

УДК 553.411(571.61/.62)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И ИЗОТОПНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ГОНЖИНСКОГО ЦЕНТРА ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Степанов В. А.¹, Мельников А. В.²

¹ ФГБУН Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский

² ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск
E-mail: vitstepanov@yandex.ru, melnikov_anton@mail.ru

Рассмотрен геологический и изотопный возраст месторождений золото-сульфидно-кварцевой и золото-серебряной формации Гонжинского золоторудного центра Приамурской золотоносной провинции. Формирование месторождений золото-сульфидно-кварцевой формации (Пионер, Анатольевское и Александра) парагенетически связано с буриндинским монцодиоритовым комплексом интрузий и даек, калий-аргоновый возраст которых оценивается в 92–116 млн лет, изотопный возраст массива диоритов буриндинского комплекса, установленный U–Pb методом по цирконам, составил 117.8 ± 2.6 млн лет, в пределах аптского яруса раннего мела. Для золото-серебряных месторождений (Покровское, Буринда) установлена парагенетическая связь золото-серебряного оруденения с комплексом субвулканических интрузий и даек талданского комплекса раннего мела. Они были сформированы на субвулканическом уровне и имеют барремский возраст. Rb–Sr возраст наиболее продуктивного Покровского золото-серебряного месторождения составляет 131 ± 12 млн лет.

Ключевые слова: золоторудные месторождения, изотопный возраст, интрузивный комплекс, золото-сульфидно-кварцевая и золото-серебряная формация.

DOI: 10.34078/1814-0998-2023-4-42-50

ВВЕДЕНИЕ

В Приамурской золотоносной провинции известно около сорока золоторудных месторождений. Они развиты в пределах провинции крайне неравномерно. Наиболее продуктивные из них сосредоточены главным образом в центральной, приаерной части провинции, образуя три исторически сложившихся центра добычи рудного золота – Соловьевский, Гонжинский и Токкурский (Степанов, Мельников, 2021). Эти центры представляют собой крупные обособленные аномалии золотоносности, в пределах которых находятся наиболее значимые в промышленном отношении золоторудные месторождения. В целом геологический и изотопный возраст золоторудных месторождений провинции, по данным разных исследователей, оценивается как позднемезозойский и колеблется от позднего триаса до позднего мела (Степанов, 2017). Отдельно возраст богатых скоплений рудного золота в конкретных золоторудных центрах ранее не рассматривался. В статье приводятся сведения о геоло-

гическом и изотопном возрасте наиболее продуктивного Гонжинского золоторудного центра, из месторождений которого добыто около 45 % рудного золота провинции.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГОНЖИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ЦЕНТРА

Гонжинский центр находится в юго-западной части Приамурской золотоносной провинции в пределах Амурского геоблока и примыкает с севера к Южно-Тукурингскому региональному разлому (рис. 1). В геолого-структурном плане центру отвечает крупное, изометричной формы поднятие кристаллического фундамента докембрийского возраста. В приаерной части поднятия распространены рифейско-нижнекембрийские неравномерно метаморфизованные (до эпидот-амфиболитовой фации) песчаники, алевролиты, углисто-кремнистые, слюдяные сланцы и силур-девон-каменноугольные терригенно-карбонатные отложения, прорванные позднедевонскими интрузиями урушинского габбро-диорит-плагиогранитного и раннепермскими гранитоидами пиканского комплексов. На периферии

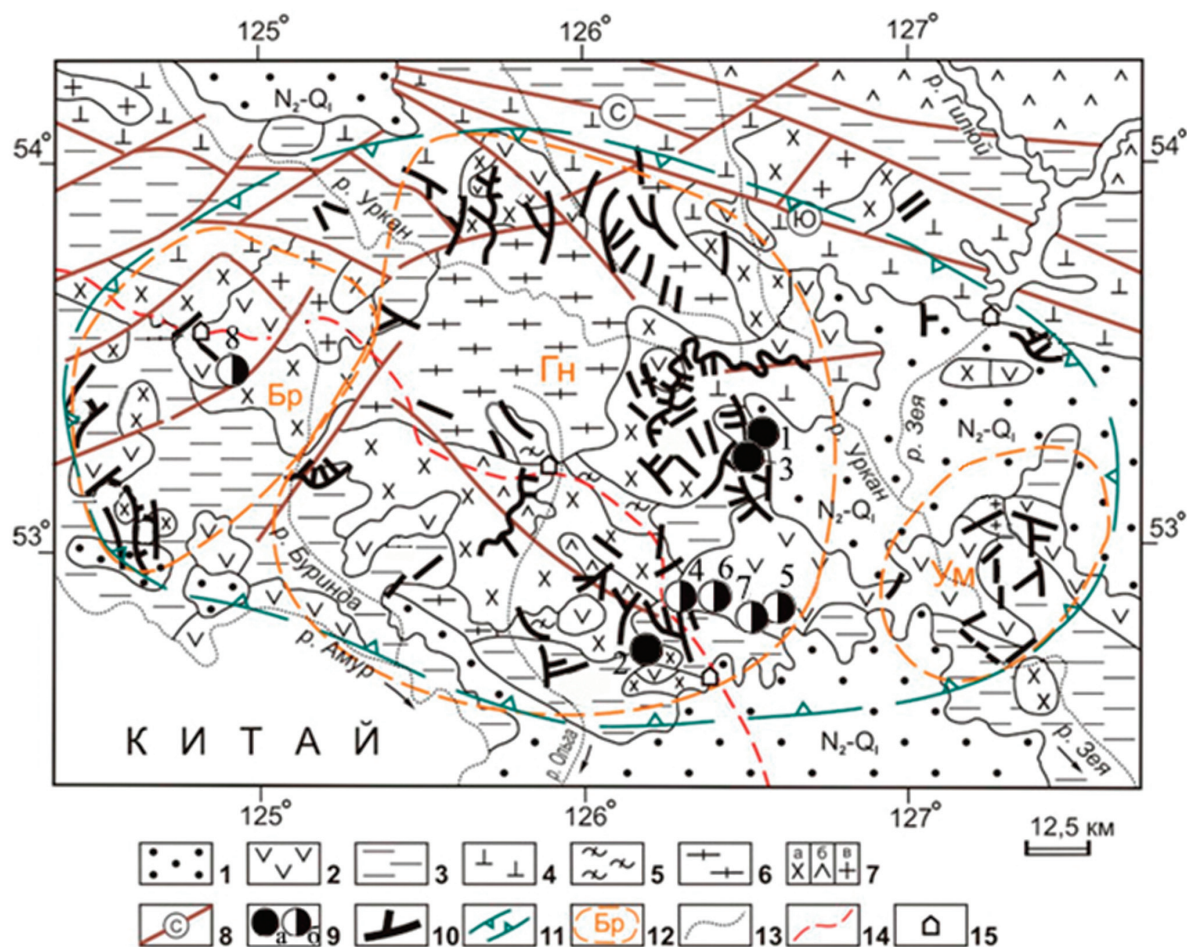


Рис. 1. Гонжинский золоторудный центр, с использованием данных (Хомич, Борискина, 2010): 1–7 – геологические комплексы: 1–4 – стратифицированные: 1 – неоген-четвертичный терригенный, 2 – меловой эффузивно-пирокластический, 3 – юрский терригенный, 4 – нижне-среднепалеозойский вулканогенно-осадочный метаморфизованный; 5–6 – интрузивно-метаморфические: 5 – нижнепалеозойско-верхнепротерозойский, 6 – нижнепротерозойско-среднеархейский; 7 – позднемезозойские интрузивные: а – монцодиоритовый, гранодиорит-гранитный (K_1), б – граносиенит-порфировый (J_3-K_1), в – гранит-порфировый (субвулканический, K_2); 8 – разломы (С – Северо-Тукурингский, Ю – Южно-Тукурингский); 9 – золоторудные месторождения: а – золото-сульфидно-кварцевой (1 – Пионер, 2 – Анатольевское, 3 – Александра), б – золото-серебряной (4 – Покровское, 5 – Желтунак, 6 – Базовое, 7 – Катрин, 8 – Буринда) формации; 10 – россыпи золота; 11 – контур Гонжинского центра золотодобычи; 12 – контуры Гонжинского рудно-россыпного района (Гн) и рудно-россыпных узлов (Бр – Буриндинский, Ум – Умлеканский); 13 – водотоки; 14 – железная дорога; 15 – населенные пункты.

Fig. 1. Gonzhinsky gold-ore center, using data from (Khomich, Boriskina, 2010): 1–7 – geological complexes: 1–4 – stratified: 1 – Neogene-Quaternary terrigenous, 2 – Cretaceous effusive-pyroclastic, 3 – Jurassic terrigenous; 4 – Lower to Middle Paleozoic volcanogenic-sedimentary metamorphosed; 5–6 – intrusive-metamorphic: 5 – Lower Paleozoic to Upper Proterozoic, 6 – Lower Proterozoic to Middle Archean; 7 – Late Mesozoic intrusive rocks: а – monzodiorite, granodiorite-granite (K_1), б – granosyenite-porphyr (J₃– K_1), в – granite-porphyr (subvolcanic, K_2); 8 – faults (C – North Tukuringrsky, Ю – South Tukuringrsky); 9 – gold deposits: а – gold-sulfide-quartz (1 – Pioneer, 2 – Anatolyevskoye, 3 – Alexandra), б – gold-silver (4 – Pokrovskoye, 5 – Zheltunak, 6 – Bazovoye, 7 – Katrin, 8 – Burinda) formations; 10 – gold placers; 11 – contour of the Gonzhinsky gold-ore center; 12 – contours of the Gonzhinsky ore-placer district (Gn) and ore-placer clusters (Br – Burinda, Um – Umlekansky); 13 – watercourses; 14 – railroad; 15 – settlements.

развиты позднемезозойские образования, состоящие из средне-верхнеюрских терригенных отложений Осежинского прогиба и Умлеканского вулканоплутонического пояса раннемелового возраста. В обрамлении Гонжинского выступа распространены покровы рыхлых неоген-четвертичных отложений. По мнению В. Г. Хомича и Н. Г. Борискиной (2010), Гонжинский

выступ является длительно развивавшимся (400–500 млн лет) интрузивно-купольным сооружением со скрытым гранитным ядром в центре. Глубинное строение выступа характеризуется областью разуплотнения, достигающей максимума на глубинах 20–30 км. Региональный минимум поля силы тяжести позволяет предположить наличие под ним колоннообразной рудно-магматической

системы кислого состава, уходящей корнями в мантию. Источником золота, по-видимому, является мантийный плюм, вмещающие породы и продукты их фракционирования.

Геологический и изотопный возраст золоторудных месторождений

Золоторудные месторождения, проявления и сопряженные с ними россыпи приурочены к периферии Гонжинского поднятия. Добыча золота производилась из 8 золоторудных месторождений: Пионер, Покровское, Александра, Анатольевское, Желтунак, Базовое, Катрин и Буринда (табл. 1). Начало основной золотодобычи датируется 1993 г. (месторождение Покровское) и продолжается в настоящее время (месторождения Покровское, Пионер). Всего из рудных месторождений Гонжинского центра добыто 183 т золота. Три продуктивных золоторудных месторождения отнесены к золото-сульфидно-кварцевой

(Пионер, Анатольевское и Александра) и пять (Покровское, Желтунак, Базовое, Катрин, Буринда) – к золото-серебряной формации. Из россыпей Гонжинского центра извлечено 37.2 т. Отношение добычи россыпного золота к рудному близко к 0.2, что позволяет отнести этот центр к существенно рудным.

ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ

К этой формации отнесены месторождения Пионер, Анатольевское и Александра. Лидером по добыче золота является месторождение Пионер, расположенное к востоку от приядерной части Гонжинского выступа. Вмещающие породы представлены терригенными осадками аякской свиты среднеюрского возраста, прорванными раннемеловыми диоритами, гранодиоритами и гранит-порфирами Ольгинского массива верх-

Таблица 1. Геологический возраст месторождений Гонжинского золоторудного центра
Table 1. Geological age of deposits in the Gonzhinsky gold center

№ п/п	Месторождение	Добыча золота, т	Вмещающие породы (К–Аг возраст, млн лет)	Парагенетические интрузии (К–Аг возраст, млн лет)	Перекрывающие комплексы
Золото-сульфидно-кварцевая формация					
1	Пионер	83.5	Интрузия гранитоидов верхнеамурского комплекса раннего мела (97–139)	Интрузии и дайки буриндинского комплекса (92–116)	Отложения белогорской свиты (N ₂ -Q ₁)
2	Анатольевское	13.2	Интрузия и дайки гранитоидов верхнеамурского комплекса раннего мела (97–139)	–	Отложения белогорской свиты (N ₂ -Q ₁)
3	Александра	3.1	Интрузия гранитоидов верхнеамурского комплекса раннего мела (97–139)	Дайки буриндинского комплекса (92–116)	Отложения белогорской свиты (N ₂ -Q ₁)
Золото-серебряная формация					
4	Покровское	65.4	Вулканы талданской свиты готерив-аптского возраста (103–126)	Интрузии, силлы и дайки талданского субвулканического комплекса раннего мела (100–137)	Вулканы галькинской свиты (K ₂)
5	Желтунак	10.3	Вулканы талданской свиты готерив-аптского возраста (103–126)	–	Отложения сазанковской свиты (N ₂)
6	Базовое	6.0	Вулканы талданской свиты готерив-аптского возраста (103–126)	–	Отложения белогорской свиты (N ₂ -Q ₁)
7	Катрин	0.8	Вулканы талданской свиты готерив-аптского возраста (103–126)	–	Отложения белогорской свиты (N ₂ -Q ₁)
8	Буринда	0.73	Вулканы талданской свиты барремского возраста (125–130)	Интрузии и дайки талданского субвулканического комплекса раннего мела (118–192)	Аллювиальные отложения квартала

неамурского комплекса (Золоторудные..., 2010). Рудные тела представлены мощными (50–300 м), крутонаклонными (50–80°) линейными штокверками прожилково-сетчатого окварцевания и карбонатизации с прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализацией. В рядовых рудах содержания золота небольшие (0.4–2 г/т), в обогащенных гнездах, рудных столбах и струях от 4 г/т и выше. Золото-серебряное отношение 1 : 1. Первичные руды умеренносульфидные (2–8 %) с тонким и мелким золотом, проба которого увеличивается от 650–880 ‰ в рядовых рудах до 870–915 ‰ в богатых.

Нижняя возрастная граница определяется вмещающими породами. Из стратифицированных образований к ним относятся терригенные породы аякской свиты. Они представлены аркозовыми и полимиктовыми песчаниками с прослоями алевролитов, линзами гравелитов и галечных конгломератов. В отложениях свиты собраны растительные остатки *Cladoflebis aldantensis* Vachr., *Coniopteris depensis* E. Lebed. и др. Они указывают на верхи средней – низы верхней юры (Сережников и др., 2007). Прорывающие их диориты, гранодиориты и гранит-порфиры Ольгинского массива относятся к верхнеамурскому комплексу, сформированному в переходной зоне от мезо- к гипабиссальной фации глубинности. Этот комплекс имеет раннемеловой возраст на основании прорывания средне-верхнеюрских отложений депской свиты и перекрывания нижнемеловыми образованиями умлеканской и талданской свит. Из изотопных исследований известны многочисленные **К–Аг определения**, большинство которых относится к раннему мелу (97–139 млн лет) (Сережников и др., 2007). Верхняя возрастная граница определяется по неоген-раннечетвертичному возрасту перекрывающих оруденение рыхлых пород сазанковской и белогорской свит.

Наиболее близки к рудному процессу многочисленные до-рудные и внутрирудные дайки и малые тела, сложенные диоритовыми порфиритами и андезитами буриндинского комплекса раннего мела (рис. 2). Эти интрузии прорывают гранитоиды верхнеамурского комплекса и относятся к гипабиссальной монзонит-гранитовой формации. Геологический возраст бу-

риндинских интрузий и даек определяется тем, что они прорывают гранитоиды верхнеамурского комплекса и вулканиты талданской свиты и перекрывают позднемеловыми эффузивами галькинской свиты (Сережников и др., 2007). Позднемеловой возраст галькинской свиты подтверждается находками сеноманской пресноводной фауны, а также радиологическими К–Аг датировками в 78–98 млн лет (Сережников и др., 2007).

К–Аг изотопный возраст буриндинских гранитоидов древнее вулканитов галькинской свиты и колеблется в пределах (92–116 млн лет), т. е. от апт-альбского веков раннего мела до сеноманского века позднего мела. По геологическим и изотопным данным, возраст золотого оруденения месторождения Пионер оценивается по парагенетически связанным с ним интрузиям и дайкам буриндинского комплекса и находится в интервале от апта раннего мела до сеномана позднего мела.

Месторождение *Анатольевское* расположено на южной периферии Гонжинского выступа. Геологическое строение месторождения аналогично месторождению Пионер. Вмещающими также служат терригенные породы аякской свиты среднеюрского возраста, представленные песчаниками и алевролитами, а также прорывающие их интрузия гранодиоритов и дайки гранит-порфиров верхнеамурского комплекса. Золотое оруденение



Рис. 2. Андезиты буриндинского комплекса (светлое) прорывают рудоносные алевролиты с обильной вкрапленностью и гнездами пирита, а также кварцевыми прожилками. Зона Бахмут месторождения Пионер (фото А. В. Мельникова).

Fig. 2. Andesites of the Burinda complex (light) cut through ore-bearing siltstones with abundant dissemination and nests of pyrite, as well as quartz veinlets. Bakhmut zone of the Pioneer deposit (photo by A. V. Melnikov).

представлено зонами кварцевых жил, прожилков и сульфидной вкрапленности, тяготеющими к полям развития даек гранит-порфиров. Вмещающие породы подвергнуты аргиллизации и окварцеванию. Количество рудных минералов, среди которых преобладает пирит, меняется от 3–5 до 10 %. Золото свободное, мелких размеров, проба его 725–829 ‰, в среднем 775 ‰. Содержания золота в рудах 1–5 г/т. Нижняя возрастная граница золотого оруденения определяется по вмещающим породам – среднеюрскими терригенными толщами аякской свиты и гранитоидами верхнеамурского комплекса раннего мела. Верхняя возрастная граница не установлена.

Месторождение *Александра* приурочено к северному флангу месторождения Пионер и по существу является одной из рудоносных зон этого месторождения. Вмещающими породами являются терригенные образования аякской свиты среднеюрского возраста, представленные песчаниками, алевролитами и туфами. На южном фланге месторождения они прорваны интрузией гранодиоритов, гранитов, гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров верхнеамурского комплекса раннего мела. Часто встречаются дайки кварцевых диоритов, диоритов и диоритовых порфиров буриндинского комплекса раннего мела. Золотое оруденение представлено зонами гидротермально измененных (серицитизированных, хлоритизированных) пород, кварц-серицитовых метасоматитов с кварцевыми и карбонат-кварцевыми прожилками и вкрапленной сульфидной минерализацией. Зоны имеют субширотное или юго-восточное простирание, совпадающее с простиранием даек буриндинского комплекса. Из рудных минералов преобладают пирит (2–3 %) и самородное золото. Содержания золота невысокие (0.4–5.0 г/т). Район месторождения перекрыт рыхлыми отложениями сазанковской и белогорской свит неоген-раннечетвертичного возраста, мощность которых меняется от 5–8 до 40 м. Нижняя возрастная граница оруденения определяется по вмещающим терригенным породам аякской свиты средней юры. По аналогии с месторождением Пионер можно предположить, что наиболее близки к формированию золотого оруденения дайки кварцевых диоритов, диоритов и диоритовых порфиров буриндинского комплекса. Верхней возрастной границей золотого оруденения служит неоген-раннечетвертичный возраст перекрывающих пород сазанковской и белогорской свит.

Месторождения золото-сульфидно-кварцевой формации находятся на юго-восточной окраине Гонжинского золоторудного центра, в сходной геолого-структурной позиции. Вмещающими породами являются терригенные породы аякской свиты средней юры, а также прорывающие их

интрузии и дайки гранитоидов верхнеамурского комплекса. **К–Ag изотопный возраст верхнеамурского комплекса** в большинстве случаев отвечает раннему мелу (97–139 млн лет). Перекрывающими служат неоген-раннечетвертичные рыхлые отложения сазанковской и белогорской свит. Однотипная геолого-структурная позиция месторождений золото-сульфидно-кварцевой формации, одинаковые вмещающие и перекрывающие интрузии и толщи позволяют предположить единый этап формирования этих месторождений. Он совпадает с внедрением до- и синрудных интрузий и даек буриндинского комплекса, возраст которого, согласно серии изотопных определений К–Ag методом, находится в интервале 92–116 млн лет, т. е. от апт-альба раннего мела до сеномана позднего мела. В это время происходило формирование золото-сульфидно-кварцевого оруденения Гонжинского золоторудного центра.

ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНАЯ ФОРМАЦИЯ

К этой формации относятся в порядке размеров добычи золота следующие месторождения: Покровское, Желтунак, Базовое, Катрин и Буринда.

Покровское месторождение расположено на южной периферии Гонжинского выступа. Вмещающие породы представлены гранитами и гранодиоритами Сергеевского массива верхнеамурского комплекса, прорывающими их субвулканическими телами дацитов и риодацитов талданского комплекса раннего мела, а также перекрывающими эффузивами талданской свиты (дациты, риодациты, их туфы и лавокластиты).

Месторождением является система субгоризонтальных кварцевых жил, сопровождаемых линейно вытянутыми жильно-прожилковыми зонами и штокверками. Оруденение располагается в апикальной части Сергеевского массива и экранируется покровными вулканитами талданской свиты. Нижней границей рудных тел служит sill дацитов и риодацитов талданского комплекса. В составе жильных минералов руд преобладает кварц, менее представлены адуляр, карбонаты, гидрослюда и каолинит. Текстуры руд – колломорфно-полосчатые, каркасно-пластинчатые и брекчиевые. Руды убогосульфидные, количество рудных минералов около 1 %. Среди них преобладает пирит, менее развиты марказит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит, антимонит, аргентит, полибазит, прустит, пираргирит, киноварь, а также самородное золото. Золото тонкое и тонкодисперсное, низкой пробы (595–735 ‰).

Нижней возрастной границей золотого оруденения служит возраст вмещающих оруденение гранитоидной интрузии верхнеамурского комплекса и вулканитов талданской свиты. Как

было указано выше, возраст интрузивного верхнеамурского комплекса является раннемеловым на основании прорывания породами комплекса средне-верхнеюрских отложений депской свиты и перекрывания их нижнемеловыми образованиями умлеканской и талданской свит. Большинство изотопных К–Аг определений (97–139 млн лет) также относится к раннему мелу (Сережников и др., 2007).

Геологический возраст талданской свиты, в состав которой входят покровные вулканы среднего и кислого состава, их туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты и песчаники, определен как готерив-баррем-аптский на основании находок органических остатков, а также флоры *Coniopteris ex gr. nymfarum* (Heer) Vachr. Изотопный возраст покровных вулканитов, определенный К–Аг методом как апт-альбский (103–126 млн лет), не противоречит этим данным. Для субвулканических образований, в том числе силлов дацитов и риодацитов, принят тот же, что и для покровных фаций, готерив-аптский возраст.

Верхнюю возрастную границу талданского комплекса определяют вулканы галькинской свиты, представленные на южном фланге Покровского рудного поля туфобрекчиями с линзами туфопесчаников и песчаников. Они перекрывают покровные вулканы и субвулканические образования талданского комплекса. Возраст

вулканитов галькинской свиты оценивается как позднемеловой на основании находок пресноводной фауны и изотопных определений К–Аг методом в пределах 78–98 млн лет (Сережников и др., 2007).

Поскольку достаточно очевидна генетическая связь формирования Покровского месторождения с талданским вулканическим комплексом, в первую очередь с субвулканическими силлами и дайками кислого состава, то возраст золотого оруденения по геологическим данным оценивается как готерив-аптский.

Для уточнения возраста золото-серебряного оруденения проведено исследование **Rb–Sr** методом возраста наиболее крупного Покровского месторождения золото-серебряной формации в отделе изотопной геологии ВСЕГЕИ. Определение содержания рубидия и стронция, а также изотопного состава стронция выполнялось на приборе МИ-1201Т по стандартной методике. Проанализированы мономинеральные фракции адуляра и кальцита дорудной, ранней рудной, **I и II продуктивных** и пострудной стадий минерализации. Получены два изохронных графика (рис. 3), идентичных по возрасту и слабо различающихся по первичному изотопному составу стронция. Рассчитанное среднее значение изотопного возраста для рудосопровождающих минералов составляет 131 ± 12 млн лет (Моисеенко и др., 1999). Это

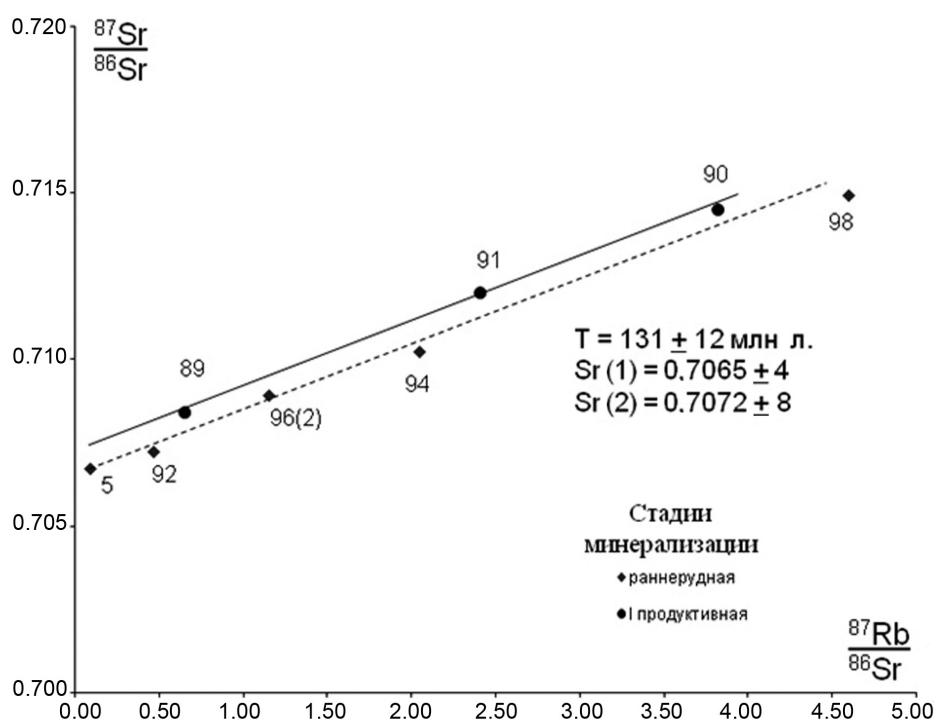


Рис. 3. Rb/Sr-изохронные графики для рудосопровождающих минералов месторождения Покровское (Моисеенко и др., 1999).

Fig. 3. Rb/Sr isochronous graphs for ore-accompanying minerals from the Pokrovskoye deposit (Moiseyenko et al., 1999).

указывает на раннемеловой, на границе готеривского и барремского изотопный возраст формирования Покровского месторождения, что уточняет геологический.

Золото-серебряное месторождение **Желтунак** расположено на юго-восточном фланге Гонжинского золоторудного центра. Вмещающими породами служат андезиты, дациты, их туфы и лавокластиты талданской свиты. Золотое оруденение приурочено к двум рудным зонам – Сухой и Западной. Рудная зона Сухая включает систему крутонаклонных кварцевых жил, окаймленных зоной прожилково-сетчатого и метасоматического окварцевания с гнездово-вкрапленной пиритизацией на фоне аргиллизированных вулканитов. Содержания золота колеблются в интервале 0.6–6 г/т, серебра – 8–485 г/т. Рудная зона Западная приурочена к пологой чешуйчато-надвиговой структуре северо-восточного простирания. Она сложена аргиллизированными и сульфидизированными андезитами с прожилково-сетчатым окварцеванием. Золото от тонкодисперсного до мелкого. Проба его меняется в пределах 735–935 ‰. Золото-серебряное оруденение перекрыто рыхлым чехлом неогеновых образований сазанковской свиты (пески, глины, алевроиты), мощностью до 10–20 м. По геологическим данным, возраст оруденения находится в вилке готерив-аптского возраста вмещающих пород талданской свиты и неогеновых перекрывающих осадков сазанковской свиты.

Базовое золото-серебряное месторождение находится в 9 км восточнее Покровского месторождения. Вмещающими породами являются вулканиты талданской свиты, представленные лавами андезитов, их туфами и туфобрекчиями. Вмещающие породы подвергнуты пропилитизации, окварцеванию и аргиллизации. Пропилитизация выражена в появлении тонкой пиритизации, сопровождаемой карбонатными и хлоритовыми прожилками. Эпизодически наблюдается слабое прожилково-сетчатое окварцевание. Аргиллизация отчетливо проявлена в верхней части плащеобразного рудного тела изометричной (650 × 800 м) формы и средней мощности 19.4 м. Состав руд монтмориллонит-каолинит-кварцевый. Содержание золота от 0.5 до 10.2 г/т, среднее – 0.9 г/т. Среднее содержание серебра – 2.7 г/т. Рудные минералы представлены пиритом, сфалеритом, арсенопиритом и самородным золотом. Золото тонкое, размером от 1 до 10 мкм, проба его низкая (650–750 ‰). Оруденение перекрыто рыхлыми осадками сазанковской свиты, мощностью в несколько десятков метров.

Нижняя возрастная граница золотого оруденения определяется возрастом вмещающих пород талданской свиты готерив-аптского возраста, верхняя – перекрывающими рыхлыми осадками сазанковской свиты неогена.

Месторождение **Камрин** расположено между месторождениями Базовое и Желтунак на юго-восточном фланге Гонжинского золоторудного центра. Вмещающими породами являются андезиты и туфы талданской и керакской свит. Оруденение приурочено к пологонаклонной тектонической зоне дробления и брекчирования. Рудные тела представлены зоной тонкопрожилкового окварцевания со стволовой кварцевой жилой. Кварц халцедоновидный, колломорфный с полосчатой текстурой. Отмечается убогая тонкая вкрапленность пирита. Содержание золота в одном из рудных пересечений достигает 9.66 г/т на мощность 12.0 м. Оруденение местами перекрыто рыхлыми осадками сазанковской свиты, представленными песками и глинами.

Нижней возрастной границей золотого оруденения служит готерив-аптский возраст вулканитов талданской свиты, а верхней – неогеновый возраст перекрывающих оруденение рыхлых отложений сазанковской свиты.

Месторождение **Буринда** располагается на западном фланге Гонжинского центра. Оруденение локализовано в пропилитизированных и березитизированных трахиандезитах и андезитах талданской свиты нижнего мела, прорванных субвулканическими телами и дайками комагматического комплекса аналогичного состава (Тараненко, 1991). Месторождение представлено серией адуляр-карбонатно-кварцевых сложно построенных рудных тел с золото-серебряным оруденением. Стволовая часть рудных тел представлена кварцевыми брекчиями, сопровождающимися по краям зонами прожилкования и кварцевыми метасоматитами, шириной от первых метров до 40 м. Рудные минералы, количество которых не превышает 1 %, представлены пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, пираргиритом, аргентитом, самородным золотом и серебром. Золото тонкое и тонкодисперсное, проба его колеблется от 597 до 681 ‰, в среднем 627 ‰. Средние содержания золота по жилам колеблются от 2 до 16.4 г/т, серебра – от 11.6 до 158.3 г/т.

Нижняя возрастная граница золотого оруденения отвечает возрасту вмещающих вулканитов талданской свиты. Талданская свита залегает несогласно на отложениях юры и палеозоя и перекрывается вулканитами галькинской свитой сеноманского возраста. Возраст талданской свиты в западной части Гонжинского центра определяется как барремский на основании находок флоры и пресноводной фауны. Определения радиологического возраста комплекса калий-аргоновым методом дают интервал от 125 до 130 млн лет, что тоже указывает на барремский ярус раннего мела (Петрук и др., 2009). Наблюдается парагенетическая связь золото-серебряного

оруденения с субвулканическими интрузиями талданского комплекса, возраст которого трактуется согласно возрасту талданской свиты как барремский. Верхнюю возрастную границу талданского комплекса определяют перекрывающие их вулканы галькинской свиты сеноманского возраста (Петрук и др., 2009).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В Гонжинском золоторудном центре продуктивные золоторудные месторождения принадлежат золото-сульфидно-кварцевой и золото-серебряной формациям, образовавшимся в разной геолого-структурной обстановке и в разное время. На месторождениях золото-сульфидно-кварцевой формации вмещающие породы представлены терригенными осадками аякской свиты среднеюрского возраста, прорванными интрузиями и дайками гранитоидов верхнеамурского комплекса. Возраст наиболее молодых вмещающих оруденение пород верхнеамурского комплекса, установленный по геологическим данным, подтвержденным изотопными определениями К–Аг методом в пределах 97–139 млн лет, является раннемеловым. Наблюдается парагенетическая связь золото-сульфидно-кварцевых месторождений с монцонит-гранитовыми интрузиями и дайками буриндинского гипабиссального комплекса. Интрузии буриндинского комплекса относятся к гипабиссальной монцонит-гранитовой формации (Сережников и др., 2007). Они прорывают раннемеловые гранитоиды верхнеамурского комплекса и вулканы талданской свиты. Верхняя возрастная граница определяется тем, что их перекрывают вулканы галькинской свиты сеноманского возраста, калий-аргоновый возраст которых оценивается в 92–116 млн лет (апт-сеноман), что отвечает границе раннего и позднего мела. Восточнее Гонжинского центра, в бассейне р. Елна изотопный возраст массива диоритов буриндинского комплекса, установленный U–Pb методом по цирконам, составил 117.8 ± 2.6 млн лет, т. е. в пределах аптского яруса раннего мела. Приведенные данные указывают на вероятный аптский возраст и гипабиссальные условия формирования как интрузий буриндинского комплекса, так и парагенетически связанных с ними месторождений золото-сульфидно-кварцевой формации Гонжинского золоторудного центра (Пионер, Анатолевское, Александра).

Месторождения золото-серебряной формации Гонжинского центра находятся в другой геолого-структурной обстановке. Вмещающими породами служат вулканы талданской свиты раннего мела, прорванные интрузиями и дайками талданского субвулканического комплекса. Возраст отложений свиты определен по находкам пресно-

водной фауны как готерив-баррем-аптский на восточном фланге Гонжинского центра. Там же изотопный возраст покровных вулканитов определен К–Аг методом как апт-альбский (103–126 млн лет). На западном фланге Гонжинского центра возраст вулканитов талданской свиты на основании находок пресноводной фауны определен как барремский. Определения калий-аргонового изотопного возраста в интервале от 125 до 130 млн лет подтверждают барремский возраст свиты (Петрук и др., 2009, Сережников и др., 2007). Очевидно, что возраст субвулканических интрузий талданского комплекса соответствует барремскому возрасту вулканитов талданской свиты. Следовательно, формирование золото-серебряных месторождений Гонжинского золоторудного центра (Покровское, Желтунак, Базовое, Катрин и Буринда), парагенетически связанных с талданским субвулканическим комплексом, также произошло в этот период времени в субвулканических условиях. Rb–Sr определение изотопного возраста наиболее продуктивного Покровского золото-серебряного месторождения (131 ± 12 млн лет) уточняет этот вывод, указывая на границу готеривского и барремского ярусов раннемеловой эпохи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования в Гонжинском золоторудном центре выделены две группы месторождений, отнесенных к золото-сульфидно-кварцевой и золото-серебряной формациям. Установлено, что обе группы месторождений были сформированы в раннемеловую эпоху.

Вначале были сформированы месторождения золото-серебряной формации (Покровское, Желтунак, Базовое, Катрин и Буринда) Они парагенетически связаны с талданским субвулканическим комплексом кислого состава. Геологический возраст месторождений, по-видимому, совпадает с барремским возрастом этого комплекса. Изотопный возраст наиболее крупного золото-серебряного месторождения Покровское, определенный Rb–Sr методом, составляет 131 ± 12 млн лет (граница готеривского и барремского ярусов).

Формирование более молодых месторождений золото-сульфидно-кварцевой формации (Пионер, Анатолевское и Александра), парагенетически связанных с буриндинским монцодиоритовым комплексом интрузий и даек, происходило на гипабиссальном уровне в аптское время.

ЛИТЕРАТУРА

Золоторудные месторождения России / Под ред. М. М. Константинова. Москва : Акварель. 2020. 359 с.
Моисеенко В. Г., Дементенко А. И., Степанов В. А., Шергина Ю. П. Возраст формирования руд Покров-

ского золоторудного месторождения // ДАН. 1999. Т. 366. № 2. С. 221–224.

Петрук Н. Н., Шилова М. Н., Козлов С. А., Куриленко А. В., Носырев М. Ю., Пинаева Т. А., Потемкина Л. В., Томбасов И. А., Ядрищенская Н. Г. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000. Лист N-51 – Сквородино (М-51). Объяснительная записка. Санкт-Петербург : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2009. 448 с.

Сережников А. Н., Волкова Ю. Р., Яшинов А. Л., Носырев М. Ю., Амантов В. А., Карпеченков Н. Ю., Струкова Г. Б. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000. Лист N-52. Объяснительная записка. Санкт-Петербург : ВСЕГЕИ, 2007. 326 с.

Поступила в редакцию 24.08.2023.

Поступила после доработки 14.09.2023.

Степанов В. А. Одноэтапность формирования золоторудных месторождений Приамурской провинции // Основные проблемы в учении об эндогенных рудных месторождениях: новые горизонты. Москва : ИГЕМ РАН, 2017. С. 465–468.

Степанов В. А., Мельников А. В. Исторически сложившиеся центры рудного золота в Приамурской провинции // Разведка и охрана недр. 2021. № 12. С. 15–23.

Хомич В. Г., Борискина Н. Г. Структурная позиция крупных золоторудных районов Центрально-Алданского (Якутия) и Аргунского (Забайкалье) супертеррейнов // Геология и геофизика. 2010. Т. 51, № 6. С. 849–862.

GEOLOGICAL AND ISOTOPIC SUBSTANTIATION OF THE GOLD MINERALIZATION AGE AT THE GONZHINSKY CENTER IN THE AMUR PROVINCE

V. A. Stepanov¹, A. V. Melnikov²

¹Scientific Research Geotechnological Center FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky

²Institute of Geology and Nature Management, Blagoveshchensk

The geological and isotopic age of the deposits in gold-sulfide-quartz and gold-silver formations of the Gonzhinsky gold ore center in the Amur gold-bearing province is considered. The formation of the gold-sulfide-quartz deposits of Pioneer, Anatolyevskoye, and Alexandra is paragenetically associated with the Burindinsky monzodiorite complex of intrusions and dikes, with the estimated potassium-argon age of 92–116 Myr; the isotopic age of the Burindinsky complex diorite array was established by the U–Pb method by zircons as 117.8 ± 2.6 Myr within the Aptian stage of the Early Cretaceous. For gold-silver deposits (Pokrovskoye, Burinda), a paragenetic relationship of gold-silver mineralization with a complex of subvolcanic intrusions and dikes of the Early Cretaceous Taldan complex has been established. They were formed at the subvolcanic level and belong to the Barremian time. The Rb–Sr age of the most productive Pokrovsky gold-silver deposit is 131 ± 12 Myr.

Keywords: gold deposits, isotopic age, intrusive complex, gold-sulfide-quartz and gold-silver formation.

REFERENCES

Gold Deposits in Russia, 2020. Ed. M. M. Konstantinov. Moscow, Akvarel [In Russian].

Khomich, V. G., Boriskina, N. G., 2010. Structural Position of Large Gold-Mining Districts in the Central Aldan (Yakutia) and Argun (Transbaikalia) Superterrane, *Russian Geology and Geophysics*. 51, 6, 849–862 [In Russian].

Moiseyenko, V. G., Dementiyenko, A. I., Stepanov, V. A., Shergina, Yu. P., 1999. The Age of Formation of the Ores of the Pokrovsky Gold Deposit, *DAN*. 366, 2, 221–224 [In Russian].

Petruk, N. N., Shilova, M. N., Kozlov, S. A., Kurilenko, A. V., Nosyrev, M. Yu., Pinayeva, T. A., Potyomkina, L. V., Tombasov, I. A., Yadrishchenskaya, N. G., 2009. State Geological Map of the Russian Federation. Scale

1 : 1,000,000. Sheet N-51 – Skovorodino (M-51). Explanatory Note. St. Petersburg, Kartfabrika VSEGEI [In Russian].

Serezhnikov, A. N., Volkova, Yu. R., Yashnov, A. L., Nosyrev, M. Yu., Aмантов, V. A., Karpechenkov, N. Yu., Strukova, G. B., 2007. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1 : 1,000,000. Sheet N-52. Explanatory Note. St. Petersburg, VSEGEI [In Russian].

Stepanov, V. A., 2017. One-Stage Formation of Gold Deposits in the Amur Province, *Basic Problems in the Doctrine of Endogenous Ore Deposits: New Horizons*. Moscow, IGEM RAS, 465–468 [In Russian].

Stepanov, V. A., Melnikov, A. V., 2021. Historical Centers of Ore Gold Mining in the Amur Province, *Prospect and Protection of Mineral Resources*. 12, 15–23 [In Russian].