

В. А. СТЕПАНОВ (НИГТЦ ДВО РАН), А. В. МЕЛЬНИКОВ (ИГиП ДВО РАН)

Токурский золоторудный центр Приамурской золотоносной провинции

Приведено описание исторически сложившегося Токурского золоторудного центра, состоящего из Маломырского, Верхнестойбинского, Токурского и Харгинского рудно-россыпных узлов Джагды-Селемджинской металлогенической зоны Приамурской золотоносной провинции. Из золоторудных месторождений центра начиная с 1918 г. добыто около 127,2 т золота, главным образом из крупных месторождений Албын, Токур и Маломыр. Показано, что ближайшие перспективы Токурского центра заключаются в эксплуатации Эльгинского и Албынского месторождений. Приведен список перспективных проявлений, при доизучении которых могут быть выявлены новые промышленные месторождения рудного золота.

Ключевые слова: Приамурская провинция, Токурский золоторудный центр, месторождение, рудная формация, перспективное проявление.

V. A. STEPANOV (SRGC FEB RAS), A. V. MELNIKOV (IGNM FEB RAS)

Tokur gold mining center in the Amur gold province

The paper describes the historically formed Tokur gold mining center. It consists of the Malomyr, Verkhnyaya Stoiba, Tokur and Khargino ore and placer clusters of the Jagdy-Selemdzha metallogenic zone of the Amur gold province. Since 1918, about 127,2 tons of gold have been extracted from gold deposits of the center, mainly from the major Albyn, Tokur and Malomyr deposits. It is shown that the near-term perspectives of the Tokur center are associated with the development of the Elgin and Albyn fields. A list of gold prospects is given; their additional appraisal can result in the identification of new economic ore gold deposits.

Keywords: Amur province, Tokur gold mining center, deposit, ore formation, promising manifestation.

Для цитирования: Степанов В. А. Токурский золоторудный центр Приамурской золотоносной провинции // Региональная геология и металлогения. – 2022. – № 90. – С. 107–116. DOI: 10.52349/0869–7892_2022_90_107-116

Введение. Приамурская золотоносная провинция, в пределах которой с 1867 г. добыто около 1300 т рудного и россыпного золота, является одной из крупнейших в России [12]. До начала XXI в. в ней превалировала добыча россыпного золота, количество которого в целом в два-три раза превышало рудное. Но затем, вследствие истощения россыпей, с одной стороны, и началом эксплуатации крупных месторождений (Покровское, Пионер и др.), с другой, в балансе золотодобычи начала преобладать доля рудного золота. Золоторудные месторождения расположены в пределах провинции неравномерно и приурочены главным образом к центральной, приядерной ее части. Наиболее продуктивные из них сконцентрированы в трех исторически сложившихся центрах рудной золотодобычи – Соловьевском, Гонжинском и Токурском [13]. В них находятся наиболее значимые по добыче, запасам и прогнозным ресурсам золота рудные месторождения. Эти центры близки к определению промышленно-сырьевых узлов [1].

Приамурская золотоносная провинция выступает в качестве минерально-сырьевого золото-

носного центра. Из перечисленных золоторудных центров на ближайшие годы наиболее перспективен Токурский со стабильной сырьевой базой рудного золота.

Геолого-структурное положение Токурского центра. Токурский центр площадью около 6500 км² расположен в Селемджинском районе Амурской области. Он занимает центральную часть Джагды-Селемджинской металлогенической зоны Приамурской провинции. В него входят следующие рудно-россыпные узлы (с запада на восток): Маломырский, Верхнестойбинский, Токурский и Харгинский.

В геолого-структурном плане Токурский центр находится в пределах восточного фланга Монголо-Охотского геоблока, ограниченно Южно-Тукурингским и Северо-Тукурингским региональными разломами, прилегая к зоне Южно-Тукурингского разлома. В строении центра принимают участие, главным образом, палеозойские образования, метаморфизованные в фации зеленых сланцев и прорванные интрузиями позднепалеозойского и мелового возраста (рис. 1).

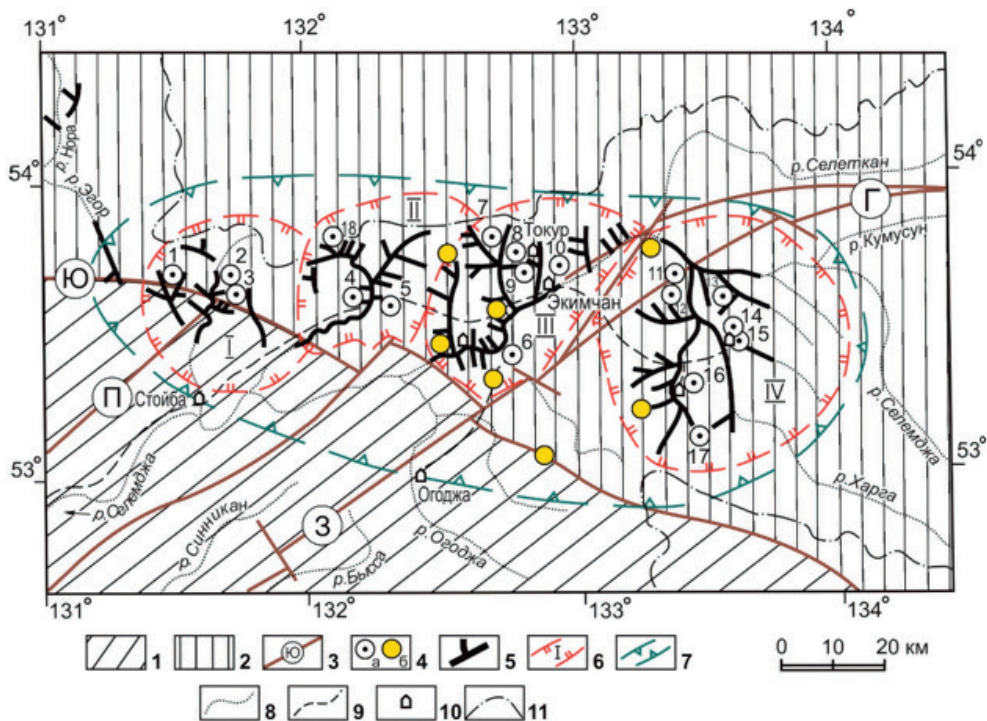


Рис. 1. Токурский центр добычи рудного золота

1 – Амурский геоблок; 2 – Монголо-Охотская складчатая область; 3 – глубинные разломы (Ю – Южно-Туруингрский, П – Призейский, Г – Галамский, З – Западно-Туранский); 4 – золоторудные объекты: а – месторождения (1 – Осеннее, 2 – Кварцитовое, 3 – Маломыр, 4 – Поисковое, 5 – Ворошиловское, 6 – Сагур, 7 – Разведочное, 8 – Иннокентьевское, 9 – Токур, 10 – Тарнах, 11 – Ясное, 12 – Ингагли, 13 – Унгличикан, 14 – Албын, 15 – Харгинское, 16 – Афанасьевское, 17 – Эльгинское, 18 – Казанское), б – проявления; 5 – россыпи золота; 6 – границы рудно-россыпных узлов (I – Маломырский, II – Верхнестойбинский, III – Токурский, IV – Харгинский); 7 – контур Токурского золоторудного центра; 8 – водотоки; 9 – автодороги; 10 – населенные пункты; 11 – административная граница между Амурской областью и Хабаровским краем

Маломырский рудно-россыпной узел (РРУ) расположен на западном фланге Токурского центра. Площадь его сложена в основном вулканогенно-осадочными породами позднего палеозоя. Наиболее древними являются песчаники, яшмы, алевролиты оннетокской толщи нижнего девона. Стратиграфически выше залегают вулканогенно-осадочные образования карбона, разделенные на три свиты: нижнекарбонную мынскую и среднекарбонные златоустовскую и сагурскую. Вулканогенно-осадочные и терригенные образования этих свит (глинистые сланцы, филлиты, алевролиты, рассланцованные песчаники, кварц-серицитовые и зеленые сланцы, кварциты и мраморизованные известняки) занимают основную часть площади узла. Породы собраны в антиклинальную складку северо-западного простирания, в ядре которой расположены сланцы мынской свиты, а на крыльях – златоустовской. В южной части узла вдоль Южно-Туруингрского регионального разлома располагается впадина, сложенная терригенными осадками моринской толщи среднеюрского возраста. По периферии узла находится серия интрузий гранодиорит-порфиров, гранит-порфиров и кварцевых диорит-порфиров бурундинского комплекса нижнего-верхнего мела. Менее развиты небольшие интрузии кварцевых диорит-порфиров меунского комплекса верхнего мела.

В расположенном восточнее Верхнестойбинском РРУ наиболее древними стратифицированными образованиями являются песчаники, алевролиты, яшмы, базальты и их туфы нерасчлененных итматинской, кенурахской толщ и акриндинской свиты среднего девона. Они слагают изометричной формы блок в западной части площади, а также занимают северо-западную окраину узла. Залегающие стратиграфически выше глинистые сланцы, рассланцованные песчаники, кварц-серицитовые и зеленые сланцы нерасчлененных златоустовской и сагурской свит среднего карбона развиты южнее, слагая узкую полосу субширотного простирания. В отличие от них, позднепермские песчаники, глинистые сланцы и их тонкое переслаивание нерасчлененных токурской, экимчанской свит и боконтинской толщи широко распространены в северо-восточной части рассматриваемой площади. Мезозойские образования развиты ограниченно. Разрез их начинается с песчаников, алевролитов, глинистых сланцев, гравелитов и конгломератов мортыдякской толщи верхнего триаса, слагающих узкий клиновидный блок субширотного простирания в северной части площади.

Залегающие выше песчаники, алевролиты, глинистые сланцы моринской толщи средней юры выполняют впадину вдоль Южно-Туруингрского разлома.

Палеозойские толщи образуют куполовидную структуру, в ядре которой обнажены породы среднего девона, а на крыльях — среднего карбона и поздней перми. Центральная часть этой структуры прорвана Ингаглинской интрузией гранитов и лейкогранитов позднепермского возраста. Из мезозойских интрузий в северной и восточной части площади встречаются мелкие изометричной формы штоки диоритов и диорит-порфириров селитканского комплекса позднего мела, а также единичные интрузии андезитов бурундинского комплекса того же возраста.

В геологическом строении расположенного восточнее Токурского узла принимают участие главным образом палеозойские терригенные и вулканогенно-осадочные образования, прорванные крупной интрузией гранитоидов позднепермского возраста и рядом мелких интрузивов позднего мела. Наиболее древними стратифицированными образованиями являются песчаники, алевролиты, яшмы, базальты и их туфы нерасчлененных итматинской, кенурахской толщ и акриндинской свиты среднего девона, развитые на северном и восточном флангах узла. Выше располагаются песчаники, алевролиты, глинистые сланцы максинской толщи верхнего девона, ограниченно развитые в северо-восточном углу площади. Значительную часть южной половины узла занимают глинистые сланцы, рассланцованные песчаники, кварц-серицитовые и зеленые сланцы нерасчлененных златоустовской и сагурской свит среднего карбона. Но наибольшим распространением в северной части узла пользуются песчаники, глинистые сланцы и их тонкое переслаивание нерасчлененных токурской, экимчанской свит и боконтинской толщи верхней перми. Палеозойские образования образуют крупную синклинальную структуру, ядро которой выполнено породами позднепермского, а крылья — средне- и позднедевонского и среднекарбонного возраста.

Палеозойский этап интрузивной деятельности начинается с внедрения мелких трещинных интрузий метагаббро и метагаббродиоритов златоустовского комплекса верхнего карбона. Затем в восточной части площади внедряется крупный интрузив, сложенный гранитами и лейкогранитами ингаглинского комплекса верхней перми. В ранне-позднемеловое время происходит образование мелких интрузий андезитов и дацитов бурундинского комплекса. В позднем мелу были сформированы небольшие интрузии риолитов и риодацитов баранчжинского комплекса, а затем гранодиоритов и диоритов селитканского комплекса.

Харгинский узел расположен на восточной окраине Токурского центра. Он сложен, главным образом, терригенными и вулканогенно-осадочными образованиями палеозоя. Наиболее древними стратифицированными образованиями являются мусковит-кварц-альбитовые, мусковит-альбит-кварцевые и биотит-мусковит-кварц-альбитовые гранатсодержащие сланцы афанасьевской свиты нижнего палеозоя. Они образуют три небольших выступа в центральной

и юго-западной частях узла. Стратиграфически выше расположены песчаники, алевролиты, яшмы, базальты и их туфы акриндинской свиты среднего девона, слагающие северо-западную часть узла. На них согласно залегают песчаники, алевролиты и глинистые сланцы максинской толщи верхнего девона. Южная часть узла занята рассланцованными песчаниками, глинистыми сланцами, алевролитами с прослоями зеленых сланцев и мраморизованных известняков талыминской свиты нижнего карбона. Через центральную часть узла в северо-восточном направлении протягивается широкая полоса глинистых сланцев, рассланцованных песчаников, кварц-серицитовых и зеленых сланцев златоустовской свиты среднего карбона.

В центральной части узла расположена грабен-синклинальная структура северо-восточного простирания. Ядро структуры выполнено породами златоустовской свиты среднекарбонного возраста. Южное крыло представляют осадки талыминской свиты раннего карбона, а северное сложено главным образом среднедевонскими породами акриндинской свиты. Синклиналь осложнена тремя выступами или куполовидными поднятиями раннепалеозойского фундамента, сложенного породами афанасьевской свиты.

Палеозойский этап интрузивной деятельности начинается с внедрения в позднем карбоне трещинных и послойных интрузий метагаббро и метагаббродиоритов златоустовского комплекса. Затем внедрялись плагиограниты и гранодиориты второй фазы того же комплекса, образующие небольшие интрузивы в южной части узла. Заканчивается палеозойский этап внедрением в позднепермское время крупной Ингаглинской интрузии гранитов и лейкогранитов на западной окраине узла. Среди интрузий мезозойского возраста, ограниченно развитых в южной части узла, выделяются неправильной формы интрузия дацитов и риодацитов бурундинского комплекса нижнего-верхнего мела, шток гранодиоритов и диоритов селитканского комплекса верхнего мела и серия интрузий гранит-порфириров, гранодиорит-порфириров баджало-дуссеалинского комплекса верхнего мела.

Золотоносность центра. В Токурском центре известны три средних по добыче месторождения — Маломыр, Токур и Албын и 15 мелких — Харга, Сагур, Ворошиловское, Унгличикан, Кварцитовое, Ясное, Осеннее, Поисковое, Разведочное, Иннокентьевское, Тарнах, Ингагли, Казанское, Афанасьевское и Эльгинское (таблица). Среди них преобладают месторождения и проявления золотокварцевой формации, менее развиты представители золотосульфидно-кварцевой и золотосульфидной формаций. Золото из месторождений золотокварцевой формации преимущественно низкой пробы. Средняя проба месторождения Токур — 726 ‰, Ворошиловское — 725 ‰, Ингагли — 733 ‰, Унгличикан — 770 ‰. На некоторых месторождениях проба золота

Золоторудные месторождения Токурского центра

№ на рис. 2.1	Месторождение	Годы открытия (освоения)	Количество добытого золота, т	Золоторудная формация	Тип рудных тел	Среднее содержание золота, г/т
1	Албын	1941 (2012–2021)	41,1	Золотокварцевая	Зоны метасоматитов	2,62
2	Токур	1939 (1940–1999, 2010–2012)	34,1	Золотокварцевая	Жильный	14,2–17,6
3	Маломыр	1966 (2010–2021)	32,2	Золотосульфидная	Вкрапленный	2,3
4	Кварцитовое	1966 (2014–2021)	6,9	Золотокварцевая	Прожилково-вкрапленный	2,4
5	Харга	1901 (1924–1955)	5,3	Золотокварцевая	Жильный	9,0–27,0
6	Сагур	1924 (1947–1956)	3,1	Золотокварцевая	Жильный	16,4
7	Ворошиловское (Зазубринское)	1927 (1928–1949)	2,66	Золотокварцевая	Жильный	14,0
8	Унгличкан	1930 (1936–1944, 2014–2015)	0,6	Золотокварцевая	Кварцево-жильная зона	18,0
9	Ясное	1951 (1953–1957)	0,5	Золотокварцевая	Жильный	3,4
10	Ингагли	1934 (1934–1938)	0,22	Золотокварцевая	Жильный	От 14–22 до 100
11	Казанское (Казанская жила)	1928 (1928–1935)	0,2	Золотокварцевая	Жильный	До 153
12	Афанасьевское	1901 (1946–1948)	0,13	Золотокварцевая	Жильный	26
13	Поисковое (Верхнемынское)	1939 (1941–1945)	0,1	Золотосульфидно-кварцевая	Жильный	37,4
14	Тарнах	1918 (1918–1921)	0,098	Золотокварцевая	Жильный	4,4–160
15	Иннокентьевское (Восточное)	1947	–	Золотокварцевая	Жильный	1,1–53,5
16	Осеннее	2011	–	Золотосульфидная	Прожилково-жильная зона	4,6
17	Разведочное (Лавровское)	1945 (1945–1947)	0,2	Золотокварцевая	Жильный	26,9
18	Эльгинское	1995 (2021)	2,3	Золотокварцевая	Зоны метасоматитов	1,1–6

значительно выше (Албын – 880 ‰, Афанасьевское 870–922 ‰). На золотосульфидном месторождении Маломыр проба золота меняется в пределах 781–880 единиц, а на золотосульфидно-кварцевом месторождении Верхнемынское она самая низкая (606–664 ‰). Присутствие в центральном отрезке Джагды-Селемджинской зоны большого количества интрузивных образований, наличие в рудах золоторудных месторождений значительной примеси шеелита, а также низкая проба золота большинства месторождений свидетельствуют о существенном эрозионном срезе золотого оруденения на среднем или нижнем уровне золоторудной колонны [13]. Общая добыча рудного золота Токурского центра золотодобычи составила 127,2 т.

Золоторудные месторождения. Наиболее продуктивные золоторудные месторождения Токур-

ского центра с уровнем добытого золота более 30 т – Албын, Токур и Маломыр (таблица). В настоящее время добыча золота производится на месторождениях Албын и Маломыр. Кроме того, началась эксплуатация крупного месторождения Эльгинское. Ниже приведено описание перечисленных месторождений.

Месторождение Албын Харгинского РРУ является представителем золотокварцевой формации. Оно расположено среди метаморфизованных в фации зеленых сланцев пород афанасьевской свиты раннего палеозоя, а также метабазитов златоустовского комплекса позднего карбона (рис. 2). Золотоносная зона месторождения в виде субширотной дугообразно изогнутой полосы прослеживается на 5–6 км от р. Харга на западе до верховьев ручьев Албын и Маристый на востоке (Ю. П. Цыпуков и др., 1985). Она отчетливо приурочена к Албынскому «горизонту» зеленокаменно

измененных метабазитов основного состава, которые субсогласно залегают среди сланцев афанасьевской свиты. Рудные тела представлены пологонаклонными пластообразными, лентообразными, линзообразными этажно-расположенными залежами. Протяженность отдельных рудных тел по простиранию меняется от нескольких десятков метров до нескольких сотен метров и более. Мощность рудных тел составляет 0,5–32 м при средней мощности около 7,0 м. Содержания золота в рудных телах преимущественно бедные, распределение содержаний относительно равномерное. Максимальное содержание золота (4,95 г/т) отмечено в рудном теле Сухоложское-2. Среднее содержание золота в рудных телах центральной и западной частей рудной зоны составляет 2,2 г/т, в восточной – 3,1 г/т.

Руды месторождения Албын на 95–98 % состоят из кварца и полевых шпатов, а также слюдистых минералов, главным образом, мусковита и серицита [5; 9; 10]. Они представлены кварц-полевошпатовыми, карбонат-слюдисто-кварц-альбитовыми, карбонат-хлорит-слюдисто-кварц-альбитовыми, слюдисто-кварц-альбитовыми метасоматитами (альбититами), а также минерализованными зонами дробления. Среди рудных минералов преобладают сульфиды – пирит и арсенопирит.

Прочие сульфиды встречаются в единичных зернах. Суммарная доля сульфидов не превышает 2 %. К ранним (дорудным) минералам относятся магнетит, гематит, ранние генерации пирротина и пирита.

Золото в основном свободное, иногда в сростках с кварцем и сульфидами, мелких, средних и крупных размеров. Форма золотин комковатая, неправильная, пластинчатая, жилковидно-пластинчатая, проволочковидная и лепешковидная, реже – кристаллическая. Характерно значительное количество золота крупностью +0,074 мм (27–47 %). Часто встречается золото крупнее 1 мм. Доля тонкого золота (3–25 мкм) меняется от 8 до 40 %. Доля упорного золота в разных типах руд находится в пределах 0,7–13,4 %. Это, по-видимому, раннее тонкодисперсное золото (<0,001 мм), тесно ассоциированное с сульфидами.

Проба золота месторождения Албын меняется в широких пределах от 760 до 912 ‰. Наиболее часто отмечается золото с пробой 880–895 ‰. Реже встречается золото 865–880 и 895–910 ‰. Еще реже – 850–865 и 835–850 ‰. Золото с пробой 760–790 ‰ отмечается совсем редко. Доля высокопробного золота (900–950 ‰) на месторождении Албын составляет 11 %, доля золота средней пробы (820–899 ‰) – 89 %, а низкопробного (760–819 ‰) – 1 %.

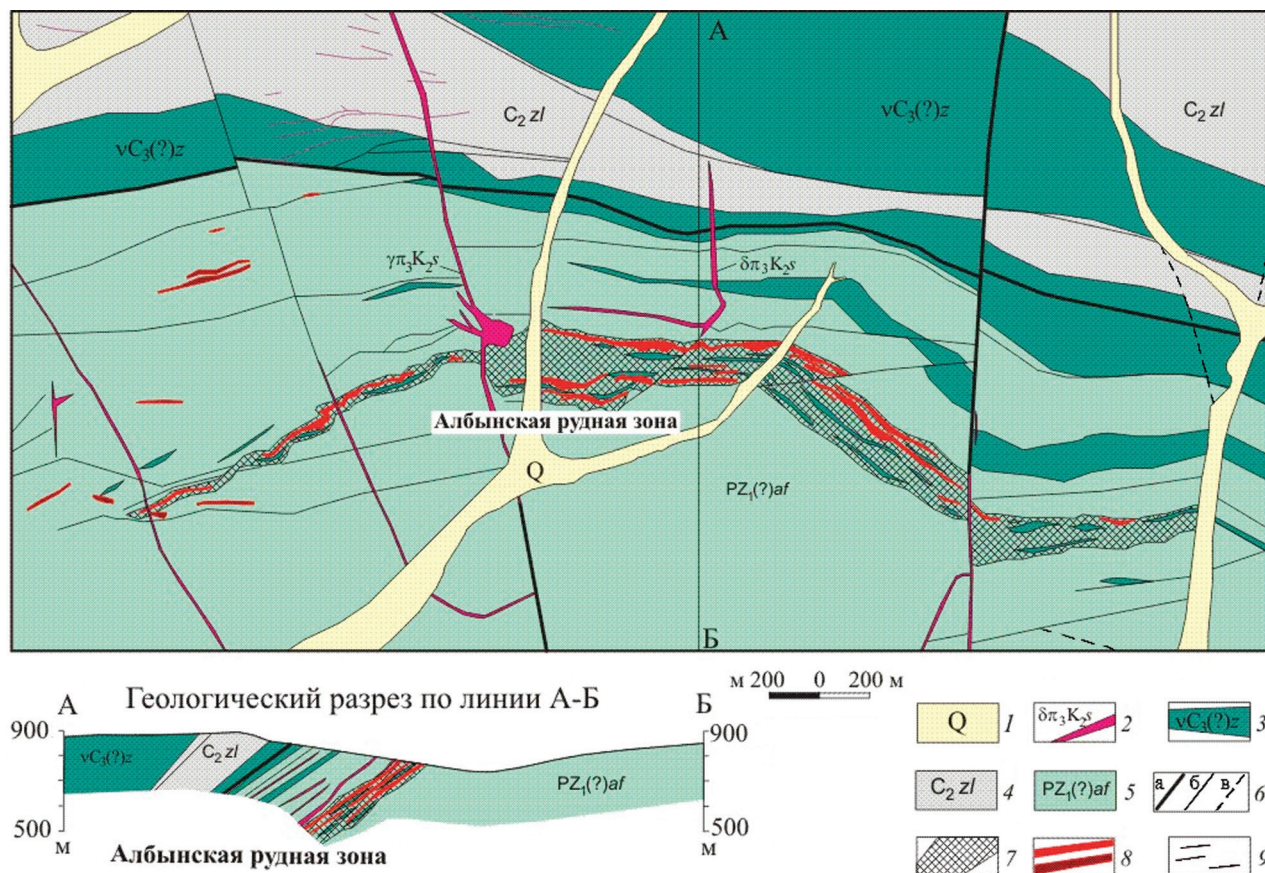


Рис. 2. Геологический план месторождения золота Албын [6]

1 – аллювиальные отложения; 2 – позднемеловые дайки диорит-порфиров, гранодиорит-порфиров, гранит-порфиров селитканского комплекса; 3 – габбро, габбро-диабазы метаморфизованные; 4 – златоустовская свита (углеродистые кварц-серицитовые сланцы); 5 – афанасьевская свита (мусковит-кварц-альбитовые сланцы); 6 – разломы: а – главные, б – второстепенные, в – предполагаемые; 7 – зона альбитов; 8 – золоторудные тела; 9 – золотонесные кварцевые жилы

низкой пробы (760–790 ‰) – доли процента. Средняя проба по 210 анализам составила 885,2 ‰. Из элементов примесей наиболее часто отмечаются ртуть (до 2,81 мас. %), реже – медь и сурьма [10].

Изотопный возраст мусковита из золотоносных метасоматитов оценен $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом [4]. В результате работ установлен возраст мусковита из следующих пород: массивный мусковит-кварц-альбитовый метасоматит рудного тела 1 – 131 ± 2 млн лет; полосчатый мусковит-альбит-кварцевый метасоматит рудного тела 1 – 128 ± 2 млн лет и 130 ± 2 млн лет; полосчатый мусковит-кварц-альбитовый метасоматит рудного тела 1 – 130 ± 3 млн лет; углеродсодержащие кварц-полевошпат-слюдистые сланцы афанасьевской свиты – 131 ± 3 млн лет. Изотопный возраст гидротермального рудного процесса, приведшего к формированию месторождения Албын, оценен в интервале 131–130 млн лет, но не исключен вариант и более раннего возраста в 135 млн лет.

Месторождение Токур малосульфидной золото-кварцевой формации расположено в пределах одноименного РРУ в бассейне среднего течения р. Малый Караурак, притоке р. Селемджи, в 15 км от пос. Экимчан. Оно приурочено к границе существенно песчаниковой (токурская свита) и перекрывающей ее алевроаргиллитовой (экимчанская свита) толщ. Вмещающие породы прорваны штоками и дайками кварцевых диоритов и плагиигранит-порфиоров мелового возраста. Важнейшим рудоконтролирующим элементом является субширотная зона Главного разлома, к узлу пересечения которого с поперечными сбросами приурочена центральная часть месторождения. На месторождении обнаружено свыше 500 кварцевых жил, из них наиболее изучено 75. Жилы стоят друг от друга на 10–150 м и имеют в основном пологое ($30\text{--}35^\circ$) падение на юго-запад (рис. 3). Протяженность их от 60 м до 430 м,

средняя мощность 0,4–0,5 м. Крутонаклонные жилы редки.

Золотоносные жилы имеют брекчиевую, полосчатую и сетчатую структуру. 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. Реже встречаются шеелит, рутил, халькопирит, марказит, блеклые руды, антимонит, кюстелит, станнин и касситерит.

Единственный ценный компонент – золото. Размер золотинок от микронных выделений до мелких самородков, преобладают частицы от 0,02 до 0,2 мм. Наблюдается увеличение размеров золотинок в богатых рудах по отношению к бедным. Кроме того, заметно укрупнение золота в приповерхностной части некоторых жил. В «слепых» жилах крупность золота заметно ниже. Преобладают комковидно-угловатые золотины неправильной формы, менее распространены жилковидно-пластинчатые выделения золота. В более плотных разностях кварца находится золото губчатой, губчато-друзовидной и каплевидной формы [7]. Проведенные массовые определения средней пробы отдельных золотинок показали, что проба золота колеблется в пределах от 600 до 800 ‰. Наиболее часто встречаются две разновидности золота – с пробой 720 ‰ и около 620 ‰. Низкопробное золото связано с ранним кварцем и ассоциирующими с ним сульфидами. В арсенопирите раннее дисперсное золото имеет пробу, не превышающую 634 ‰, а проба позднего золота, образующего отдельные золотины, колеблется от 718 до 736 ‰. Спектральным анализом в золоте почти постоянно отмечается примесь ртути, иногда до 1 %.

Изотопный возраст околорудных метасоматитов месторождения Токур оценивается К-Аг методом в 100 и 108 млн лет. Ar-Ag определение



Рис. 3. Геологическое строение центральной части месторождения Токур (план горизонта 700 м) [8]

1–2 – палеозойские терригенные отложения: 1 – песчаниковая толща; 2 – алевроаргиллитовая толща; 3 – малые интрузии раннего мела: а – штоки диоритов, б – дайки порфиритов; 4 – дизъюнктивы: а – надвиги, б – сбросы; 5 – элементы залегания пород, разломов, жил

возраста адуляр-кварцевого прожилка составляет 113,6 млн лет, что отвечает альбскому ярусу раннего мела [14]. Позднее геохронологические исследования $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ были выполнены в Институте геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск). Полученное значение возраста адуляра по плато составило $122,4 \pm 2,0$ млн лет. Эта датировка рассматривается как оценка возраста продуктивной стадии гидротермального рудного процесса на месторождении [11].

Месторождение Маломыр золотосульфидной формации располагается в одноименном РРУ, на водоразделе ручьев Маломыр и Сухоныр, левых притоков р. Нижняя Стойба, в 45 км севернее

пос. Стойба. Оно представлено зонами прожилково-вкрапленных руд среди слабо метаморфизованных кварц-сланцев, глинисто-графитистых сланцев и метапесчаников с маломощными прослоями и линзами метакремнистых, карбонатных и зеленокаменных пород златоустовской свиты среднего палеозоя (рис. 4).

Основная часть золотого оруденения (около 94 % запасов) локализована в пределах Диагональной тектонической зоны северо-восточного простирания. Около 6 % ресурсов локализовано в зонах «Южная» и «Северная». Вмещающие породы представлены чередованием резко различных по составу тонкополосчатых метапе-

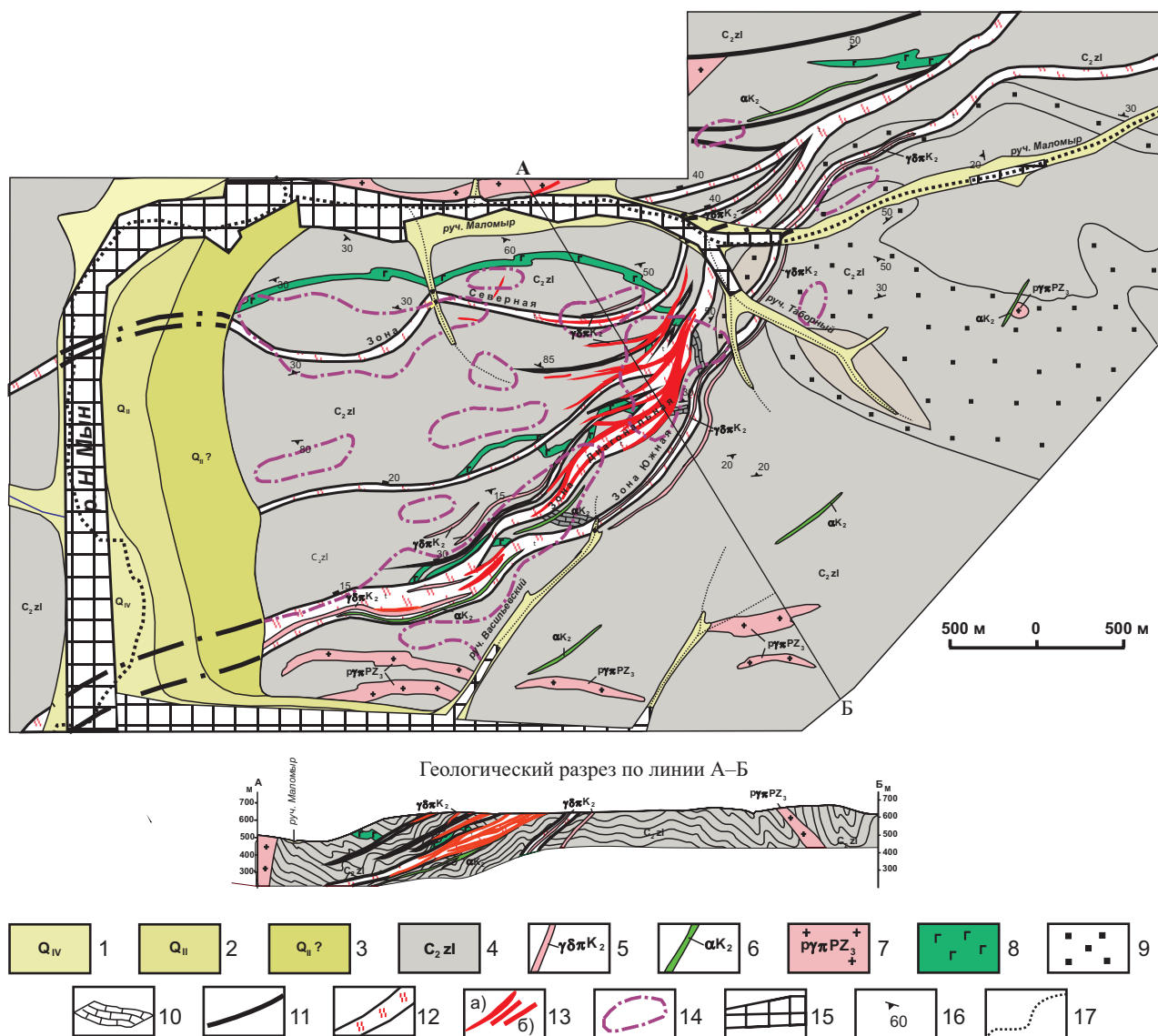


Рис. 4. Месторождение Маломыр (К. Ф. Клыжко, 1982; А. Е. Пересторонин, 1993; И. Ю. Громаковский, 2001)

1 – голоцен: галечники, пески, валуны русла и поймы; 2 – среднее звено: супеси и суглинки I надпойменной террасы; 3 – условно-среднее звено: пески, суглинки с галькой II надпойменной террасы; 4 – златоустовская свита: кварц-полевошпат-углеродисто-сланцевые, кварц-полевошпат-сланцевые сланцы с прослоями кварцитов, кварц-полевошпат-хлоритовых и амфиболовых сланцев; 5 – дайки гранодиорит-порфиров; 6 – дайки андезитов, андезитовых порфиров; 7 – бластомилонитизированные плагиогранит-порфиры; 8 – метагаббро; 9 – горизонты мраморизованных известняков; 11 – разрывные нарушения; 12 – зоны милонитизации, брекчирования и трещиноватости с элементами залегания; 13 – золоторудные залежи (а), кварцевые жилы (б); 14 – комплексные ореолы рассеяния Au, Ag, As; 15 – россыпи золота; 16 – элементы залегания сланцеватости пород; 17 – водотоки

литовых и метакремнистых сланцев, с одной стороны, и зеленых апокарбонатных сланцев и зеленокаменных пород, с другой. Границы рудных тел выделяются по данным опробования. Руды представлены сульфидизированными брекчиями и катаклазитами кварц-альбитовых, серицит-кварцевых, кварц-адуляровых метасоматитов с наложенным прожилковым окварцеванием и вкрапленностью сульфидов. Рудные минералы на 95–99 % представлены пиритом и арсенопиритом двух генераций, образующими тонкую и мелкую вкрапленность. Содержания золота в арсенопирите (30–150 г/т) обычно выше, чем в пирите (15–30 г/т). В подчиненном количестве встречаются галенит, сфалерит, вольфрамит, шеелит, блеклые руды, гематит, магнетит, халькопирит, ильменит, рутил, марказит, станнин, касситерит, акантит, золото, молибденит и хромит. Вторичные минералы представлены лимонитом, гётитом, скородитом, оксидами марганца, ковеллином, борнитом и ярозитом. Основная масса руды содержит менее 2 г/т золота и относится к классу бедных (соотношение золота к серебру в среднем 1:0,33). Основным элементом-спутником золота в рудах месторождения Маломыр является мышьяк, в меньшей степени – серебро, вольфрам и сурьма.

Преобладающий размер самородного золота Маломырского месторождения – тысячные-сотые доли миллиметра, небольшая часть золотин – десятые доли миллиметра. В протолочных пробах окисленных руд с содержанием золота 1–10 г/т золотины (размер – сотые доли миллиметра, редко 0,1–0,2 мм) обнаружены в половине проб в количествах от 1 до 15 знаков. Размер этого золота – десятые-сотые доли миллиметра, в одном случае – 0,4 мм (К. Ф. Клыжко, 1982). Форма золотины из зоны окисления разнообразна – кристаллы доэкаэдрической формы, сростки кристаллов, пластинчатые, палочковидные, крючковатые зерна. По данным атомно-абсорбционного анализа (10 определений), проба золота – 781–880 ‰.

Геохронологическими $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ исследованиями установлено, что время формирования калиевого полевого шпата в рудах составляет $131,8 \pm 1,7$ млн лет, а плагиоклаза – $120,7 \pm 1,3$ млн лет. Более древняя датировка характеризует дорудную стадию минерализации, а более молодая – рудную [2]. По данным коллектива авторов [3], изотопный возраст золотого оруднения месторождения Маломыр, определенный в Институте геологии и минералогии СО РАН $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом, оценивается несколько древнее, чем установили предыдущие исследователи – примерно в 134–130 млн лет. Изотопный возраст основной массы пострудных даек андезибазальтового и базальтового состава, определенный тем же методом, значительно моложе и находится в пределах 110–104 млн лет.

Месторождение Эльгинское золотокварцевой формации находится в верховьях р. Большая Эльга. Оно открыто в 1995 г. (А. Е. Пересторонин, 1995). В 1995–1998 гг. проведены поисковые рабо-

ты по вторичным ореолам масштаба 1 : 25 000. Ресурсы Эльгинского геохимического ореола (площадь 44,4 км²) были оценены в 79,4 т золота по категории P₃ (М. В. Чеботарев и др., 1999). В результате детальных поисковых работ был локализован участок с ресурсами золота по категории P₂ – 40 т при подвеске в 100 м (А. И. Лобов и др., 1996; Л. В. Савенко, 2011). Разведочными работами в 2017 г. выявлены запасы золота по категориям ABC₁ + C₂ – 72,7 т, серебра – 14,2 т.

Вмещающими породами для рудных тел Эльгинского месторождения являются кварц-серицитовые, кварц-серицит-углеродсодистые, мусковит-кварц-альбитовые и актинолит-эпидот-хлорит-альбитовые сланцы талыминской и златоустовской свит нижнего-среднего карбона (рис. 5).

Рудные тела мощностью 0,5–15 м сложены альбит-кварцевыми метасоматитами (альбититами), локализованными в толще кварц-полевошпат-слюдистых сланцев. Контакты рудных тел с вмещающими породами четкие, углы падения 25–35°. Для метасоматитов характерно наложенное окварцевание. Отмечаются прожилки кварца с вкрапленностью сульфидов – пирита и арсенопирита, реже галенита, сфалерита, халькопирита. Развита серицитизация и хлоритизация пород. Содержание сульфидов в руде не превышает 5 %. К основным минералам руд относятся кварц и альбит, встречаются серицит, адуляр, биотит, эпидот, актинолит и др. Для первичных руд характерно присутствие вкрапленности самородного золота в кварце и алюмосиликатной матрице, часто содержащей слюдистые прослои, серицит и биотит. Встречается самородное золото и в сульфидах, преимущественно в микротрещинах арсенопирита.

В зоне окисления наблюдается разрушение сульфидных минералов с образованием оксидов и гидроксидов железа. Эти процессы приводят к укрупнению самородного золота и повышению его пробы. В первичных рудах золото имеет размеры преимущественно от сотен нанометров до нескольких микрометров, а для зоны окисления характерна вкрапленность золота величиной до сотен микрометров. Количество наноразмерного золота значительно превышает количество золота, видимого невооруженным глазом. Минералами-концентраторами наноразмерного золота в рудах являются низкотемпературные кварц, альбит, адуляр, арсенопирит, галенит и сфалерит. Содержание золота в рудах варьируется от нескольких г/т до 40 г/т (С. К. Степанов и др. 2016).

Перспективы Токурского золоторудного центра на рудное золото достаточно оптимистичны. В его пределах находятся восемнадцать месторождений с подсчитанными запасами, 16 из них в той или иной мере эксплуатировались (таблица). Среди них преобладают месторождения золотокварцевой формации. Перспективы рудного золота Токурского центра связаны, в первую очередь, с доизучением и введением в эксплуатацию

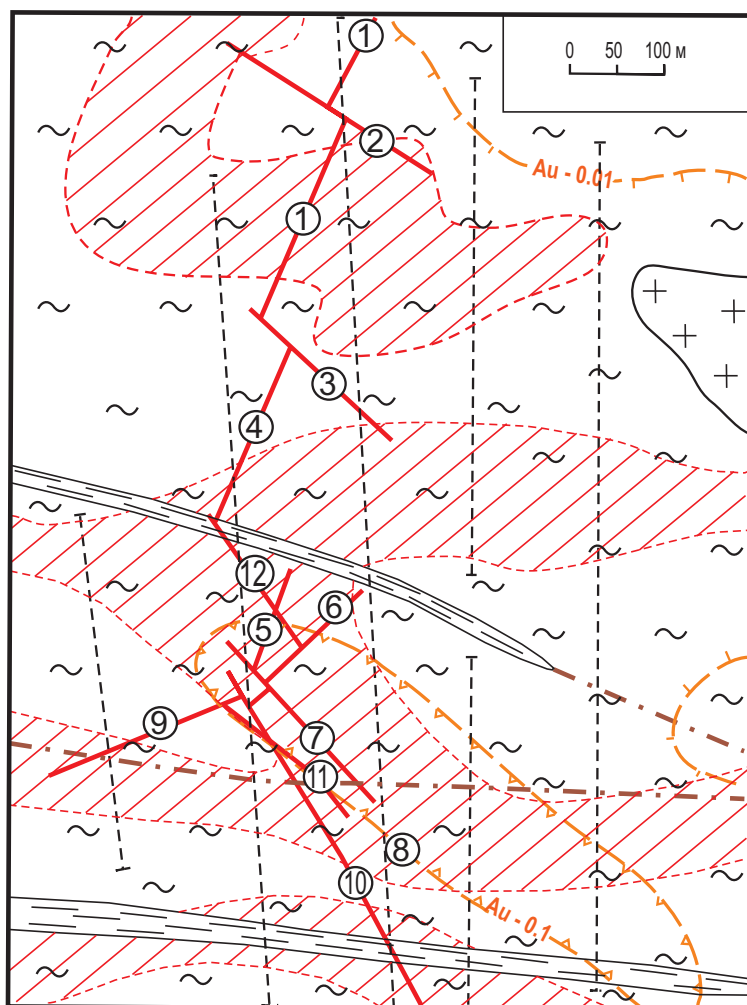
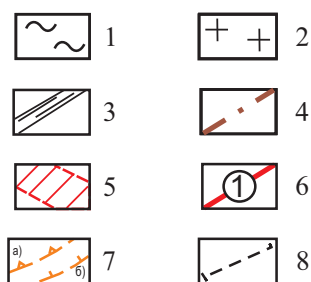


Рис. 5. Эльгинское месторождение золота (С. К. Степанов, С. В. Дюжев, Н. Ю. Янко и др., 2016 г.)

1 – слюисто-кварц-полевошпатовые и углисто-слюистые сланцы с прослоями кварцево-слюистых и кварц-полевошпат-амфибол-хлоритовых сланцев златоустовской свиты палеозоя; 2 – позднепалеозойские средне-крупнозернистые катаклазированные гранитоиды; 3 – зоны интенсивной трещиноватости, дробления и милонитизации пород; 4 – тектоническая зона; 5 – зоны интенсивного катаклаза, окварцевания, альбит-кварцевого метасоматоза, сульфидизации и кварц-сульфидной минерализации; 6 – золоторудные тела, их номера; 7 – вторичные ореолы рассеяния золота: а – с содержанием > 1 г/т, б – с содержанием 0,01–0,9 г/т; 8 – профили магистральных и пунктирных каналов

месторождений, по которым имеется подсчет запасов, но добыча золота не производилась или производилась в небольших количествах (Иннокентьевское, Разведочное и Казанское золото-кварцевой формации, а также Осеннее золотосульфидной). На месторождении Токур рекомендуется произвести переоценку на золото зоны Главного разлома. На Эльгинском месторождении добыча золота только началась, оно обладает значительными запасами и, по-видимому, станет основным объектом золотодобычи в ближайшие годы. Кроме того, имеется ряд перспективных проявлений, главным образом, золото-кварцевой формации. К ним отнесены: проявление Скважины № 59 Маломырского РРУ; Анненское Верхнестойбинского РРУ; Перевальное, Покровское, Блукет, Секур, Има Токурского РРУ; Верхнемайское и Эльгаканское Харгинского РРУ. Представляет определенный интерес и слабо изученное месторождение Ленинское золотосурьмяной формации.

Заключение. Токурский золоторудный центр расположен в приамериканской части Приамурской провинции. Ему отвечает наиболее золотоносная центральная часть Джагды-Селемджинской металлогенической зоны, в пределах которой находятся Маломырский, Верхнестойбинский, Токурский и Харгинский рудно-россыпные узлы.

Вмещающими породами служат так называемые «черносланцевые» вулканогенно-терригенные отложения палеозойского возраста, метаморфизованные в фации зеленых сланцев. Они прорваны интрузивными образованиями палеозойского и мелового возраста. Преобладают золоторудные месторождения золото-кварцевой формации, менее – золотосульфидной и золото-сульфидно-кварцевой. Рудные тела месторождений Албын и Эльга золото-кварцевой формации сложены своеобразными кварц-альбитовыми метасоматитами (альбититами), в отличие от месторождения Токур, представленного кварцевыми жилами. Изотопный возраст формирования месторождений Токур и Маломыр разными исследователями оценивается $^{40}\text{Ag}/^{39}\text{Ag}$ методом в пределах от 120,77 до 134 млн лет, что отвечает раннему мелу.

Токурский центр является одним из самых перспективных в Приамурской провинции. Здесь продолжается добыча золота на месторождениях Албын, Маломыр и Кварцитовое. Кроме того, введено в эксплуатацию недавно открытое крупное Эльгинское месторождение. Имеются также небольшие разведанные месторождения с подсчитанными запасами и ресурсами рудного золота, а при доизучении перспективных проявлений могут быть выявлены новые месторождения с промышленными рудами.

1. Алексеев Я. В., Заскинд Е. С., Конкина О. М. К вопросу выделения минерально-сырьевых центров твердых полезных ископаемых // Отечественная геология. — 2021. — № 3. — С. 19–27.
2. Бучко И. В., Пономарчук А. В., Травин А. В. Возраст метасоматитов золоторудного месторождения Маломыр // Золото северного обрамления Пацифики. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2011. — С. 66–68.
3. Кадашникова А. Ю. и др. Закономерности локализации оруденения, возраст и источники вещества золоторудного месторождения Маломыр (восточная часть Монголо-Охотского складчатого пояса) / А. Ю. Кадашникова, А. А. Сорокин, В. А. Пономарчук и др. // Геология рудных месторождений. — 2019. — Т. 61, № 1. — С. 3–17.
4. Кадашникова А. Ю. и др. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст золоторудных метасоматитов месторождения Албын, Монголо-Охотский складчатый пояс / А. Ю. Кадашникова, А. А. Сорокин, А. В. Пономарчук и др. // Тихоокеанская геология. — 2019. — Т. 38, № 6. — С. 89–98.
5. Казанцев А. Е., Малышев А. А. Гидротермалиты Албынского месторождения // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 11. — С. 41–45.
6. Малышев А. А., Лазарев А. Б. Роль тектонических дислокаций в формировании Албынского рудного поля // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 11. — С. 29–34.
7. Моисеенко В. Г. Метаморфизм золота месторождения Приамурья. — Хабаровск, 1965. — 128 с.
8. Остапенко Н. С., Нерода О. Н. Условия отложения и особенности распределения индивидов самородного золота в жилах мезотермального месторождения Токур (Россия) // Геология рудных месторождений. — 2016. — Т. 58, № 3. — С. 239–250.
9. Серебрянская Т. С. Геолого-минералогические особенности золотоносных метасоматитов Харгинского рудного поля: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. — Красноярск, 2011. — 21 с.
10. Серебрянская Т. С., Ожогина Е. Г., Ковалевский Э. И. Особенности золота и метасоматитов Харгинского рудного поля // Разведка и охрана недр. — 2010. — № 8. — С. 9–14.
11. Сорокин А. А. и др. Возраст адуляра из жил золоторудного месторождения Токур (Монголо-Охотский орогенный пояс, Россия): результаты датирования $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом / А. А. Сорокин, Н. С. Остапенко, В. А. Пономарчук и др. // Геология рудных месторождений. — 2011. — Т. 53, № 3. — С. 297–304.
12. Степанов В. А. Перспективы Приамурья на рудное золото // Региональная геология и металлогения. — 2019. — № 77. — С. 98–109.
13. Степанов В. А., Мельников А. В. Исторические центры добычи рудного золота в Приамурской провинции // Разведка и охрана недр. — 2021. — № 12. — С. 15–23.
14. Фатьянов И. И., Лэйер П. О времени формирования золоторудного месторождения Токур // Геология и минеральные ресурсы Амурской области. — Благовещенск: АмурКНИИ, 1995. — С. 217–219.
1. Alekseyev Ya. V., Zaskind E. S., Konkina O. M. K voprosu vydeleniya mineralno-syryevykh tsentrov tverdykh poleznykh iskopayemykh. *Otechestvennaya geologiya*, 2021, no. 3, pp. 19–27. (In Russian).
2. Buchko I. V., Ponomarchuk A. V., Travin A. V. Vozrast metasomatitov zolotorudnogo mestorozhdeniya Malomyr. *Zoloto severnogo obramleniya Patsifiki*. Magadan, 2011, pp. 66–68. (In Russian).
3. Kadashnikova A. Yu., Sorokin A. A., Ponomarchuk V. A. et al. Zakonomernosti lokalizatsii orudneniya, vozrast i istochniki veshchestva zolotorudnogo mestorozhdeniya Malomyr (vostochnaya chast Mongolo-Okhotskogo skladchatogo poiyasa). *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2019, vol. 61, no. 1, pp. 3–17. (In Russian).
4. Kadashnikova A. Yu., Sorokin A. A., Ponomarchuk A. V. et al. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ vozrast zolotorudnykh metasomatitov mestorozhdeniya Albyn. Mongolo-Okhotskiy skladchatyy poiyas. *Tikhookeanskaya geologiya*, 2019, vol. 38, no. 6, pp. 89–98. (In Russian).
5. Kazantsev A. E., Malyshev A. A. Gidrotermality Albynskogo mestorozhdeniya. *Razvedka i okhrana nedr*, 2013, no. 11, pp. 41–45. (In Russian).
6. Malyshev A. A., Lazarev A. B. Rol tektonicheskikh dislokatsiy v formirovani Albynskogo rudnogo polya. *Razvedka i okhrana nedr*, 2013, no. 11, pp. 29–34. (In Russian).
7. Moiseyenko V. G. Metamorfizm zolota mestorozhdeniy Priamuria. Khabarovsk, 1965, 128 p.
8. Ostapenko N. S., Neroda O. N. Usloviya otlozheniya i osobennosti raspredeleniya individov samorodnogo zolota v zhilakh mezotermalnogo mestorozhdeniya Tokur (Rossiya). *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2016, vol. 58, no. 3, pp. 239–250. (In Russian).
9. Serebryanskaya T. S. Geologo-mineralogicheskiye osobennosti zolotonosnykh metasomatitov Kharginnskogo rudnogo polya. Avtoref. diss. kand. geol.-mineral. nauk. [Geological and mineralogical features of goldmetasomatites of the Kharga mining field. Cand. Sc. (Geol. Mineral.) Thesis]. Krasnoyarsk, 2011, 21 p.
10. Serebryanskaya T. S., Ozhogina E. G., Kovalevskiy E. I. Osobennosti zolota i metasomatitov Kharginnskogo rudnogo polya. *Razvedka i okhrana nedr*, 2010, no. 8, pp. 9–14. (In Russian).
11. Sorokin A. A., Ostapenko N. S., Ponomarchuk V. A. i dr. Vozrast adulyara iz zhil zolotorudnogo mestorozhdeniya Tokur (Mongolo-Okhotskiy orogennyy poiyas. Rossiya): rezultaty datirovaniya $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ metodom. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2011, vol. 53, no. 3, pp. 297–304.
12. Stepanov V. A. Perspektivy Priamuria na rudnoye zloto. *Regional Geology and Metallogeny*, 2019, vol. 77, pp. 98–109. (In Russian).
13. Stepanov V. A., Melnikov A. V. Istoricheskiye tsentry dobychi rudnogo zolota v Priamurskoy provintsii. *Razvedka i okhrana nedr*, 2021, no. 12, pp. 15–23. (In Russian).
14. Fatyanov I. I., Leyer P. O vremeni formirovaniya zolotorudnogo mestorozhdeniya Tokur. *Geologiya i mineralnyye resursy Amurskoy oblasti*. Blagoveshchensk, AmurKNI, 1995, pp. 217–219. (In Russian).

Степанов Виталий Алексеевич — доктор геол.-минерал. наук, профессор, гл. науч. сотрудник, Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН (НИГТЦ ДВО РАН). Северо-Восточное шоссе, д. 30, г. Петропавловск-Камчатский, Россия, 683002. <vitstepanov@yandex.ru>

Мельников Антон Владимирович — канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, Институт геологии и природопользования ДВО РАН (ИГиП ДВО РАН). Пер. Релочный, д. 1, г. Благовещенск, Амурская область, Россия, 675000. <melnikov_anton1972@mail.ru>

Stepanov Vitaliy Alekseyevich — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chief Researcher, Scientific Research Geotechnological Center FEB RAS (SRGC FEB RAS). 30 Severo-Vostochnoye shosse, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683002. <vitstepanov@yandex.ru>

Melnikov Anton Vladimirovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, Institute of Geology and Natural Management of FEB RAS (IGNM FEB RAS). 1 Relochniy lane, Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675000. <melnikov_anton1972@mail.ru>