры: песчаники, прослои алевролитов, туфопесчаников, туфоалевролитов, гравелитов, конгломератов; 4 – нельская свита верхнего триаса: алевролиты, туффиты, глинистые сланцы, песчаники; 5 – муяканская свита верхнего триаса: песчаники, алевролиты, гравелиты; 6 – боцагорская свита нижней перми: зеленые сланцы, кварциты, филлиты, мраморизованные известняки; 7 – нектерская свита верхнего карбона (?): филлиты, алевролиты, зеленые сланцы, мраморизованные известняки; 8 – джескогонская свита верхнего карбона (?): песчаники, алевролиты, гравелиты, зеленые сланцы, мраморизованные известняки; 9 – плагииграниты, граниты, гранодиориты пиканского комплекса ранней перми; 10 – габбро, габбронориты, монцогаббро, габбродiorиты пиканского комплекса нижней перми; 11 – разрывные нарушения: а – крутонаклонные, б – надвиги; 12 – проявления золота; 13 – россыпи; 14 – граница узла.

Fig. 3. Unya-Bom ore-placer node, geological structure: 1 – Quaternary alluvial sands, clays, pebbles; 2 – Lower Jurassic Amkan formation: thin rhythmic interlayers of siltstones, mudstones, sandstones; 3 – Lower Jurassic Kurnal formation: sandstones, interlayers of siltstones, tuff sandstones, tufoaleurolites, gravelites, conglomerates; 4 – Upper Triassic Nelsk formation: siltstones, tuffites, clay shales, sandstones; 5 – Upper Triassic Muyakan formation: sandstones, siltstones, gravelites; 6 – Lower Permian Bochagor formation: green shales, quartzites, phyllites, marbled limestones; 7 – Upper Carboniferous (?) Nekter formation: phyllites, siltstones, green shales, marbled limestones; 8 – the Upper Carboniferous (?) Dzheskogon formation: sandstones, siltstones, gravelites, green shales, marbled limestones; 9 – plagiogranites, granites, granodiorites of the Lower Permian Pikan complex; 10 – gabbro, gabbro-norites, monzogabbro, gabbrodiorites of the Lower Permian Pikan complex; 11 – discontinuous disturbances: a – steeply inclined, b – thrusts; 12 – gold manifestations, 13 – placers; 14 – node boundary.

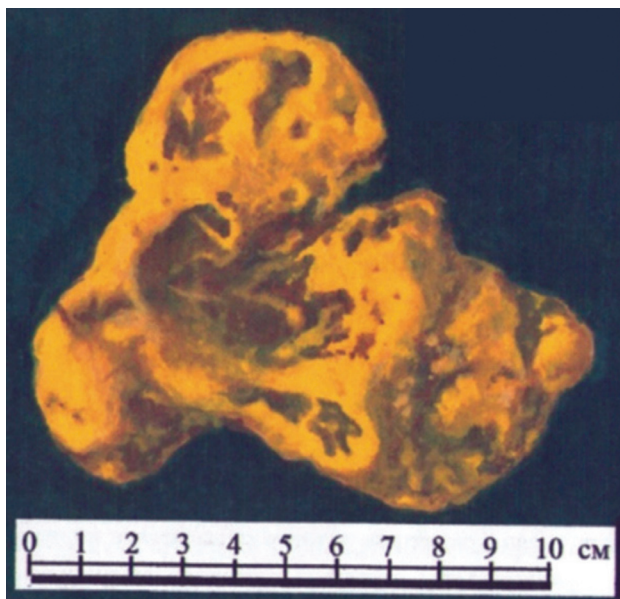


Рис. 4. Самородок «Унья-Бомский чемпион» из россыпи р. Унья, весом 716.2 г.

Fig. 4. Unya-Bom Champion nugget (716.2 g) from the Unya River placer.

ртути в центре самородка составила 2.52 %, а в высокопробной оболочке уменьшается до 0.4 % (Степанов, 2001). Это указывает на общее увеличение пробы в центре самородка и отсутствие амальгамации самородка в процессе формирования и отработки россыпи.

Высокопробное золото с примесью ртути характерно и для золото-кварцевого оруденения, за счет разрушения которого происходило формирование россыпей. В кварцевых жилах проявления Счастливого установлено высокопробное золото со значительным содержанием ртути. В краевой части рудных золотин концентрация ртути увеличивается по сравнению с центральной (табл. 3). Это свидетельствует о значительном привносе ртути в поздний этап кристаллизации золота.

Высокая проба и ртутоносность самородного золота и самородков, наряду с почти полным отсутствием в пределах развития золотого оруденения интрузивных образований, свидетельствуют о наличии в пределах узла слабо эродированного оруденения золото-кварцевой формации.

ВОСТОЧНО-АВСТРАЛИЙСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Восточно-Австралийская золотоносная провинция отвечает одноименной орогенной складчатой системе герцинского возраста (Константинов, 2006). Провинцию отличает обилие самородков. Самый крупный в мире самородок золота – Плита Холтермана – был найден в делювии над месторождением Хилл Энд. Месторождение Хилл Энд расположено среди терриген-

Таблица 3. Состав ртутистого золота проявления Счастливое по данным электронного микрозондирования

Table 3. Composition of mercury gold in the Schastlivoye manifestation according to electronic microprobing data

Номер зерна	Содержание, мас. %			
	Au	Ag	Hg	Сумма
Камебакс				
1.	89.25	6.75	3.86	99.86
	84.75	6.75	8.95	100.45
2.	91.25	6.75	1.72	99.72
	84.00	6.70	9.37	100.07
JXA-5A				
3.	89.54	7.66	2.94	100.14
	87.91	6.97	5.40	100.28
4.	88.71	7.66	4.05	100.42
	87.07	6.95	6.50	100.52
Среднее	87.77	7.02	5.32	

Примечание. Над чертой – центр, под чертой – край зерна. Анализы выполнены на приборах Камебакс (фирма Сатеса), аналитик – С. М. Сандомирская, а также JXA-5A (фирма Jeol), аналитик – И. М. Романенко.

ных пород силурийского и раннедевонского возраста системы Лахлан (рис. 5).

Породы смяты в серии складок и разбиты густой сетью разломов субмеридионального направления. Разломы контролируют размещение многочисленных проявлений, представленных послойными и секущими кварцевыми жилами. Обилие широко распространенных и рассредоточенных на значительной площади проявлений и небольших золото-кварцевых месторождений указывает на наличие фронтальной части рудной колонны. Это объясняет значительное количество самородков в делювиальных и аллювиальных отложениях района месторождения Хилл Энд.

Месторождение Хилл Энд приурочено к ядру антиклинальной складки. Оно представлено серией золотоносных кварцевых жил, располагающихся послойно среди терригенных пород палеозоя (рис. 6). Из них добыто около 55 т золота. Самородков в рудах нижних, сохранившихся частей месторождения не наблюдалось. Этот пример указывает на формирование крупных и уникальных самородков в верхней апикальной части золоторудных месторождений золото-кварцевой формации.

Самородок «Плита Холтермана» наряду с другими был найден в овраге над верхней, слабо эродированной частью месторождения Хилл Энд золото-кварцевой формации. Он представлял собой плиту треугольной формы, размерами 144 на 66 см при мощности 10 см. Общий вес самородка – 235 кг, золота – 83.2 кг. Очевидно, что ввиду кратного преимущества удельного веса золота по отношению к кварцу самородок состоял большей частью из кварца и представлял собой крупный фрагмент тонкой (10 см) кварцевой жилы с прожилками и включениями золота.

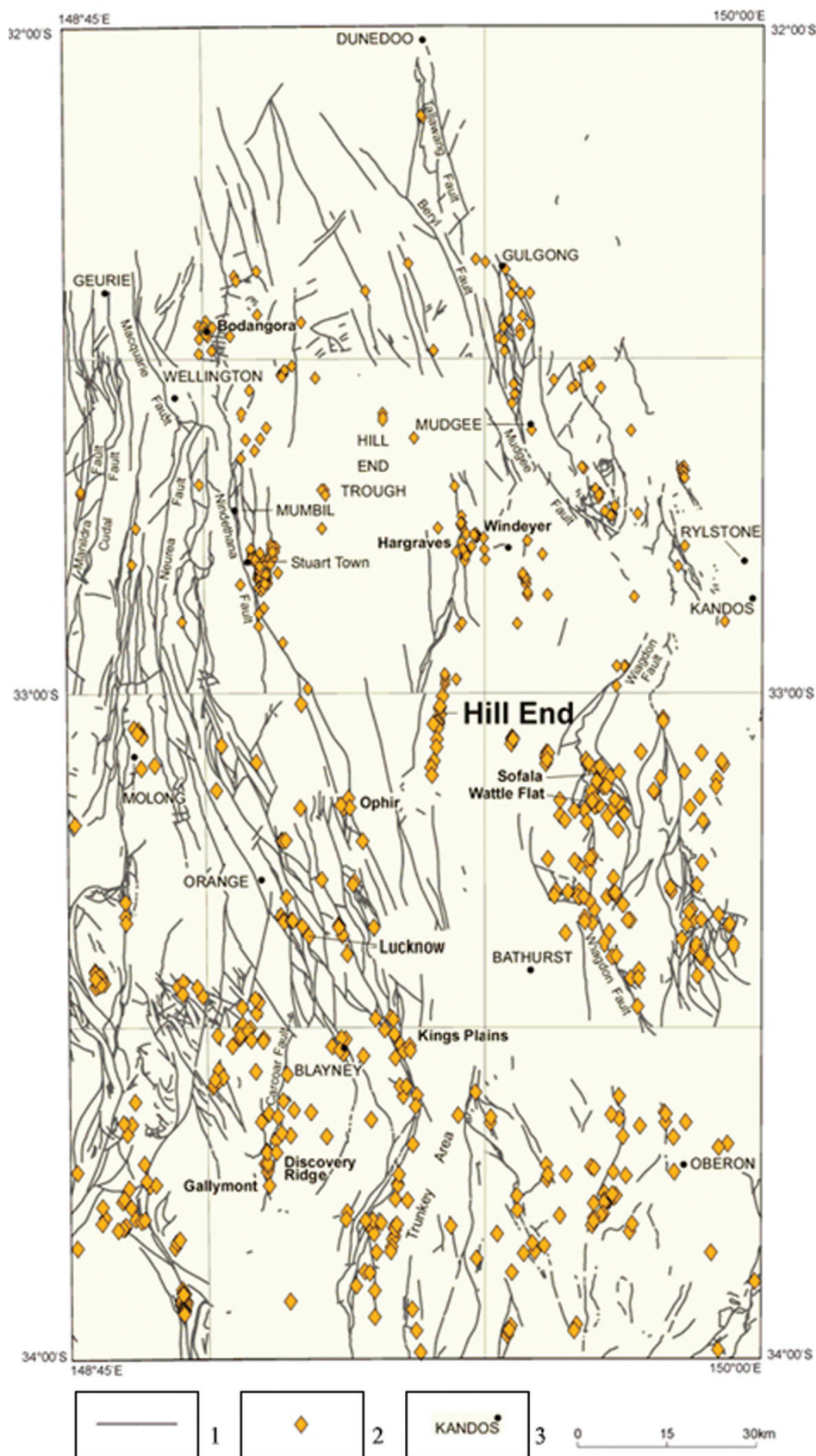


Рис. 5. Распределение золоторудной минерализации и разломов на северо-востоке орогенного пояса Лаклан (Downes, Seccombe, 2003): 1 – рудоконтролирующие разломы; 2 – месторождения и проявления золото-кварцевой формации; 3 – населенные пункты.

Fig. 5. Distribution of gold mineralization and faults in the north-east of the Lachlan orogenic belt (Downes, Seccombe, 2003): 1 – ore-controlling faults; 2 – deposits and manifestations of the gold-quartz formation; 3 – settlements.

ПРОВИНЦИЯ ЗИМБАБВЕ

Выводы о преобладании самородков золота в верхней, фронтальной части золотороссыпных месторождений были использованы нами при оценке перспектив рудно-россыпного узла Маунт Дарвин, провинции Зимбабве, по заказу компании Region-Invest (Россия). Золотоносная провинция приурочена к зеленокаменным поясам позднеархейского возраста Зимбабвийского кратона. Большая часть месторождений представлена малосульфидными кварцевыми жилами и прожилковыми зонами (Степанов, 2021). Рудно-россыпной узел расположен на северном фланге провинции. В его пределах в гранитном массиве, прорывающем вмещающие кварцевые порфиры и зеленокаменные породы архей-

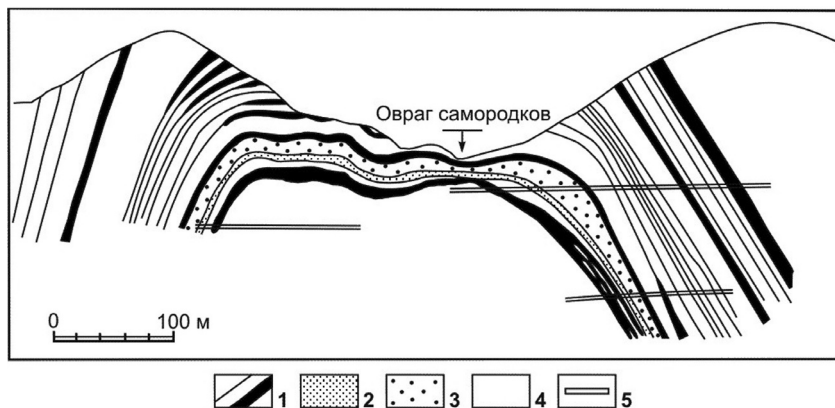


Рис. 6. Разрез месторождения Хилл Энд и положение оврага самородков: 1 – кварцевые жилы, 2 – метаморфизованные алевролиты, 3 – метаморфизованные песчаники, 4 – метаморфизованные граувакковые песчаники, 4–5 – штольни.

Fig. 6. Section of the Hill End deposit and the position of the nugget ravine: 1 – quartz veins, 2 – metamorphosed siltstones, 3 – metamorphosed sandstones, 4 – metamorphosed grauwacke sandstones, 4–5 – tunnels.

ского возраста, присутствует серия мелких золотороссыпных жил и зон прожилкования (рис. 7).

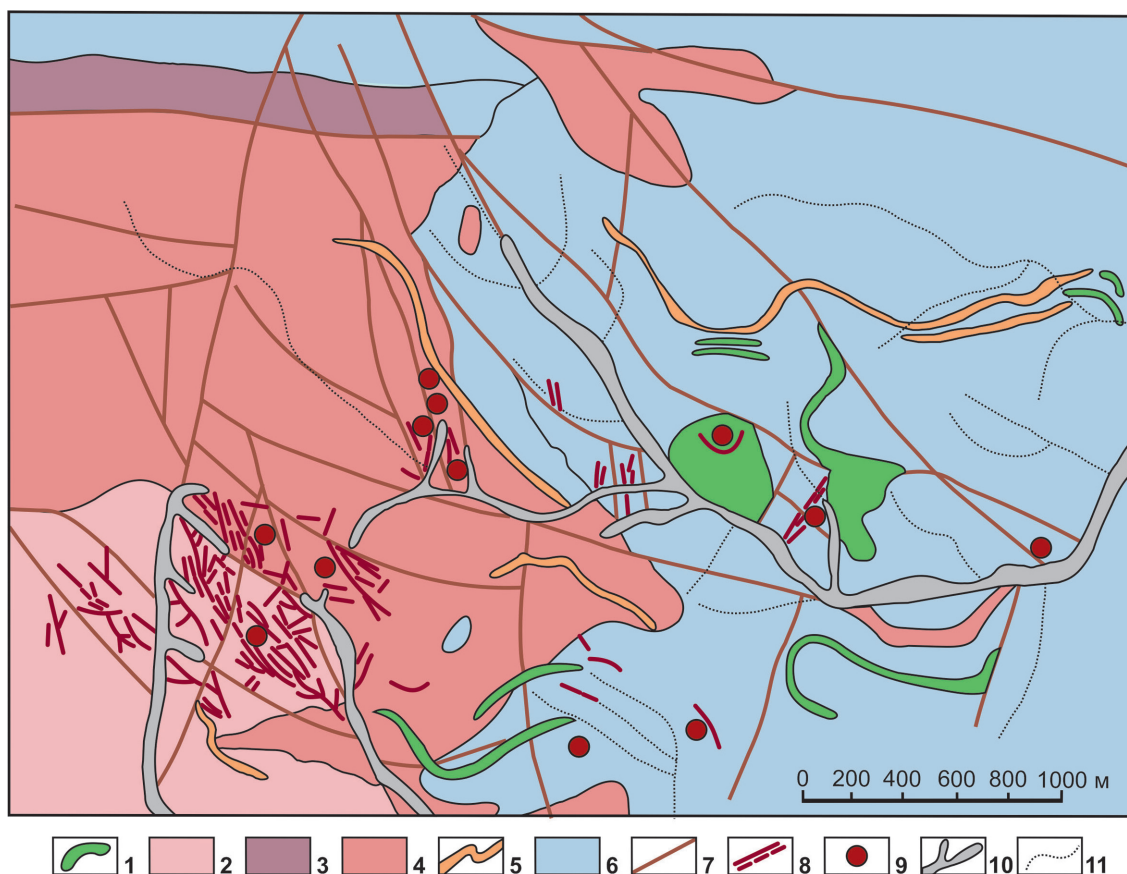


Рис. 7. Геологическое строение и золотоносность рудно-россыпного узла Маунт Дарвин: 1 – долериты; 2 – граниты; 3 – серицитовые сланцы; 4 – кварцевые порфиры; 5 – железистые кварциты; 6 – агломераты, зеленокаменные породы; 7 – разломы; 8 – кварцевые жилы и зоны прожилкования; 9 – рудники; 10 – россыпи золота; 11 – реки.

Fig. 7. Geological structure and gold content of the Mount Darwin ore-placer node: 1 – dolerites; 2 – granites; 3 – sericite shales; 4 – quartz porphyry; 5 – ferruginous quartzites; 6 – agglomerates, greenstone rocks; 7 – faults; 8 – quartz lodes and veining zones; 9 – mines; 10 – gold placers; 11 – rivers.

Из некоторых жил добывалось от десятков до первых сотен килограмм золота. В делювии повсеместно отмечались самородки золота весом от 1–10 до первых десятков грамм, найденные в том числе с помощью металлоискателей.

Наличие большого количества самородков в делювии указывает на то, что на площади узла Маунт Дарвин присутствует слабо вскрытая верхняя часть золото-кварцевого оруденения. Поэтому ожидать выявления крупного или среднего по запасам золоторудного месторождения не приходится. Но наличие большого количества золотоносных кварцевых жил с крупным золотом и самородками благоприятно для россыпеобразования. Поэтому сделан вывод о значительных перспективах добычи золота в пределах узла Маунт Дарвин из россыпей, прогнозируемых в долинах рек Мушаки, Гветера и их притоков.

ОБСУЖДЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Исследователям золоторудных месторождений хорошо известно явление – увеличение пробы золота с глубиной. Но оно наблюдается при сравнении золоторудных месторождений разнотипных формаций. Например, в рудах месторождений близповерхностной золото-серебряной формации, происхождение которых параллелизуется с вулканитами и вулканоструктурами, преобладает низкопробное золото и электрум, а в месторождениях золото-кварцевой формации, сформированных на значительной глубине и связанных с гранитоидными интрузиями, проба золота в целом значительно выше. Но это на межформационном уровне. В пределах месторождений одной формации, сформированных на определенном уровне от земной поверхности, изменение пробы золота по вертикали может быть разным. Как показано выше, в рудах месторождений золото-кварцевой формации Центральной Колымы наблюдается перманентное уменьшение пробы золота с глубиной. Уменьшение пробы золота с глубиной известно и на некоторых других золоторудных месторождениях Австралии, Танганьики, Нигерии и Канады (Нарсеев, 1973).

Крупное золото и самородки с высокопробным золотом на месторождениях Центральной Колымы располагаются в верхней, фронтальной части рудной колонны. В средней и нижней частях рудной колонны проба золота и размеры золотин уменьшаются. На такое же формирование самородков на месторождениях золото-кварцевой формации в провинциях России указывает Н. В. Петровская. Она утверждает, что «в масштабе месторождений проявляется тен-

денция повышения пробности золота в рудных столбах, расположенные у их вершин самородки обычно беднее серебром, чем мелкое золото в рядовых рудах» (Петровская, 1993. С. 79). Если же предположить, что изменение пробы золота на месторождениях золото-кварцевой формации указанных провинций было противоположное, т. е. уменьшающееся снизу вверх, то самородки состояли бы не из высокопробного золота, как это отмечается, а из электрума или серебра. В Приамурской провинции самородки фронтальной части рудной колонны кроме высокой пробы обладают также высоким содержанием ртути (первые проценты).

В целом, самородки в провинциях, приуроченных к орогенным поясам палеозойско-мезозойского возраста (Центрально-Колымская, Приамурская и Западно-Австралийская), в том числе весьма крупные и уникальные, нередко представляют собой обломки маломощных (5–12 см) кварцевых жил, пронизанных скоплениями высокопробного самородного золота. Например, самый крупный самородок в мире – «Плита Холтермана» – является фрагментом пропитанной золотом кварцевой жилы, мощностью 10 см. Крупное гнездо самородков в Ясенском РРУ Приамурской провинции общим весом около 79 кг также состоит из обломков насыщенной золотом кварцевой жилы мощностью 10 см (Родионов, 2008). Это свидетельствует о том, что они были сформированы во фронтальной части рудной колонны, представленной системой разрозненных относительно мелких трещин, выполненных кварцем с крупным высокопробным золотом и самородками. Такое явление благоприятно для россыпеобразования, но препятствует формированию крупных золоторудных месторождений в верхней, насыщенной крупным золотом и самородками части рудной колонны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования установлено, что самородки золота наиболее часто встречаются в россыпях золотоносных провинций орогенных поясов палеозойско-мезозойского возраста с широким распространением месторождений золото-кварцевой формации (Центрально-Колымской, Приамурской, Восточно-Австралийской, Зимбабвийской и др.). Они поступают в россыпи за счет разрушения фронтальной части рудной колонны золото-кварцевых месторождений с крупным высокопробным золотом и самородками. Самородки часто представлены обломками маломощных

(5–12 см) кварцевых жил. Состав их отличается высокой пробой, иногда со значительной примесью ртути (первые проценты). Появление в россыпях значительных количеств самородков золота указывает на наличие слабо эродированного золото-кварцевого оруденения фронтальной части рудной колонны. Подобные золотоносные площади перспективны в первую очередь на выявление богатых россыпей золота, но не значительных рудных месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

- Аникеев Н. П., Биркис А. П., Дробкин И. Е., Кузлин А. П. Основные закономерности размещения месторождений золота в юго-восточной части Главного золотоносного пояса Северо-Востока СССР // Генетические особенности и общие закономерности развития золотой минерализации Дальнего Востока. Москва: Наука, 1966. С. 152–166.
- Иванюк Б. О. О составе рудообразующих растворов, сформировавших месторождения золото-кварцевой формации // Колыма. 1981. № 3. С. 34–37.
- Клепиков В. Н. Самородки из россыпей Яно-Колымской провинции как критерий поисков богатых рудных тел // Колыма. 1989. № 1. С. 10–11.
- Константинов М. М. Золоторудные провинции мира. Москва: Научный мир, 2006. 358 с.
- Мельников А. В., Степанов В. А. Крупные самородки золота в рудно-россыпных узлах Приамурья // Региональная геология и металлогения. 2020. № 83. С. 76–87.
- Нарсеев В. А. Эндогенная зональность золоторудных месторождений Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМСа, 1973. 238 с.
- Петровская Н. В. Золотые самородки. Москва: Наука, 1993. 191 с.
- Родионов В. Н. Амурские самородки золота. Зей: Зейская типография, 2008. 43 с.
- Самородки золотые. Инструкция по отбору золотых самородков на золотодобывающих предприятиях СССР и передаче их в государственный фонд СССР. МЦМ и Минфин СССР, 1979.
- Степанов В. А. Золоторудные месторождения провинции Зимбабве // Региональная геология и металлогения. 2021. № 85. С. 58–66.
- Степанов В. А. Зональность золото-кварцевого оруденения Центральной Колымы. Владивосток: Дальнаука, 2001. 70 с.
- Downes P. M., Seccombe P. K. A review of the Hill End Mineral System, NSW, Australia // Evolution of the Hill End Trough: Hill End Trough CD Geoscience Data package. Eds. J. J. Vassallo, R. A. Glen. 2003. P. 54–62.

Поступила в редакцию 21.11.2024.

Поступила после доработки 22.01.2025.

GOLD NUGGETS IN THE GOLD-QUARTZ FORMATION DEPOSITS AS AN INDICATOR FOR THE ORE COLUMN ZONALITY

V. A. Stepanov

Scientific Research Geotechnological Center FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky

The article provides information on the patterns of gold nuggets placement in the deposits of the gold-quartz formation of the Central Kolyma, Amur, East Australian, and Zimbabwean gold-bearing provinces. It is shown that, in the gold and quartz deposits of the Central Kolyma province, large, high-grade (850–950 ‰ and above) gold and nuggets are confined to the frontal part of the ore column. In the Amur province, the largest number of nuggets weighing 10–50 g with a high grade (875–900 ‰) and a significant admixture of mercury (the first percent) are noted in placers and manifestations of the Unya-Bom ore-placer area. There, along with almost complete absence of intrusive formations, weakly eroded gold mineralization of the gold quartz formation is developed. In the East Australian province, the world's largest nugget, the Holtermann Nugget, along with other nuggets, was discovered in deluvium above the upper, slightly eroded part of the Hill End deposit within the gold-quartz formation, located in the Paleozoic Lachlan orogenic system. Within the Mount Darwin ore-placer node, in the Zimbabwe province (Africa), there is a series of smaller gold-quartz veins, where gold was extracted in tens to the first hundreds of kg. Everywhere gold nuggets, weighing from 1–10 to the first tens of grams, were noted in deluvia, which indicates the presence of a weakly opened upper part of the gold-quartz mineralization. The conclusion is made on the significant prospects of placers predicted in the valleys of the Mushaki and Gveter rivers.

Keywords: gold nugget, gold-quartz formation, gold-bearing province, deposit, placer, gold grade.

REFERENCES

- Anikeyev, N. P., Birkis, A. P., Drabkin, I. E., Kuklin, A. P., 1966. Basic Regularities of Gold Deposit Distribution in the Southeastern Part of the Man Gold-Bearing Belt of the USSR's North-East, *Genetic Peculiarities and General Regularities of Gold Mineralization Development in the Far East*. Moscow, Nauka, 152–166 [In Russian].
- Gold Nuggets. Instruction on Selecting Gold Nuggets at the USSR Gold Mines and Transferring Them to the USSR State Fund, 1979. USSR Ministry of Base Metals and USSR Ministry of Finance [In Russian].
- Ivanyuk, B. O., 1981. On the Composition of Ore-Forming Solutions That Shaped Deposits of the Gold-Quartz Formation, *Kolyma*. 3, 34–37 [In Russian].
- Klepikov, V. N., 1989. Nuggets from the Yaba-Kolyma Province Placers as a Criterion for Prospecting Rich Ore Bodies, *Kolyma*. 1, 10–11 [In Russian].
- Konstantinov, M. M., 2006. World's Gold Ore Provinces. Moscow, Scientific World [In Russian].
- Melnikov, A. V., Stepanov, V. A., 2020. Large Gold Nuggets in Ore-Placer Clusters in Priamurye, *Regional Geology and Metallogeny*. 83, 76–87 [In Russian].
- Narseyev, V. A., 1973. Endogenous Zoning of Gold Deposits in Kazakhstan. Alma-Ata, Department of Scientific and Technical Information, Kazakh Scientific Research Institute of Raw Minerals [In Russian].
- Petrovskaya, N. V., 1993. Gold Nuggets. Moscow, Nauka [In Russian].
- Rodionov, V. N., 2008. Amur Gold Nuggets. Zeya [In Russian].
- Stepanov, V. A., 2001. Zoning of Gold-Quartz Mineralization in the Central Kolyma. Vladivostok, Dalnauka [In Russian].
- Stepanov, V. A., 2021. Gold Deposits of the Zimbabwe Province, *Regional Geology and Metallogeny*. 85, 58–66 [In Russian].
- Downes, P. M., Seccombe, P. K., 2003. A Review of the Hill End Mineral System, NSW, Australia, *Evolution of the Hill End Trough: Hill End Trough CD Geoscience Data Package*. Eds. J. J. Vassallo, R. A. Glen. 54–62.