

на них проведены с интервалом в одну десятую процента. Анализ показал, что пласт I на площади Амаамской впадины содержит угли двух марок — ГЖ и Ж. Наиболее метаморфизованные угли марки Ж с R_0 1,2—1,3% в момент максимального погружения находились в местах наибольших прогибов (участки Западный и Надежный) и, наоборот, менее метаморфизованные угли марки ГЖ с R_0 0,8—0,9% приурочены к конседиментационным поднятиям (антиклинали Водораздельная, Безымянная и Богатая), где они перекрывались значительно меньшей толщиной осадков. В современном плане в пределах антиклиналей Безымянная и Богатая, угленосные отложения полностью денудированы.

Не менее отчетливо прослеживается связь усиления степени метаморфизма углей и с увеличением мощности отложений. Как правило, менее метаморфизованные угли залегают в менее мощной толще пород; это хорошо видно по углям как чукотской, так и корякской свит (табл. 2). Но, в на-

шем случае такой вывод следует делать осторожно, особенно в отношении чукотской свиты. Дело в том, что, как отмечалось выше, отложения чукотской свиты в Беринговском бассейне в значительной степени денудированы, и какая их часть размыта в той или иной впадине установить довольно сложно. По предварительным расчётам процессами денудации уничтожено около трёх четвертей от мощности первично накопившихся осадков. Если принять во внимание мощности сохранившихся отложений чукотской свиты по угленосным впадинам, приведённые в табл. 2, то мощности первично накопившихся отложений в их контурах составляли: Песчаная 1500—2000, Бухта Угольная 2500—3000, Алыктаваамская 3500—4000 и Амаамская 4000—4500 м. Эти данные хорошо согласуются с результатами реконструкции палеоглубин погружения угленосных отложений чукотской свиты, отображенными на рис. 3. Можно предположить, что денудация отложений проходила с равномерной скоростью по всей площади бассейна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воропаев В.Н., Мазор Ю.Р., Фандюшкин Г.А. Особенности строения и формирования угленосных отложений Беринговского прогиба // Вестник МГУ. Серия 4. Геология. 1984. № 6. С. 36—42.
2. Фандюшкин Г.А. Закономерности углеобразования в системе мезозой и кайнозой Северо-Востока России: Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: Изд-во МГУ, 2006. 40 с.
3. Фандюшкин Г.А. Метаморфизм углей Северо-Востока России // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 25. № 3. С. 19—28.
4. Фандюшкин Г.А. Метаморфизм углей Северо-Востока России // Геология угольных месторождений: Межвуз. науч. темат. сб. Екатеринбург: Изд-во. УГГГА, 2005. Вып. 15. С. 166—175.

УДК 553.411 (571.61)

ЗОЛОТОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

В.А. СТЕПАНОВ¹, А.В. МЕЛЬНИКОВ²

¹Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН
683002, Россия, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30; e-mail: vitstepanov@yandex.ru

²Институт геологии и природопользования ДВО РАН
675000, Россия, Благовещенск, пер. Релочный, 1; e-mail: anton_amur@mail.ru

Установлено, что в пределах Приамурской провинции позднемезозойского возраста широко развиты месторождения и рудопроявления золотокварцевой, менее — золотосульфидно-кварцевой, золотосеребряной и золотополиметаллической формаций. Они являются основными продуцентами рудного золота и определяют металлогеническую специализацию провинции. Реже встречаются месторождения и рудопроявления золотосульфидной и золотомедно-молибден-порфировой формации, а также рудопроявления золотоскарновой, золотортутной, золоторедкометалльной и золотосурьмяной формаций. Показано, что в центральной части провинции преобладают месторождения и рудопроявления золотокварцевой, а на периферии — золотосульфидно-кварцевой и золотосеребряной формаций. Перспективы наращивания сырьевой базы рудного золота связываются, главным образом, с месторождениями золотосульфидно-кварцевой, золотокварцевой и золотосеребряной, в меньшей степени золотополиметаллической формаций.

Ключевые слова: провинция; месторождение; рудная формация; золото.

GOLD FORMATIONS OF THE PRIAMURSKAYA PROVINCE

V.A. STEPANOV¹, A.V. MELNIKOV²¹Scientific Research Geotechnological Centre FEB RAS
683002, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky, Northeast Highway, 30; e-mail: vitstepanov@yandex.ru²Institute of Geology and Nature Management FEB RAS,
Russia, Blagoveshchensk, lane Relochny, 1; e-mail: anton_amur@mail.ru

It was found that within the Priamurskaya province of Late Mesozoic age the deposits and occurrences of gold-quartz are widespread, and goldsulphide-quartz, goldsilver and goldpolymetallic formations are less popular. They all are the main producers of gold ore and determine the metallogenic specialization of the province. Deposits and occurrences of goldsulphide and goldcopper-molybdenum porphyry formations are less common, as well as goldskarn ore, goldmercury, gold and raremetal and goldantimony formations. It is shown that in the central part of the province deposits and occurrences of goldquartz are predominant, and on the periphery — the goldsulphide-quartz and goldsilver formations. Prospects for growth of the resource base of gold ore deposits are associated mainly with goldsulphide-quartz, goldquartz and goldsilver, to a lesser extent — with goldpolymetallic formation.

Key words: province; deposit; ore formation; gold.

Приамурская золотоносная провинция относится к одной из ведущих золотоносных провинций России [9]. В её пределах, начиная с 1867 г., добыто более 1 тыс. т преимущественно россыпного золота. Доля рудного золота составляет около 20%. В последние годы Амурская область занимает второе место в России по добыче золота. Это связано, главным образом с резким увеличением добычи рудного золота с 2007 г. на фоне некоторого спада добычи россыпного. В эксплуатации в настоящее время находятся 5—6 рудных месторождений, запасы которых ограничены. Поэтому встаёт задача увеличения запасов известных и поиска новых месторождений наиболее продуктивных золоторудных формаций.

Формационная принадлежность и крупность месторождений золота провинции

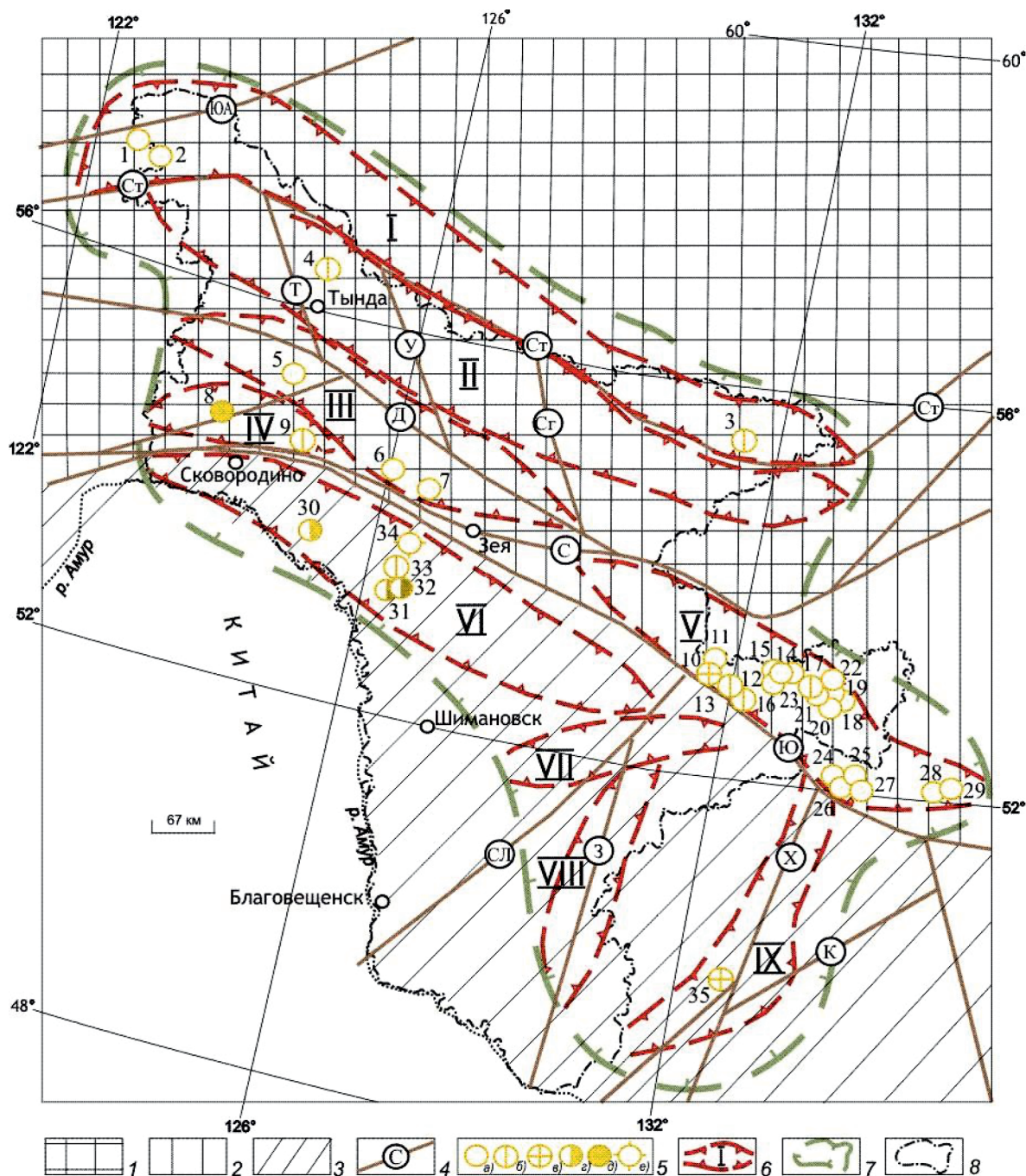
Под Приамурской золоторудной провинцией понимается крупная геологическая структура, площадью около 400 тыс. км², представляющая собой зону позднемезозойской коллизии геоблоков юго-восточного обрамления Сибирского кратона (Алдано-Становой геоблок) и Амурского композитного массива (геоблока) с зажатой между ними Монголо-Охотской складчатой системой [11]. Коллизия сопровождалась позднемезозойской интрузивной и вулканической деятельностью с формированием золотого оруденения. В провинции выделены металлогенические зоны, контролируемые крупными региональными разломами (Становой, Желтулакский, Северо-Туруинский, Южно-Туруинский, Селемджинский, Западно-Туранский и Хинганский), играющими роль рудоподводящих структур (рисунок). Площадь провинции нами условно разделена на три части, отличающиеся по степени золотоносности: северную (Южно-Якутская и Северо-Становая металло-

генические зоны), центральную (Желтулакская, Янканская, Джагды-Селемджинская и Северо-Буреинская зоны) и юго-восточную (Чагойан-Бысинская, Туранская и Восточно-Буреинская зоны).

В пределах Приамурской провинции известны 35 мелких, средних и крупных по запасам золоторудных месторождений, из которых на 1.01.2013 г. добыто около 180 т золота (табл. 1). Больше всего золоторудных месторождений содержат Джагды-Селемджинская (20) и Северо-Буреинская (5) металлогенические зоны. Не выявлены месторождения в Туранской зоне. Больше всего выявлено рудопоявлений золота в центральной части провинции (375), несколько меньше на её северной периферии (360) и совсем мало на юго-восточной (45). В центральной части провинции из рудных месторождений добыто 179,4 т золота, в том числе из месторождений Северо-Буреинской зоны — 97 т, а Джагды-Селемджинской — 57,19 т [10]. В северной периферической части провинции добыто 0,5 т, в юго-восточной периферической добыча рудного золота не производилась. Таким образом, на долю центральной части провинции приходится 99,7 % добытого рудного золота.

Произведён формационный анализ указанных месторождений. При этом под золоторудными формациями традиционно понималась группа месторождений со сходными по составу устойчивыми минеральными ассоциациями, формирующимися в близких геологических условиях независимо от времени образования [5].

При отнесении месторождений к той или иной формации учтён ряд классификаций [4, 6, 7, 8], основанных на различных признаках — структурных, минералогических, геохимических, метасоматических, по глубине образования, генетических и т. д. Одним из главных критериев классификации золоторудных месторождений обычно принимается уровень содержания сульфидов в рудах. Это об-



Приамурская золотоносная провинция: 1–3: геоблоки: 1 – Алдано-Становой, 2 – Монголо-Охотский, 3 – Амурский; 4 – региональные разломы (ЮА – Южно-Алданский, Ст – Становой, Т – Тунгурсанский, С – Северо-Турунгурсанский, Ю – Южно-Турунгурсанский, Д – Джелтулакский, У – Унахинский, СГ – Сугдзарский, З – Западно-Туранский, СЛ – Селемджинский, Х – Хинганский, К – Курский); 5 – золоторудные месторождения, их формационная принадлежность и номера: а – золотокварцевой (1 – Ледяное, 2 – Скалистое, 5 – Одолго, 6 – Успенское, 7 – Золотая Гора, 11 – Кварцитоное, 14 – Токур, 15 – Иннокентьевское, 16 – Сагур, 17 – Тарнах, 18 – Албын, 19 – Харгинское, 20 – Афанасьевское, 21 – Ингагли, 22 – Унгличкан, 24 – Буровое, 25 – Жильное, 26 – Лысогорское, 27 – Петровско-Еленинское, 28 – Кербинское, 29 – Токоланское), б – золотосульфидно-кварцевой (3 – Колчеданный Утес, 4 – Бамское, 9 – Кировское, 12 – Ворошиловское, 13 – Верхнемынское, 23 – Ясное, 33 – Пионер), в – золотосульфидной (10 – Маломыр, 35 – Нони), г – золотосеребряной (30 – Буринда, 31 – Покровское, 32 – Желтулак), д – золотополиметаллической (8 – Березитовое), е – золотомерно-молибден-порфировой (Боргуликан) формаций; 6 – границы металлогенических зон (I – Южно-Якутская, II – Северо-Становая, III – Джелтулакская, IV – Янканская, V – Джагды-Селемджинская, VI – Северо-Буреинская, VII – Чагойя-Быссинская, VIII – Туранская, IX – Восточно-Буреинская); 7 – контур Приамурской провинции; 8 – граница Амурской области

Таблица 1

Месторождения и рудопроявления Приамурской провинции

Номер	Металлогеническая зона	Названия месторождений (число)	Количество рудопроявлений	Добыча золота, т
Северная периферия провинции				
1	Южно-Якутская	Ледяное, Скалистое, Колчеданный Утес	178	0,032
2	Северо-Становая	Бамское	182	0,514
Итого 4			360	0,546
Центральная часть провинции				
3	Джелтулакская	Одолго, Успенское, Золотая Гора	109	2,858
4	Янканская	Березитовое, Кировское	57	22,4
5	Джагды-Селемджинская	Маломыр, Кварцитовое, Ворошиловское, Верхнемынское, Токур, Инокентьевское, Сагур, Тарнах, Албын, Харгинское, Афанасьевское, Ингагли, Унгличкан, Ясное, Буровое, Жильное, Лысогорское, Петровско-Еленинское, Кербинское, Токоланское	151	57,19
6	Северо-Буреинская	Буринда, Покровское, Желтунак, Пионер, Боргуликан (Икан)	58	97,0
Итого 30			375	179,448
Юго-восточная периферия провинции				
7	Чагойан-Быссинская		21	
8	Туранская		20	
9	Восточно-Буреинская	Нони	4	
Итого		1	45	
Сумма		35	780	179,994

щепризнанный критерий — один из основных при систематике золотого оруденения. Н.В. Петровская [6] выделила группы золоторудных месторождений по величине кварц-сульфидного отношения, принадлежащих к убогосульфидной (сульфидов менее 1 %), малосульфидной (сульфидов 1—5 %) и умеренно-сульфидной (15—20 %) формациям. По мнению Н.В. Петровской, кварц-сульфидное отношение является выражением генетических отличий руд золота, образованных в разных условиях. Оно также важно для характеристики минералого-технологических особенностей руд.

Согласно представлениям, развиваемым А.А. Сидоровым [7], существуют ряды формаций, которые отражают эволюционно развивающуюся геохимическую дифференциацию вещества. Ряды от первичных комплексных образований — базовых формаций, включающих группы колчеданных, порфирировых, сульфидно-вкрапленных месторождений, до сравнительно простых и нередко регенерированных объектов, оторванных от месторождений базовых формаций (зачастую не вскрытых эрозией) иногда на значительные расстояния. В развитии рудно-формационного ряда каждое последующее переотложение руд увеличивает их дифференциацию с формированием определённой части жильных образований и месторождений. В качестве базовых формаций, предшествующих жильному рудообразованию, выделяются медно-молибден-порфирировые, сульфидные (вкрапленных руд),

олово-порфирировые, колчеданные гидротермально-осадочные. Существует так называемый золотосульфидный ряд рудных формаций, на основе которого разработана обобщённая схема связей крупных золотосульфидных месторождений с их жильными сателлитами. Суть схемы в том, что зоны с большим объёмом золотоносной сульфидизации в черносланцевых терригенных (в том числе метаморфизованных) толщах, обрамляющие крупные массивы гранитоидов (или очаги гранитизации), являются базовыми формациями для более мелких золото-кварцевых объектов.

В.А. Степановым выделена новая золоторудная формация золоторудных месторождений, для которой характерна геохимическая связь золота и ртути. В нее входят такие известные месторождения, как Карлин, Гетчелл, Кортес (США), Хемло (Канада), Воронцовское, Кючюс, Олимпиада (Россия). Общими для них является устойчивая минеральная ассоциация золота с минералами ртути, мышьяка, сурьмы и таллия, тонкое, рассеянное в рудах золото с высоким содержанием ртути, рудноносные зоны местасоматитов преимущественно аргиллизитовой и лиственитовой метасоматических формаций, амагматичность. На некоторых месторождениях попутно с золотом добывается ртуть [8].

Исходя из перечисленных принципов формационного анализа, золоторудные месторождения Приамурской провинции отнесены нами к следу-

Таблица 2

Золоторудные формации и крупность месторождений Приамурской золотоносной провинции

Номер	Формация	Мелкие (< 10 т)	Средние (>10–100 т)	Крупные (>100 т)
1	Золото кварцевая	Ледяное, Скалистое, Одолго, Успенское, Золотая Гора, Иннокентьевское, Сагур, Тарнах, Харгинское, Афанасьевское, Ингагли, Буровое, Жильное, Лысогорское, Петровско-Еленинское, Кербинское, Токоланское, Унгличкан	Кварцитовое, Токур, Албын	
2	Золотосульфидно-кварцевая	Колчеданный Утес, Ворошиловское, Верхнемынское, Ясное	Пионер, Кировское	Бамское
3	Золотосульфидная		Нони, Маломыр	
4	Золотосеребряная	Буринда, Желтунак	Покровское	
5	Золотополиметаллическая		Березитовое	
6	Золотомедно-молибден-порфировая			Боргуликан (Икан)

ющим золоторудным формациям: золото кварцевой, золотосульфидно-кварцевой, золото-сульфидной, золотосеребряной, золотополиметаллической и золотомедно-молибден-порфировой (табл. 2).

В Приамурье наиболее распространены месторождения золото кварцевой (20) и золотосульфидно-кварцевой (7) формаций. Менее распространены месторождения золотосеребряной (3 месторождения) и золотосульфидной (2) формаций. Месторождения золотополиметаллической и золотомедно-молибден-порфировой формации единичные.

Типичным для золото кварцевой формации является месторождение Токур. Рудные тела представлены золотоносными кварцевыми жилами среди черносланцевых толщ палеозоя. Жилы имеют брекчиевую, полосчатую и сетчатую текстуру. Они сложены в основном кварцем, в подчиненном количестве находятся адуляр, кальцит, анкерит, серицит и хлорит. Из рудных минералов, количество которых не превышает 1–3 %, присутствуют арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит и самородное золото. Самородное золото в основном мелкое, величиной от нескольких микрон до первых миллиметров. Проба его меняется от 673 до 803 ‰. Руды легко-обогатимые.

Месторождений золотосульфидно-кварцевой формации меньше, чем золото кварцевой. Но среди них находятся не только мелкие и средние по запасам золота, но и крупное Бамское месторождение. После доразведки к крупным может присоединиться месторождение Пионер.

Месторождение Пионер локализовано на контакте интрузии гранитоидов раннемелового возраста и вмещающих песчано-сланцевых пород аякской свиты средне-позднеюрского возраста. Золотоносные рудные тела представлены зонами прожилково-сетчатых кварц-карбонатных прожилков, сопровождаемых прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией с существенным преобладанием пирита [3]. Вмещающие породы превращены в серицит-кварцевые и хлорит-сери-

цит-кварцевые метасоматиты. Количество сульфидов в рудах меняется от 2 до 8 %. Золото встречается в виде микронных выделений и наночастиц в пирите, а также самородного золота от мелкого до крупного. Проба его колеблется от 650 до 880 ‰ в рядовых рудах и от 870 до 915 ‰ в богатых.

Бамское месторождение расположено среди гранитоидов чубачинского комплекса раннего протерозоя, гнейсов и кристаллических сланцев архея. Рудными телами являются зоны прожилкового окварцевания и минерализованные линейные зоны динамометаморфизма [12]. Наиболее широко развиты процессы березитизации вмещающих пород. В составе нерудных компонентов преобладают кварц (65–80%), серицит (5–15%), карбонаты (2–10%). Количество сульфидов меняется от 1–5% до 5–10% и более. Среди них широко развиты пирит, халькопирит, галенит и золото. Золотосеребряное отношение в рудах 1:3. Золото тонкое и дисперсное. Проба его от 629 до 961 ‰.

Типичное золотосульфидное месторождение Маломыр представлено зоной прожилково-вкрапленных руд среди метаморфизованных черносланцевых толщ палеозоя [1]. Границы рудных тел выделяются по данным опробования. В рудных телах повсеместно установлены высокие содержания углерода (2–2,5%), серы (до 1%) и мышьяка (до 2%). С серой и мышьяком коррелируют содержания золота и серебра. Рудные минералы на 95–99% представлены золотоносными арсенопиритом и пиритом. Доля других сульфидов и самородного золота не велика. Содержание связанного золота в арсенопирите (30–150 г/т) обычно выше, чем в пирите (15–30 г/т). Руды труднообогатимые, упорные.

Месторождения золотосеребряной формации представлены средним по запасам Покровским месторождением и двумя мелкими (Буринда и Желтунак). Рудовмещающими породами Покровского золотосеребряного месторождения являются раннемеловые гранитоиды, перекрытые ранне-поз-

днемеловыми риолитами, дацитами и андезидацитами. Рудными телами являются адуляр-кварцевые жилы и жильно-прожилковые зоны в кварц-серпичит-гидрослюдистых метасоматитах и аргиллизитах Текстуры руд брекчиевые, колломорфно-полосчатые, каркасно-пластинчатые и крустификационные. Кроме кварца среди жильных минералов присутствуют карбонаты (кальцит, доломит) — 2—5 %, гидрослюды — до 5—12 %, адуляр — до 3—5 % и каолинит — до 5—7 %. Количество рудных минералов не превышает 1 %. Среди них преобладают пирит и самородное золото. Размер самородного золота преимущественно 0,003—0,007 мм. Проба его от 595 до 735 ‰. Руды легкообогатимые.

Березитовое месторождение золотополиметаллической формации представлено крупной крутонаклонной зоной рудоносных мусковит-кварцевых метасоматитов с существенными количествами (до 6 %) граната и турмалина в позднепалеозойских порфиридных гранодиоритах. Метасоматиты брекчированы и сцементированы сульфидными минералами, количество которых достигает 10—12 % объема породы. Основные рудные минералы — галенит, сфалерит, пирит, пирротин и магнетит, второстепенные — марказит, халькопирит, арсенопирит, ильменит, мышьяк содержащий пирит, леллингит и самородное золото. Полезными компонентами руд являются золото, серебро, свинец, цинк и кадмий. Средние содержания этих компонентов составляют: Au — 3 г/т, Ag — 14,3 г/т, Pb — 0,57 %, Zn — 0,93 %. Золото свободное, от мелкого до крупного. Средняя проба его равна 861 ‰, при интервале колебаний 666—999 ‰.

Особое место занимает крупное по запасам золота золотомедно-порфириное месторождение Боргуликан (Икан). Вмещающие оруденение субгоризонтально залегающие дациты и трахиандезиты раннего мела прорваны субвулканической интрузией гранодиорит-порфиров того же возраста. Ориентировка и залегание рудного штокверка конформны контактам интрузии. Штокверк приурочен к обшир-

ному ореолу фельдшпатолитов — березитов. Руды являются малосульфидными, главный рудный минерал — пирит. Халькопирит, молибденит, блеклая руда, борнит, галенит и сфалерит встречаются в незначительных количествах. Золото присутствует в свободном виде, в сульфидах, в прожилках серого кварца, в сростках. Проба золота составляет 700—850 ‰. Размеры золотинок преимущественно 1—5 мкм. Освоение месторождения может быть рентабельным при комплексном извлечении меди, молибдена и золота.

Рудное золото провинции в основном добывалось из месторождений золотокварцевой (Токур, Албын, Кварцитовое, Золотая Гора), золотосульфидно-кварцевой (Пионер, Кировское), золотосеребряной (Покровское), золотополиметаллической (Березитовое) и золотосульфидной (Маломыр) формаций. Лидерами по добыче рудного золота являются следующие месторождения: Покровское золотосеребряной (56,8 т), Пионер золотосульфидно-кварцевой (38,1 т), Токур золотокварцевой (34 т), Березитовое золотополиметаллической (13,1 т) формаций. В целом, примерно по 30 % от золотодобычи приходится на месторождения золотокварцевой, золотосульфидно-кварцевой и золотосеребряной формации, около 10% — золотополиметаллической. Доля золота, добываемого из золотосульфидных руд месторождения Маломыр невелика.

В 2014 г. рудное золото Приамурья добывалось из месторождений Пионер (9,3 т), Албын (5,7 т), Березитовое (4,0 т), Кварцитовое (2,9 т) и Покровское (0,8 т), т. е. главным образом из месторождений золотосульфидно-кварцевой, золотокварцевой и золотополиметаллической формаций [2].

Произведен также формационный анализ 426 наиболее изученных рудопроявлений золота, принадлежность других к той или иной формации определить на данном этапе затруднительно. Формационный спектр рудопроявлений шире, чем известных месторождений (табл. 3). Среди них новыми являются золотополиметаллическая, золото-

Таблица 3

Формации рудопроявлений золота Приамурской провинции

Формация	Доля рудопроявлений в отдельных частях провинции, %		
	Северная	Центральная	Юго-восточная
Золотокварцевая	60,3	53,8	8,1
Золотосульфидно-кварцевая	10,8	15,3	24,3
Золотосульфидная	2,5	4,6	
Золотосеребряная	13,9	6,6	21,6
Золотополиметаллическая	6,1	6,1	13,5
Золотомедно-молибден-порфировая	4,6	3,0	
Золотортутная		2,6	13,5
Золотосурьмяная		1,5	2,7
Золоторедкометаллическая		5,0	
Золотоконгломератовая	0,5	0,5	

ртутная, золотосурьмяная, золоторедкометаллическая, скарновая и формация золотосурьмяно-кварцевых конгломератов. Наличие этих рудопроявлений указывает на возможность выявления при последующих геологоразведочных работах и месторождений новой для провинции формационной принадлежности.

В целом в пределах провинции значительно преобладают рудопроявления золотокварцевой формации (52,8 % от общего количества). Значительную долю составляют рудопроявления золотосурьмяно-кварцевой (14 %), золотосеребряной (11,2 %) и золотополиметаллической (6,8 %). Это коррелирует с распространенностью месторождений тех же формаций. К редко встречающимся отнесены рудопроявления золотомедно-молибден-порфировой (3,5 %), золотосурьмяно-кварцевой (3,2 %), скарновой (3,2 %), золотортутной (2,3 %), золоторедкометаллической (1,1 %), золотосурьмяной (0,9 %) и золотосурьмяно-кварцевой (0,46 %) формаций.

Обсуждение результатов

В пределах Приамурской провинции наиболее развиты месторождения и рудопроявления золотокварцевой формации, далее со значительным отрывом идут представители золотосурьмяно-кварцевой, золотосеребряной и золотополиметаллической формаций. Месторождения этих формаций определяют специфику Приамурской провинции и являются главными поставщиками добываемого золота. Месторождения и рудопроявления золотокварцевой формации кроме того, вносят наиболее существенный вклад в формирование многочисленных россыпей провинции, роль представителей других формаций в процессе россыпеобразования значительно меньше.

Выявляются закономерности в размещении месторождений и рудопроявлений определённых формаций в различных металлогенических зонах Приамурской провинции. Месторождения золотокварцевой формации сосредоточены в основном в центральной части провинции (Желтулакская, Янканская, Джагды-Селемджинская и Северо-Буреинская металлогенические зоны). Наряду с ними находятся редкие месторождения золотополиметаллической и золотомедно-молибден-порфировой формаций. В северной периферии провинции (Южно-Якутская и Северо-Становая металлогенические зоны) отмечаются месторождения золотокварцевой и золотосурьмяно-кварцевой формаций, для юго-восточной периферии (Чагойан-Быссинская, Туранская и Восточно-Буреинская зоны) характерны месторождения золотосеребряной и золотосурьмяно-кварцевой.

Примерно такая же картина наблюдается по размещению рудопроявлений. В северной и цен-

тральной частях провинции преобладают рудопроявления золотокварцевой формации, а в юго-восточной — золотосурьмяно-кварцевой и золотосеребряной. Число золотокварцевых рудопроявлений уменьшается с севера на юг, а золотосурьмяно-кварцевой и золотополиметаллической увеличивается в том же направлении. Представители золотосеребряной формации преобладают в периферических частях провинции, что определяет снижение в них пробы россыпного золота. Рудопроявления слабо изученных золото-ртутной и золото-сурьмяной формаций шире распространены на юго-восточном фланге провинции. Распределение представителей отдельных формаций в пределах провинции имеет важное значение для прогнозирования, поисков и разведки месторождений определённых типов.

Установленные золотокварцевые месторождения провинции преимущественно мелкие, реже средние по запасам золота. Представляется вероятным выявление в дальнейшем крупных и, возможно, уникальных по запасам месторождений типа Наталкинского в Центрально-Колымской провинции или Мурунтау в Западно-Тянь-Шаньской. Их выявление прогнозируется главным образом в Джагды-Селемджинской металлогенической зоне центральной части провинции. При доизучении крупным месторождением этого типа с бедными рудами может быть месторождение Токур.

Среди золотосурьмяно-кварцевых имеются не только средние по запасам Кировское и Пионер, но и крупное месторождение Бамское. Крупным при доразведке может быть месторождение Пионер. В связи со сложностью извлечения золота из первичных золотосурьмяно-кварцевых руд, отработка его ограничена зоной окисления. В перспективе крупные месторождения этого типа будут играть существенную роль в золотодобыче. Выявление золотосурьмяно-кварцевых месторождений наиболее вероятно в пределах Северо-Буреинской и Северо-Становой металлогенических зон.

Месторождения золотосеребряной формации большей частью мелкие за исключением среднего по запасам и почти полностью отработанного Покровского месторождения. Доизучение золотосеребряных рудопроявлений, расположенных главным образом в пределах Северо-Буреинской и Северо-Становой металлогенических зон, может привести к новым открытиям.

Месторождение Березитовое золотополиметаллической формации среднее по запасам. Перспективы его ограничены. Выявление новых объектов этого типа ожидается в пределах Янканской и Чагойан-Быссинской металлогенических зон, где чаще встречаются золотополиметаллические рудопроявления.

Редко встречаются месторождения и рудопроявления золотосурьмяно-кварцевой и золотомедно-молиб-

ден-порфировой формации. Золотосульфидные месторождения (Маломыр, Нони) средние по запасам, золотомедно-молибден-порфировое месторождение Боргуликан крупное. Вовлечение их в эксплуатацию сдерживается отсутствием высокоэффективной и рентабельной технологии извлечения золота из золотосульфидных и золотомедно-молибден-порфировых руд. Наличие рудопроявлений золотоскарновой, золотортутной, золото-редкометалльной и золотосурьмяной формаций свидетельствует о возможном в будущем выявлении подобных месторождений.

Для золоторудных месторождений провинции характерны разнообразные соотношения золота, связанного с сульфидной минерализацией, и золота, ассоциированного с кварцем. От этих соотношений во многом зависят размер и морфология выделений самородного золота, а также преобладающая форма нахождения его в рудах. Эти факторы являются одними из основных для выбора технологии обогащения руд, которая имеет важное, а иногда и определяющее значение для вовлечения того или иного месторождения в промышленную обработку.

Месторождения с преобладающим золотокварцевым составом руд, как правило, легкообогатимы простейшими методами. Они характеризуются наличием свободного золота повышенной крупности. С сульфидами связана небольшая часть золота, не влияющая существенно на технологию обогащения руд. Для золотосульфидных месторождений, наоборот, характерно преимущественно мелкое, тонкое и дисперсное золото, рассеянное в сульфидах. Доля свободного золота невелика. Руды труднообогатимые, упорные. Нечто среднее представляют собой объекты с золотосульфидно-кварцевым типом руд, в которых золото ассоциировано и с кварцем, и с сульфидами. Для месторождений золотосеребряной формации характерно мелкое и

тонкое золото, не связанное с сульфидами и поэтому легкообогатимое простыми методами.

Заключение

Проведенное исследование показало, что в пределах Приамурской провинции позднемезозойского возраста широко развиты месторождения и рудопроявления золотокварцевой, менее золотосульфидно-кварцевой, золотосеребряной и золотополиметаллической формаций, определяющие металлогеническую специализацию провинции. Реже встречаются месторождения и рудопроявления золотосульфидной и золотомедно-молибден-порфировой формации, а также рудопроявления золотоскарновой, золотортутной, золото-редкометалльной и золотосурьмяной формаций.

Наблюдается определённая зональность в размещении представителей разных формаций: в центральной части провинции преобладают месторождения и рудопроявления золотокварцевой, а на периферии — золотосульфидно-кварцевой и золотосеребряной формаций.

До настоящего времени разрабатывались в основном месторождения с легкообогатимыми рудами: малосульфидные золотокварцевые, убогосульфидные золотосеребряные, а также окисленные золотосульфидно-кварцевые или золотосульфидные.

Перспективы дальнейшего наращивания сырьевой базы рудного золота связываются с месторождениями главным образом золотосульфидно-кварцевой, золотокварцевой и золотосеребряной, в меньшей степени золотополиметаллической формаций. Вовлечение в эксплуатацию месторождений золотосульфидной и золотомедно-молибден-порфировой формаций требует разработки высокоэффективных и рентабельных технологий извлечения упорного золота из сульфидных и золотомедно-молибденовых руд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк В.А., Пересторонин А.Е. Маломыр — первое крупное месторождение золота сухоложского типа в Приамурье. Хабаровск: ИКАРП. ДВО РАН. 2000. 47 с.
2. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1.01.2015 г. Выпуск 29. ЗОЛОТО. Том VII. ДФО. Часть 5. Амурская область. Золото рудное и россыпное. М.: Росгеолфонд, 2015. 187 с.
3. Золоторудные месторождения России / под ред. М.М. Константинова. М.: Акварель. 2010. 349 с.
4. Константинов М.М. Золоторудные провинции мира. М.: Научный мир, 2006. 358 с.
5. Константинов Р.М. Некоторые вопросы изучения эндогенных рудных формаций при металлогенических исследованиях // Вопросы металлогении. М.: Недра. 1965. С. 7–118.
6. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 348 с.
7. Сидоров А.А. Рудные формации и эволюционно-исторический анализ благороднометалльного оруденения. Магадан: Тр. ДВО РАН. 1998. 246 с.
8. Степанов В.А. Золото-ртутные месторождения — новый источник золота в России // Отечественная геология. 1993. № 9. С. 29–34.
9. Степанов В.А. Перспективы золотоносности Приамурской провинции // Руды и металлы. 2013. № 1. С. 25–32.
10. Степанов В.А., Мельников А.В. Металлогенические зоны и рудно-россыпные узлы центральной части Приамурской золотоносной провинции // Отечественная геология. 2015. № 3. С. 3–6.
11. Степанов В.А., Мельников А.В., Вах А.С. и др. Приамурская золоторудная провинция. Благовещенск: АмГУ. 2008. 232 с.
12. Степанов В.А., Стриха В.Е., Черемисин А.А. и др. Бамское золоторудное месторождение. Владивосток: Дальнаука. 1998. 209 с.