

Эндогенное золото российского Алтая

Гаськов И. В.

Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Аннотация. Алтай России в геологическом и металлогеническом понимании включает Горный Алтай и северо-западную часть Рудного Алтая, в административном плане – Алтайский край и республику Алтай. Горный Алтай испытал сложную историю геологического развития, включающую субдукционные, аккреционно-коллизийные и рифтогенные процессы с образованием различного типа магматизма и эндогенного оруденения золота. История добычи золота в регионе связана в основном с россыпями, и в настоящее время резерв россыпных месторождений золота практически исчерпан, а перспективы коренного оруденения мало изучены. В этой связи в регионе назрела проблема оценки потенциала рудного золота на известных рудопроявлениях и перспективных площадях рудных узлов.

В российской части Рудного Алтая запасы золота преимущественно связаны с золотоносными колчеданно-полиметаллическими месторождениями и меньше с небольшими золоторудными проявлениями.

Важное практическое значение для региона могут иметь золото-сульфидно-скарновое, эпitherмальное золото-серебряное, медно-золото-порфировое и золото-ртутное типы оруденения. Увеличение запасов рудного золота в российской части Рудного Алтая связано в основном с доизучением колчеданно-полиметаллических месторождений.

Ключевые слова: Рудный Алтай, Горный Алтай, золото, золоторудные месторождения, металлогения.

Для цитирования: Гаськов И. В. Эндогенное золото российского Алтая. Руды и металлы. 2023. № 3. С. 37–60. DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10012.

Endogenous gold of the russian Altai

Gaskov I. V.

V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia

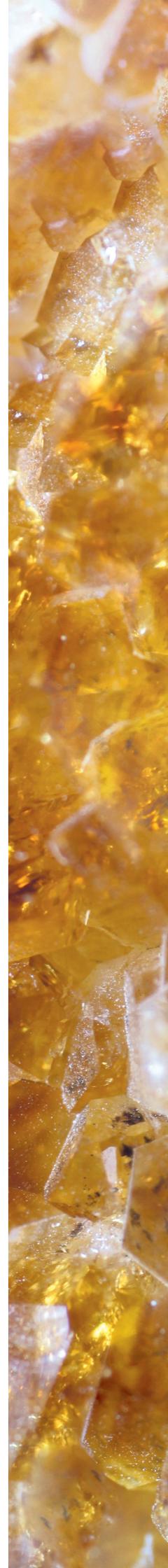
Annotation. The Altai of Russia in the geological and metallogenic sense includes the Altai Mountains and the northwestern part of Rudny Altai, and in administrative terms – the Altai Territory and the Altai Republic. Gorny Altai has experienced a complex history of geological development, including subduction, accretion-collision and rifting processes with the formation of various types of magmatism and endogenous gold mineralization. The history of gold mining in the region is associated mainly with placers and currently the reserve of placer gold deposits is almost exhausted, and the prospects for primary mineralization have been little studied. In this regard, the problem of assessing the potential of ore gold in known ore occurrences and promising areas of ore clusters has become urgent in the region.

In the Russian part of Rudny Altai, gold reserves are mainly associated with gold-bearing pyrite-polymetallic deposits and less with small gold ore occurrences.

Gold-sulfide-skarn, epithermal gold-silver, copper-gold-porphyry and gold-mercury types of mineralization may have important practical significance for the region. The increase in ore gold reserves in the Russian part of Rudny Altai is mainly due to additional exploration of pyrite-polymetallic deposits.

Keywords: Rudny Altai, Gorny Altai, gold, gold deposits, metallogeny.

For citation: Gaskov I. V. Endogenous gold of the russian Altai. Ores and metals, 2023, № 3, pp. 37–60. DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10012.





Введение. Российский Алтай, как часть Большого Алтая, в геологическом и металлогеническом понимании включает Горный Алтай и северо-западную часть Рудного Алтая, в административном плане – территории Алтайского края и республики Алтай (рис. 1). Горный Алтай объединяет республику Алтай и юго-восточную часть Алтайского края. У него длительная история добычи золота, которая связана в основном с россыпями. В настоящее время резерв россыпных месторождений здесь практически исчерпан, а перспективы коренного золотого оруденения недостаточно изучены. В Горном Алтае выявлены и отрабатываются лишь три небольших месторождения – Синюхинское, Новофирсовское и Мурзинское, относящиеся к золото-скарновому и эпитермальному типам. Известны также многочисленные рудопоявления других формационных типов – золото-серебряного, золото-сульфидного и золото-сульфидно-кварцевого, а также перспективные площади с шлиховыми ореолами и точками минерализации золота, которые требуют дополнительного изучения. По данным [2], доля добытого золота из россыпей по опыту многих регионов России и мира обычно в десятки и сотни раз меньше объёма металла, заключённого в сопутствующих коренных месторождениях. В этой связи в регионе назрела проблема оценки потенциала известных рудопоявлений, анализа золотоносности отдельных перспективных площадей, рудных полей и узлов, а также их связи с рудогенерирующим магматизмом и рудоконтролирующими структурами.

Российская часть Рудного Алтая также характеризуется достаточно богатой минерально-сырьевой базой, включающей золотоносные полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения, небольшие собственно золоторудные проявления. На 01.01.2020 г. на учёте находилось 39 месторождений, в том числе два собственно золоторудных, 14 комплексных золотосодержащих, 23 россыпных с суммарными балансовыми запасами 47,1 т (0,3 % от общих запасов РФ) [1]. Из них 94,3 % запасов золота приходится на комплексные полиметаллические месторождения, среди кото-

рых Корбалихинское (балансовые запасы 8,1 т) и Зареченское (6,3 т). В данной статье мы попытаемся на основе собственных исследований и обобщённых литературных данных показать общую картину развития золотого оруденения в регионе и оценить его перспективы.

Геология и металлогения золота Горного Алтая. Горный Алтай в период с венда-раннего кембрия до пермо-триасового времени прошёл сложную историю развития, включая проявления субдукционных, аккреционно-коллизийных и рифтогенных процессов, сопровождаемых образованием разного типа магматизма и эндогенного оруденения. Многоэтапное длительное развитие отразилось на его геологическом строении [3, 17]. В настоящее время на территории Горного Алтая выделяются семь структурно-формационных зон: Чарышская, Холзунско-Чуйская, Талицкая, Ануйско-Чуйская, Бийско-Катунская, Уйменско-Лебедская и Телецкая, различающиеся геологическим строением, магматизмом и металлогенией [5]. Развитие металлогении в геологической истории региона было дискретным, и наиболее широко она проявилась в герцинский и постгерцинский этапы, когда сформировался широкий и разнообразный комплекс минеральных ресурсов, часть из которых имеют промышленные параметры. На территории Горного Алтая выделяется несколько крупных рудных узлов, включая золоторудные. Наиболее продуктивными на рудное золото являются Уйменско-Лебедская и Чарышско-Инская структурно-формационные зоны, расположенные на востоке и западе региона соответственно.

Уйменско-Лебедская зона выделена в восточной части Горного Алтая в пределах одноимённого синклинозного прогиба, сложенного в основании разреза карбонатными толщами верхнего протерозоя и вулканогенно-осадочными отложениями нижнего-среднего кембрия. В северной части они несогласно перекрыты пестроцветными песчано-сланцевыми отложениями ордовика и силура, в южной – вулканогенно-осадочной толщей среднего и верхнего девона. Интрузивный магматизм в этой зоне представлен средне-позднекембрий-

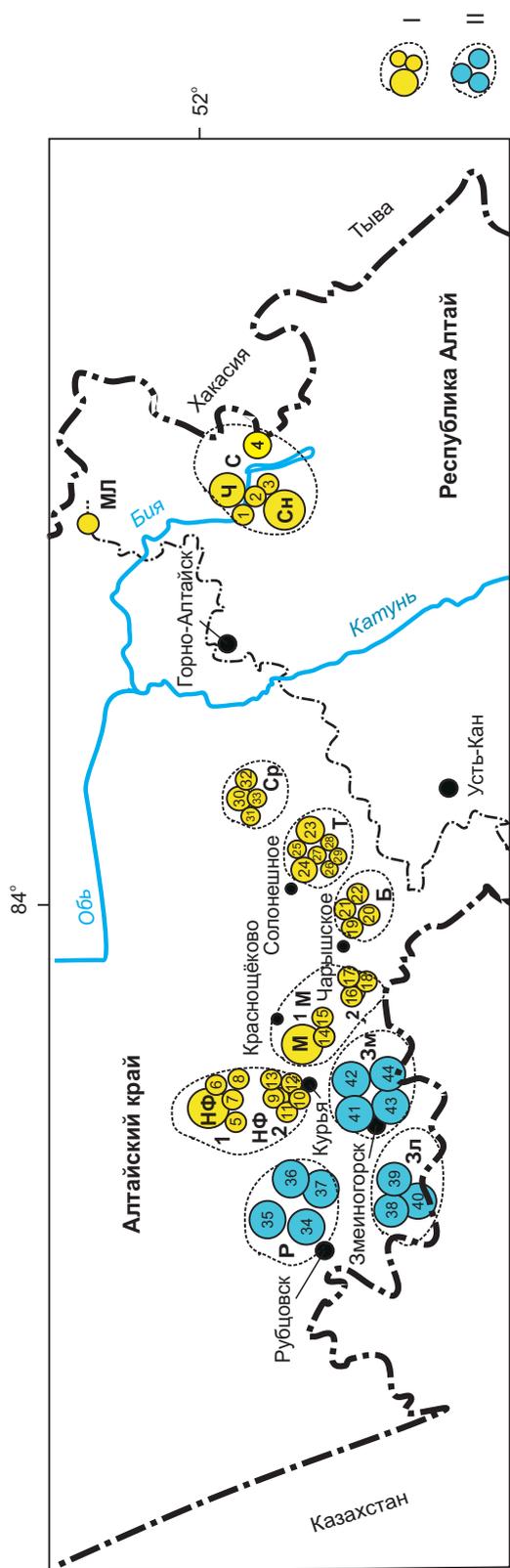


Рис. 1. Схема распределения золоторудных и золотосодержащих месторождений и рудопроявлений Алтай России:

I – золоторудные узлы: С – Синюхинский с золоторудными месторождениями (Сн – Синюхинское, Ч – Чойское) и рудопроявлениями (1 – Ульменское, 2 – Ишинское, 3 – Оюкское, 4 – Кульбич); МЛ – Майско-Лебедское золото-скарновое месторождение; НФ – Новофирсовский, включающий Новофирсовское золоторудное поле (1) с одноимённым месторождением и рудопроявлениями (5 – Каменный колодец, 6 – Вострухинская площадь, 7 – Игнашихинское, 8 – горы Верблюжей и Курьинское золотосеребряное рудное поле (2) с рудопроявлениями (9 – Курьинское, 10 – Придорожное, 11 – Костинский рудник, 12 – Новое, 13 – горы Толстуха); М – Мурзинский, включающий Мурзинское рудное поле (1) с одноимённым месторождением и рудопроявлениями (14 – Мурзинское 2, 15 – Мурзинское 3 и Чагырское рудное поле (2) с рудопроявлениями (16 – Суеткинские, 17 – Усть-Беловские, 18 – Чагырские); Б – Башелакский с золоторудными порожждениями (19 – Центральное, 20 – Потайнухинское, 22 – Светлинское); Т – Топольнинское золоторудное поле с месторождениями (23 – Лог-26, 24 – Баяниха) и рудопроявлениями (25 – Сухая Грива, 26 – Чёртова Грива, 27 – Чёртова Яма, 28 – Кемровское, 29 – Пропаший Лог); Ср – Сарасинская золото-ртутная зона с месторождениями (30 – Сухонькое, 31 – Новое, 32 – Черемшанское, 33 – Левобережное); П – рудные узлы золотосодержащих колчедано-полиметаллических месторождений: Р – Рубцовский с месторождениями (34 – Рубцовское, 35 – Захаровское, 36 – Стенное, 37 – Таловское); Зл – Золотушинский с месторождениями (38 – Золотушинское, 39 – Новозолотушинское, 40 – Юбилейное); Зм – Змеиногорский с месторождениями (41 – Зареченское, 42 – Корбалихинское, 43 – Среднее, 44 – Карамышевское)

Fig. 1. Scheme of distribution of gold ore and gold-bearing deposits and ore occurrences in Altai of Russia:

I – gold ore clusters: С – Sinyukhinsky with gold deposits (Сн – Sinyukhinsky, Ч – Choykskoye) and ore occurrences (1 – Ulmenskoye, 2 – Ishinskoye, 3 – Oyukskoye, 4 – Kulbich); МЛ – Maysko-Lebedskoye gold-skarnev deposit; НФ – Novofirsovsky gold ore field (1) with the deposit of the same name and ore occurrences (5 – Kamenny Kolodec, 6 – Vostrukhiinskaya Square, 7 – Ignashikhinskoye, 8 – Verbyuzhaya Mountains and the Kurynskoye gold-silver ore field (2) with ore occurrences (9 – Kurynskoye, 10 – Pridorozhnoye, 11 – Kostinsky mine, 12 – Novoe, 13 – Tolstukha Mountains); М – Murzinsky, including the Murzinskoye ore field (1) with the deposit of the same name and ore occurrences (14 – Murzinskoye 2, 15 – Murzinskoye 3 and Chagyrskoye ore field (2) with ore occurrences (16 – Suetkinsky, 17 – Ust-Belovskiy, 18 – Chagyrskiy); Б – Bachelaksky with gold ore fields (19 – Central, 20 – Potaynukhinskoye, 21 – Kurtachikhinskoye, 22 – Svetlinskoye); Т – Topolninskoye gold ore field with the deposits (23 – Log-26, 24 – Bayanikha) and ore occurrences (25 – Sukhaya Griva, 26 – Chyortova Griva, 27 – Chyortova Yama, 28 – Kemrovskoye, 29 – Propaschy Log); Ср – Sarasinskaya gold-mercury zone with deposits (30 – Sukhonkoe, 31 – Novoe, 32 – Cheremshanskoye, 33 – Levoberezhnoye); П – ore nodes of gold-bearing pyrite-polymetallic deposits: Р – Rubtsovsky with deposits (34 – Rubtsovskoye, 35 – Zakharovskoye, 36 – Stennoye, 37 – Talovskoye); Зл – Zolotushinsky with deposits (38 – Zolotushinskoye, 39 – Novozolotushinskoye, 40 – Yubileynoye); Зм – Zmeinogorsk with deposits (41 – Zarechenskoye, 42 – Korbalikhinskoye, 43 – Sredneye, 44 – Karamyshevskoye)



скими габбро-гранитными интрузиями саракокшинского комплекса ($512,2 \pm 6,2$ млн лет) и девонскими образованиями югалинского ($(406 \pm 4) - (399 \pm 2)$), турочакского (390 ± 7) и кызылташского (D_2) комплексов, связанных с этапом активной континентальной окраины [17]. В контактовой части диорит-гранитного массива югалинского комплекса и карбонатных пород широко развито золотое оруденение преимущественно золото-сульфидно-скарнового типа. Здесь выделяется Синюхинский рудный узел с месторождениями Синюхинское, Чойское, рудопроявлениями Ульменское, Оюкское и Кульбич [6, 23]. На севере этой зоны на границе с Горной Шорией также в связи с диорит-гранитами югалинского комплекса установлены Ишинская и Майско-Лебедская золоторудные зоны с прогнозными ресурсами золота до 20 и 40 т соответственно. Кроме того, обнаружено несколько объектов с эпitherмальным золото-серебряным оруденением с содержанием Au до 8,4 г/т, Ag до 436 г/т, среди которых заметно выделяется Чуринское рудопроявление. Общий металлогенический потенциал золота в этом рудном узле, по данным А. И. Гусева [10], оценивается в 322 т.

Наиболее значимым является *Синюхинское месторождение*, расположенное в контактовой части кембрийской вулканогенно-осадочной толщии усть-семиинской свиты и нижнедевонского югалинского габбро-диорит-гранитного комплекса ($(421 \pm 5) - (399 \pm 2)$ млн лет), выделенного в пределах крупного Саракокшинского плутона [23]. На контакте югалинского массива и карбонатных пород развиваются волластонитовые, гранат-волластонитовые и в меньшей мере гранат-пироксеновые скарны с небольшими телами магнетитовых руд (рис. 2). Золотое оруденение локализуется в основном среди этих скарнов и тесно связано с развитием сульфидных минералов, среди которых преобладают борнит, халькозин, халькопирит, пирит, реже сфалерит, пирротин, кубанит [6, 25]. Общее содержание сульфидов не превышает первые проценты (5–10) и имеет крайне неравномерное распределение. В меньшей степени золото концентрируется в магнетитовых рудах и очень редко отмеча-

ется в бессульфидных породах – мраморах и дайках диорит-порфиров и гранит-порфиров. Золото образует в основном самородные выделения в виде мелких включений в сульфидах и трещинах скарновых минералов и имеет узкий диапазон вариаций пробности (911–964 ‰). Только в ассоциации с редкими образованиями теллуридов и селенидов пробность золота уменьшается до 860–870 ‰. Главные примеси в золоте – Ag (до 19 %), Cu (до 1,7 %). Содержание Hg не превышает 0,1 %. По условиям образования эти руды относятся к постскарновым гидротермальным с температурами отложения, не превышающими 350 °C [6, 16]. Резерв запасов золота месторождения составляет по кат. C_2 19,6 т, кат. P_1 46 т, $P_2 + P_3 - 50-70$ т [4].

Чойское месторождение, расположенное в 20 км восточнее Синюхинского рудного поля, локализуется в зоне контакта верхнекембрийских терригенно-карбонатных отложений ишпинской свиты и Чойского гранитного массива нижнедевонского возраста ($(416 \pm 4) - (398 \pm 7)$ млн лет), относимого к синюхинскому комплексу [13] (рис. 3). В зоне контакта образуются линейные зоны скарнов мощностью около 100 м, среди которых выделяются гранатовые, гранат-пироксеновые, гранат-волластонитовые и пироксен-эпидотовые минеральные разновидности. Золотое оруденение приурочено к линейным тектоническим зонам дробления, развивающимся по скарнам, гранитоидам и терригенно-карбонатным отложениям. Оно локализуется в кварцевых жилах и кварц-карбонат-хлоритовых прожилках, образуя низкотемпературные золото-теллуридные и золото-сульфидные выделения совместно с другими низкотемпературными теллуридами (тетрадимит $BiTe_2S$, жозеит Bi_4TeS_2 , хедлейит Bi_2Te) и сульфидами (висмутин Bi_2S_3) при крайне ограниченном развитии типичных минералов медно-скарновых месторождений – магнетита, пирита и халькопирита. Рудные минералы выделяются в виде рассеянной мелкой и тонкой вкрапленности, общее содержание не превышает первых процентов [6]. По химическому составу золото разделяется на две дискретные группы: средней пробности с диапазоном ва-

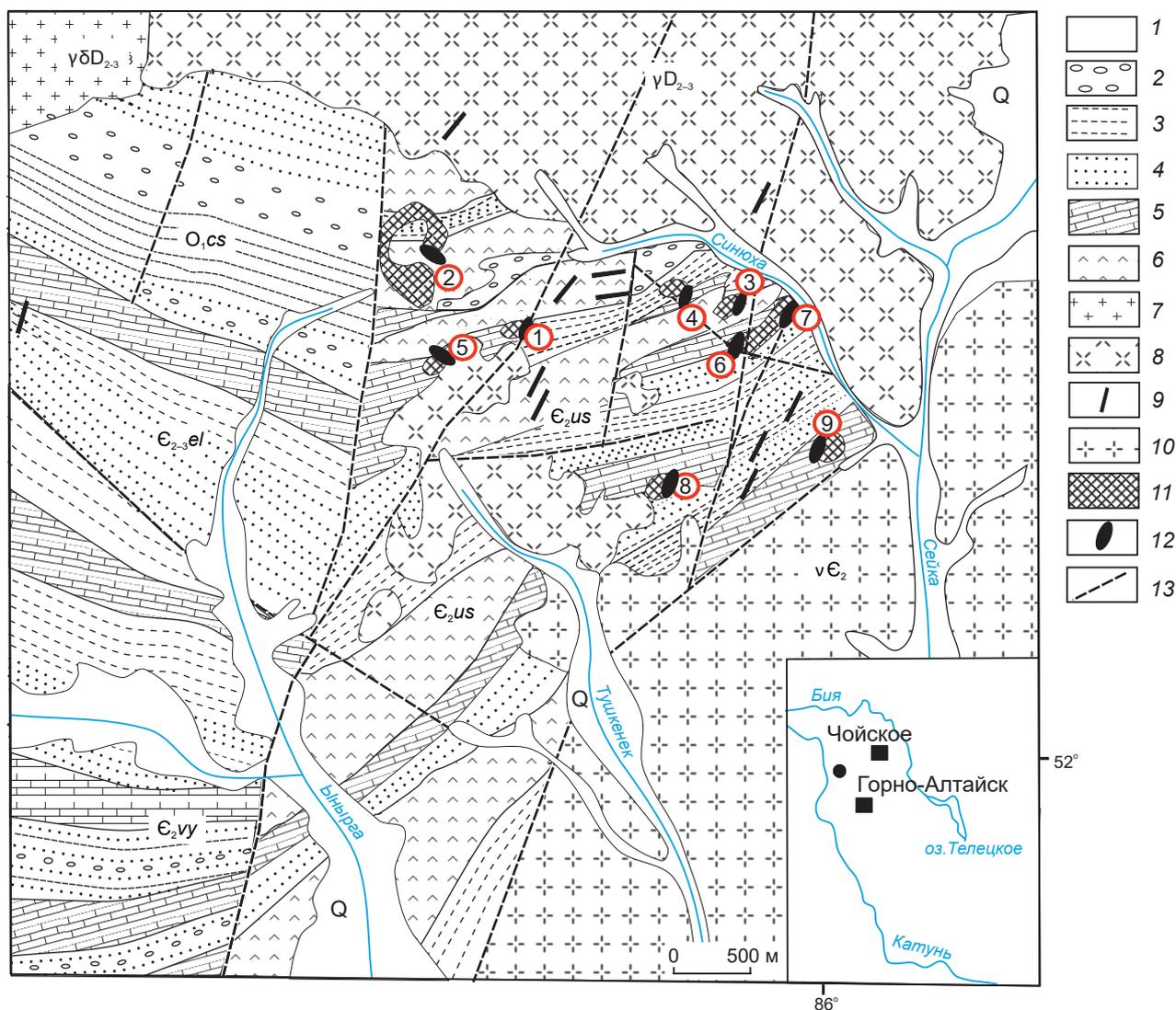


Рис. 2. Схема геологического строения Синюхинского месторождения, по [11] с добавлениями автора:

1 – рыхлые четвертичные отложения; породы чойской (O_{1cs}), еландинской ($\epsilon_{2-3}el$), усть-семиинской (ϵ_{2us}), верхнеыныргинской (ϵ_{2vu}) свит; 2 – конгломераты, 3 – алевриты, 4 – песчаники, 5 – известняки, 6 – андезито-базальтовые порфириды; породы югалинского (синюхинского) комплекса: 7 – граниты и гранодиориты ранней фазы ($\gamma\delta D_{2-3}$), 8 – граниты поздней фазы (γD_{2-3}); 9 – дайки долеритов, габродолеритов; 10 – плагиограниты саракокшинского комплекса ($v\epsilon_2$); 11 – скарны; 12 – участки золоторудной минерализации (1 – Первый Рудный, 2 – Западный, 3 – Файфановский, 4 – Западно-Файфановский, 5 – Ыныргинский, 6 – Новый, 7 – Нижний, 8 – Тушкенекский, 9 – Горбуновский); 13 – тектонические нарушения

Fig. 2. Scheme of the geological structure of the Sinyukhinskoye deposit (compiled by [11] with additions by the author):

1 – loose Quaternary sediments; rocks of the Choyskaya (O_{1cs}), Elandinskaya ($\epsilon_{2-3}el$), Ust-Seminskaya (ϵ_{2us}), Upper Eynyrnginskaya (ϵ_{2vu}) formations; 2 – conglomerates, 3 – siltstones, 4 – sandstones, 5 – limestones, 6 – andesite-basaltic porphyrites; rocks of the Yugalinsky (Sinyukhinsky) complex: 7 – granites and granodiorites of the early phase ($\gamma\delta D_{2-3}$), 8 – late phase granites (γD_{2-3}); 9 – dikes of dolerites, gabbrodolerites; 10 – plagiogranites of the Sarakokshinsky complex ($v\epsilon_2$); 11 – skarns; 12 – areas of gold mineralization (1 – Perviy Rudny, 2 – Zapadny, 3 – Fayfanovsky, 4 – Zapadny Fayfanovsky, 5 – Ynyrginsky, 6 – Novy, 7 – Nizhny, 8 – Tushkeneksky, 9 – Gorbunovsky); 13 – tectonic disturbances

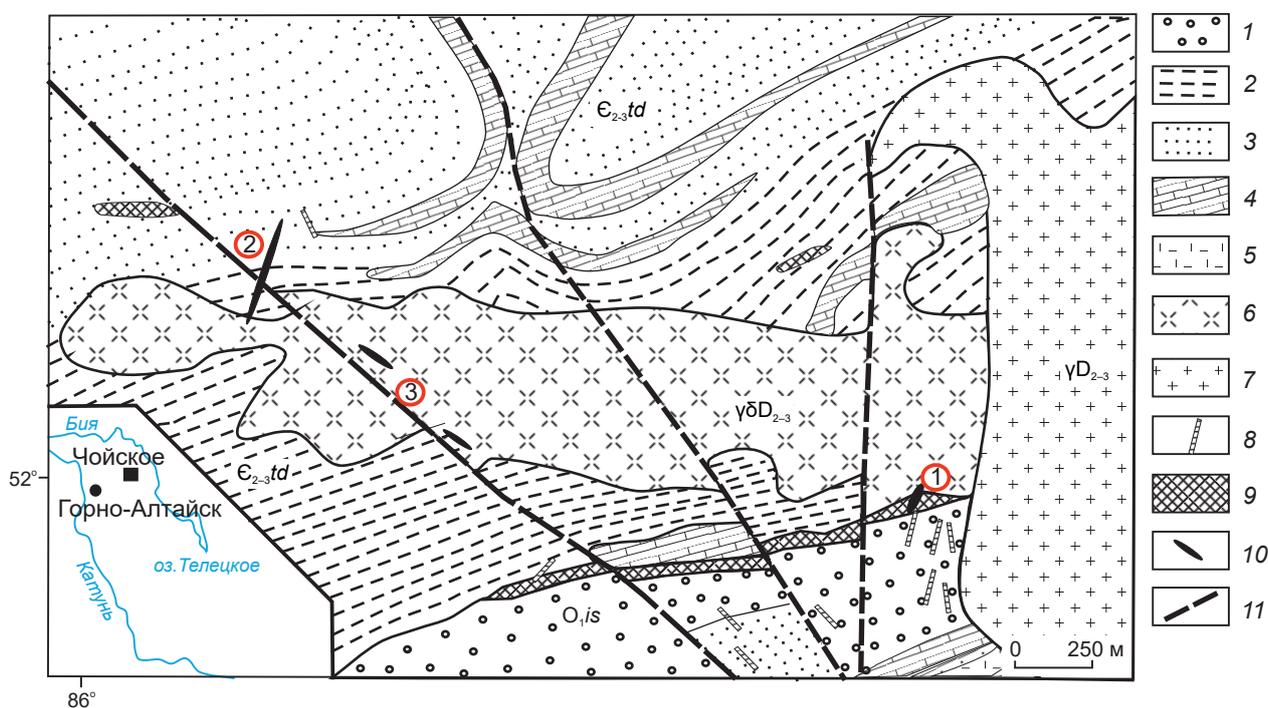


Рис. 3. Схема геологического строения Чойского месторождения, по [12] с добавлениями автора:

породы ишпинской (O_{1is}) и тандошинской (E_{2-3td}) свит: 1 – конгломераты, 2 – алевролиты, 3 – песчаники, 4 – известняки, 5 – туфы кислого состава; гранитоиды югалинского комплекса: 6 – граниты и гранодиориты ранней фазы (γD_{2-3}), 7 – лейкократовые граниты поздней фазы (γD_{2-3}), 8 – дайки гранит-порфиров, диоритов и лампрофиров (γD_{2-3}); 9 – скарны, 10 – проявления золоторудной минерализации (1 – Центральная скарновая залежь, 2 – Пихтовая, 3 – Смородиновая); 11 – тектонические нарушения

Fig. 3. Scheme of the geological structure of the Choyskoye field (by [12] with additions by the author):

rocks of the Ishpinskaya (O_{1is}) and Tandoshina (E_{2-3td}) formations: 1 – conglomerates, 2 – siltstones, 3 – sandstones, 4 – limestones, 5 – felsic tuffs; granitoids of the Yugalinsky complex: 6 – granites and granodiorites of the early phase (γD_{2-3}), 7 – leucocratic granites of the late phase (γD_{2-3}), 8 – dikes of granite-porphyrates, diorites and lamprophyres (γD_{2-3}); 9 – skarns, 10 – manifestations of gold mineralization (1 – Central skarn deposit, 2 – Pikhtovaya, 3 – Smorodinovaya); 11 – tectonic disturbances

риации от 843 до 880 ‰ и более высокопробное (940–959 ‰), обогащённое, вероятно, в экзогенных условиях. Из элементов-примесей в нём установлены серебро от 3 до 12,5 вес. ‰, ртуть от 0 до 0,48 вес. ‰ и следы меди.

Кульбическое рудопоявление, также входящее в состав Синюхинского рудного узла, относится к золотосодержащему медно-молибден-порфировому типу, связанному с субвулканическими гранит-порфирами ранне-среднедевонского возраста (396 млн лет), развитыми в приконтактовой области крупного Саракшинского габбро-диорит-плагиигранитного

плутона [23]. Оруденение локализуется в кварцеванных и калишпатизированных гранит-порфирах и в кварц-сульфидном штокверке, который протягивается в северо-западном направлении на 2–3 км при ширине до 400 м. Оно представлено кварцевыми, кварцево-кальцитовыми и кварц-баритовыми жилками мощностью до 1–5 см с гнездами и вкрапленностью молибденита, халькопирита, магнетита и гематита. Штуфное опробование выходящих на поверхность минерализованных зон, выполненное сотрудниками ЦНИГРИ [18], показало повышенные содержания Cu (0,4–2,4 ‰)



и Au (0,2–1,2 г/т) в половине проб. При этом содержания молибдена варьируют от 0,001 до 0,4 % независимо от содержаний меди и золота. Выявление в Синюхинском рудном узле золото-медно-порфирового оруденения вместе с золото-медными скарновыми месторождениями может свидетельствовать о присутствии здесь крупных месторождений этого типа, о чём говорят данные их совместного развития во многих регионах мира [24].

На северо-востоке Уйменско-Лебедской зоны на границе с Горной Шорией выделено Майско-Лебедское золоторудное поле с проявлением коренного золотого оруденения двух типов: контактово-метасоматического золото-магнетит-сульфидного в апоскарновых пропилитах, связанного с Майским гранодиоритовым интрузивным массивом E_3-O_1 возраста, и золото-сульфидно-кварцевое в березитах, наложенных на линейные зоны пропицитов, пространственно ассоциирующих с девонскими дайками [22]. Наиболее значимо Майское золото-магнетитовое месторождение в скарнах, относящееся к первому типу. Также выявлены рудопроявления различных типов, которые можно рассматривать в качестве признаков при поисках промышленных концентраций рудного золота. По данным [10], прогнозные ресурсы эндогенного золота рудного поля 40 т.

Чарышско-Инская структурно-формационная зона расположена на западе Горного Алтая на границе с Рудным Алтаем, административно находится на территории Алтайского края. В её строении наиболее полно представлен нижнепалеозойский разрез, изменяющийся от существенно терригенных отложений в кембрии до сланцево-известковых в верхнем силуре, несогласно перекрытых слабодислоцированными эффузивно-осадочными толщами среднего девона. Интрузивный магматизм проявлен локально в отдельных геологических блоках (Курьинский и Новофирсовский трюги), в основном герцинского возраста. По данным Н. Н. Крук [17], здесь выделяют гранит-лейкогранитные интрузии майорского (381 ± 4 млн лет), боровлянского (375 ± 1 млн лет) комплексов, габбро-диорит-тоналит-гранодиоритовые интрузии усть-беловского ком-

плекса ($(364-374) \pm 3$ млн лет), монцогаббро и монцодиориты харловского комплекса ($330-334$ млн лет, C_1). Эндогенная металлогения золота здесь проявлена локально и связана в основном с девонским магматизмом. В пределах этой зоны золоторудные месторождения и рудопроявления образуют три рудных узла: Новофирсовский, Мурзинский и Башчелакский, а на её восточном окончании выделены Топольнинское золоторудное поле и серия золото-ртутных проявлений, связанных с Сарасинской зоной разломов [13].

Новофирсовский рудный узел (рис. 4) расположен на западе Чарышско-Инской структурно-формационной зоны в Курьинском административном районе Алтайского края. Он приурочен к Новофирсовско-Акимовской вулканотектонической структуре, в строении которой участвуют терригенно-карбонатные отложения эмса, осадочно-вулканогенные образования среднего девона, выделяемые в кукуйскую свиту (D_2kk), и субвулканические интрузии риодацитов кукуйского комплекса. Также широкое распространение имеют силлы, локкалиты и дайки субвулканических андезитов и диорит-порфиритов, реже кварцевых диорит-порфиритов и андезибазальтов, формирование которых, по данным U-Pb анализа цирконов (SHRIMP-II), имеет верхнедевонский возраст ($382 \pm 3,5$)–($372,7 \pm 3,7$) млн лет [15]. Интрузивный магматизм здесь представлен габбро-диорит-тоналит-гранодиоритовой ассоциацией усть-беловского комплекса ($(364-374) \pm 3$ млн лет) [17] и небольшими телами гранит-порфиров змеиногорского комплекса, развитыми вблизи северо-восточной зоны смятия [21]. Золотое оруденение рудного узла локализуется в метасоматизированных вулканических и вулканогенно-осадочных породах кукуйского комплекса и образует два обособленных рудных поля – Новофирсовское золоторудное и Курьинское золото-серебряное.

Новофирсовское золоторудное поле занимает площадь $21 \times 14,5$ км и включает одноимённое месторождение и ряд рудопроявлений (Каменный колодец, Вострухинская площадь, Игнашихинское, горы Верблюжей). Рудное по-

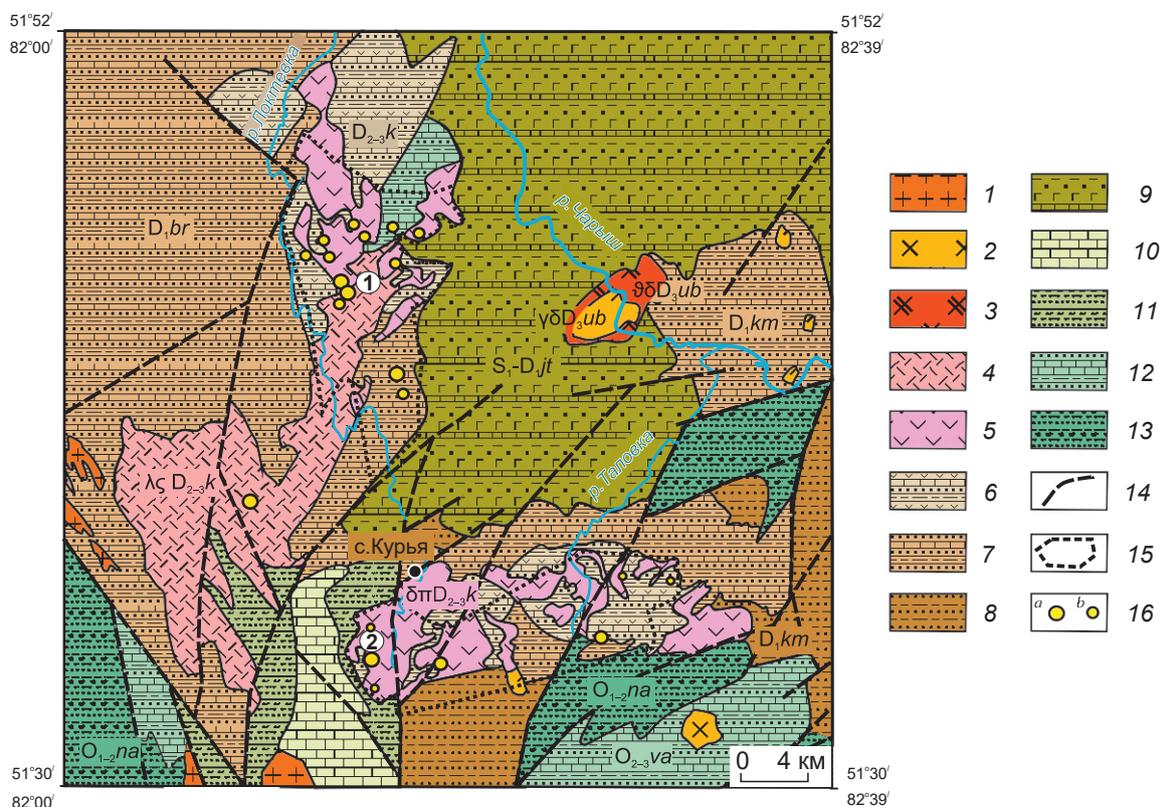


Рис. 4. Геологическое строение Новофирсовского рудного узла, по [13]:

1 – гранит-порфиры змеиногорского комплекса ($\gamma\pi D_3z$); интрузивные образования усть-беловского комплекса: 2 – гранодиориты ($\gamma\delta D_3ub$), 3 – кварцевые диориты ($\theta\delta D_3ub$); субвулканические образования куяганского вулканического комплекса ($\lambda\zeta D_{2-3}k$): 4 – риодациты, дациты, риолиты, 5 – андезитовые порфиры и кварцевые диорит-порфиры; 6 – куяганская свита ($D_{2-3}k$): пестроцветные туфопесчаники, туфогравелиты, песчаники, алевролиты, потоки андезитов и дацитов, туфы кислого и среднего составов, тейфроиды и туффиты; 7 – барагашская свита (D_1br): песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки; 8 – камышенская свита (D_1km): песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, гравелиты, известняки; 9 – кремнисто-терригенная толща (S_1-D_1): филлиты, алевролиты, песчаники, лиловые яшмоиды, редко метабазалты, песчаники, известняки; 10 – чагырская свита (S_1cg): известняки массивные рифогенные; 11 – громотухинская серия (S_1gr): глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, известняки; 12 – верхнеануйская серия ($O_{1-2}na_2$): известняки, алевролиты, песчаники известковистые; 13 – нижнеануйская серия ($O_{1-2}na_1$): алевролиты, песчаники, конгломераты; 14 – разрывные нарушения; 15 – золоторудные поля: 1 – Новофирсовское, 2 – Курьинское; 16 – золоторудные месторождения (a) и рудопроявления (b)

Fig. 4. Geological structure of the Novofirsovo ore cluster, by [13]:

1 – granite porphyries of the Zmeinogorsk complex ($\gamma\pi D_3z$); intrusive formations of the Ust-Belovsky complex: 2 – granodiorites ($\gamma\delta D_3ub$), 3 – quartz diorites ($\theta\delta D_3ub$); subvolcanic formations of the Kuyagan volcanic complex ($\lambda\zeta D_{2-3}k$): 4 – rhyodacites, dacites, rhyolites, 5 – andesitic porphyrites and quartz diorite-porphyrites; 6 – Kuyagan formation ($D_{2-3}k$): variegated tuff sandstones, tuff gravels, sandstones, siltstones, flows of andesites and dacites, tuffs of felsic and intermediate composition, tephroids and tuffites; 7 – Baragash formation (D_1br): sandstones, siltstones, mudstones, limestones; 8 – Kamyshenskaya formation (D_1km): sandstones, siltstones, mudstones, conglomerates, gravestones, limestones; 9 – siliceous-terrigenous sequence (S_1-D_1): phyllites, siltstones, sandstones, purple jasperoids, rarely metabasalts, sandstones, limestones; 10 – Chagyr formation (S_1cg): massive reef limestones; 11 – Gromotukha series (S_1gr): shales, siltstones, sandstones, limestones; 12 – Upper Anui series ($O_{1-2}na_2$): limestones, siltstones, calcareous sandstones; 13 – Lower Anui series ($O_{1-2}na_1$): siltstones, sandstones, conglomerates; 14 – discontinuities; 15 – gold ore fields: 1 – Novofirsovskoe, 2 – Kurinskoe; 16 – gold deposits (a) and ore occurrences (b)



ле приурочено к центральной части Новофирсовской синклинали, сложенной в нижних частях разреза осадочными отложениями нижнего девона, перекрытых вулканогенно-осадочными породами кукуйской толщи (D_2kk).

Главный объект рудного поля – Новофирсовское золоторудное месторождение, расположенное в 2,5 км от с. Новофирсово. На месторождении установлено несколько зон гидротермально-изменённых пород, представленных кварцитами, аргиллизированными песчаниками, алевролитами и эффузивами, содержащими золото (до 22,5 г/т). Породы часто изменены гипергенными процессами и представляют собой коры выветривания каолинит-гидрослюдистого типа. На месторождении выделены два участка с промышленными содержаниями рудного золота – Сурич 1 и Сурич 2 [13]. Оруденение участка Сурич 1 образует две субмеридиональные зоны в вулканогенно-осадочных породах кукуйской свиты, которые представлены раздробленными и интенсивно аргиллизированными вулканитами с прожилками халцедоновидного кварца и гнёздами барит-кварцевого, кварц-адулярового состава с сульфидами. Мощность зон от 10 до 18 м, протяжённость по простиранию более 200 м. Рудная минерализация представлена тонкой рассеянной вкрапленностью пирита, галенита, сфалерита, халькопирита, реже валлериита, кубанита, герсдорфита, кобальтина, аргентита и самородного золота. Содержания золота варьируют от 0,1 до 107 г/т (среднее 3,39 г/т), серебра от 3 до 150 г/т. Золото образует тонкие низкопробные (662–812 ‰) выделения. При гипергенном изменении пробность золотин возрастает до 1000 ‰. Среднее отношение в рудах $Au : Ag = 1 : 1$. Прогнозные ресурсы кат. P_1 составляют: Au 3,56 т, Ag 4,6 т [13].

В 400 м к югу от этого участка находится участок Сурич 2. Он сложен риодацитами и риолитами жерлово-экструзивной фации куюганской свиты. Рудная минерализация представлена преимущественно пиритом (до 3–5 %), реже галенитом, сфалеритом и халькопиритом в виде неравномерной вкрапленности в риолитах и кварцевых прожилках. Золото связано с пиритом и кварцем, в которых образует

мелкие включения размером в сотые, редко десятые доли миллиметра. Содержание Au изменяется от 0,51 до 12,13 г/т, а Ag не превышает первых г/т. Прогнозные ресурсы этого участка по кат. P_1 составляют: Au 4,39 т, Ag 5,68 т; по кат. P_2 : Au 16,97 т, Ag 21,92 т.

По указанным выше рудопроявлениям рудного узла пока имеется ограниченная информация. Рудопроявление Каменный Колодец, расположенное в 8 км к западу от с. Курья в кварц-серицитовых и кварц-калишпат-серицитовых метасоматитах, образовавшихся по вулканическому и вулканокластическому породам кислого состава кукуйского комплекса, характеризуется содержанием золота от 0,52 до 3,6 г/т. По подсчётам ресурсы золота до глубины 100 м со средним содержанием Au 1,1 г/т составляют 0,58 т.

На рудопроявлении Вострухинская площадь, примыкающем с востока к Новофирсовскому золоторудному месторождению, выявлены лишь пункты золотой минерализации и вторичные ореолы рассеяния золота, серебра и мышьяка [21]. Прогнозные ресурсы Au кат. P_3 в пределах этой площади, по данным ЦНИГРИ, составляют 13 т. На Игнашихинском рудопроявлении (район г. Игнашиха), выявленном в отложениях засурьинской свиты (E_3-O_1zs), прорванных диорит-порфиридами и дацитами кукуйского комплекса, содержания Au составляют 0,71–3 г/т, а прогнозные ресурсы кат. P_2 оцениваются по Au – 1,25 т, Ag – 1,61 т.

На рудопроявление г. Верблюжья, расположенном в 5 км к юго-востоку от проявления Сурич 2 в отложениях камышенской свиты (D_1km), прорванных телами субщелочных риолитов куюганского комплекса, выявлены шесть пунктов минерализации с содержанием Au от 0,65 до 1,6 г/т. Прогнозные ресурсы кат. P_2 составляют: Au 4,56 т, Ag 5,89 т.

Общие ресурсы рудного поля кат. $P_1 + P_2$ оцениваются: Au 60,8 т, Ag 78,7 т. Из них 5,2 т составляют разведанные запасы Новофирсовского месторождения. Руды комплексные, относятся к эпитермальной золото-серебряной формации, наряду с Au и Ag содержат (%): Cu до 0,41, Pb 0,27–5,75, Zn 0,33–6,58 [4].



Курьинское золото-серебряное рудное поле шириной 6–7 км протягивается в субширотном направлении от с. Курья до дер. Акимовка на 24 км и охватывает ядерную часть Курьинско-Акимовской синклинали. В её геологическом строении принимают участие карбонатно-терригенные отложения нижнего девона (барагашская свита), стратифицированные вулканогенно-осадочные и субвулканические образования, объединённые в кукуйский комплекс среднего девона. В пределах рудного поля в 2,5 км к юго-востоку от с. Курья расположено Курьинское рудопроявление, участок которого сложен преимущественно субвулканическими породами среднего состава кукуйского комплекса с подчинённым развитием осадочных и вулканогенно-осадочных пород. Среди этих пород выделяется зона гидротермально-метасоматических изменений (серицитизация, карбонатизация, хлоритизация, окварцевание) шириной до 1,1 км, вытянутая в северо-восточном направлении более чем на 2 км. В метасоматитах отмечаются вкрапленность пирита до 3–5 % и кварцевые жилы с содержанием золота от 0,55 до 5,52 г/т. Золото и серебро представлены как самородными выделениями, так и теллуридами. Оценка ЦНИГРИ прогнозных ресурсов рудопроявления по кат. P_1 составляет по Au 10,1 т, Ag 4,7 т. Сходная ситуация и на рудопроявлении Придорожное, расположенном в 2 км к юго-западу от с. Курья. Здесь также развита золоторудная минерализация в гидротермально-метасоматических породах и кварцевых жилах с содержаниями Au 0,6–3,42 г/т, Ag 0,43–6,3 г/т. Прогнозные ресурсы кат. P_2 составляют по Au 0,22 т, Ag 0,21 т. На рудопроявлении г. Толстуха (в 8 км к востоку от Курьинского проявления), также установлена золото-серебряная минерализация. Геологическое строение проявления представлено отложениями верхнего горизонта нижней пачки кукуйской свиты (туфоалевролиты, туфопесчаники), прорванными диорит-порфиритами кукуйского комплекса. Все породы подвергнуты серицитизации, аргиллизации и окварцеванию, а также неравномерно пиритизированы (от 1 до 10 %). Рудная минерализация связана с прожилками и

гнёздами кварца и характеризуется чрезвычайной неравномерностью. В целом содержания Au не превышают первых граммов, а Ag – первых десятков граммов. Суммарные прогнозные ресурсы для Курьинского рудного поля по кат. $P_3 + P_2$ составляют по Au 77,5 т, Ag 7,6 т при отношении Au : Ag = 10 : 1. Для всего Новофирсовского рудного узла прогнозные ресурсы кат. $P_3 + P_2 + P_1$ достигают по Au – 178,2 т, Ag – 123,6 т.

Приведённая характеристика золоторудных объектов в пределах Новофирсовского рудного узла показывает компактное распределение золоторудных проявлений в пределах выделенных двух рудных полей – Новофирсовского и Курьинского. Наибольший интерес представляют объекты с эпитермальным золото-серебряным оруденением в вулканогенных толщах девона, среди которых выделяются Новофирсовское месторождение и рудопроявление Курьинское. Рудные тела этих проявлений залегают среди вулканогенно-осадочных пород кукуйской свиты и субвулканических образований кукуйского комплекса. Оруденение контролируется зонами кварц-хлорит-серицит-карбонатных метасоматитов с кварцевыми жилами, гнёздами халцедоновидного кварца и вкрапленностью сульфидов. Дальнейшей оценки требуют рудопроявления г. Верблюжья, Игнашихинское, Вострухинская площадь и г. Толстуха.

Мурзинский золоторудный узел расположен юго-восточнее Новофирсовского узла и административно входит в состав Краснощёковского района Алтайского края. Он включает Мурзинское золоторудное поле и ряд разрозненных рудопроявлений – Малосуеткинское, Суеткинское, Верхнеталовское, Усть-Беловское и др. (см. рис. 1). Мурзинское рудное поле площадью 42 км² объединяет Мурзинское месторождение и рудопроявления Мурзинское 2, Мурзинское 3 (рис. 5). Оно структурно приурочено к восточному замыканию Курьинско-Акимовской синклинали. В его строении принимают участие терригенно-карбонатные отложения нижнедевонской барагашской (D_1br) свиты, залегающие на пестроцветных терригенных образованиях позднего силура (черно-



ануйская свита). Интрузивные образования в пределах Мурзинского рудного поля представлены гранитоидами Мурзинского штока (г. Мурзинка) и небольшими интрузиями гранодиоритов, относящихся к усть-беловскому комплексу с возрастом 364 ± 8 млн лет [23]. Наиболее поздними образованиями рудного поля являются дайки долеритов и базальтов, трассирующие разломы субширотной и северо-восточной ориентировки. В зонах контактов интрузивных тел широко развиты контактово-метасоматические образования (скарны, эпидозиты, роговики). Золотое оруденение рудного поля представлено эндогенной минерализацией золотокварцевого и медно-скарнового типов и развитыми по ним золотоносными корами выветривания.

Мурзинское месторождение пространственно связано с контактовой частью небольшого штокообразного тела гранодиоритов, относящегося к усть-беловскому габбро-диорит-гранитному комплексу. В зоне экзоконтакта массива по известковистым песчаникам мурзинской свиты ($D_{1-2}mr$) развиваются известковые скарны, сложенные гранатом, пироксеном, волластонитом и магнетитом. Локально отмечаются апоскарновые метасоматические породы, состоящие из кварца, эпидота, кальцита, хлорита, актинолита, реже турмалина, апатита, родонита. Золоторудная минерализация Мурзинского месторождения представлена двумя типами: золотосульфидным, пространственно связанным со скарново-магнетитовыми образованиями, и золоторудным, локализующимся в минерализованной зоне дробления шириной 300–400 м, протягивающейся в северо-северо-западном направлении более чем на 3 км [6, 9]. Золотосульфидная минерализация, ассоциирующая со скарново-магнетитовыми телами, распространена ограничено и образует прожилково-вкрапленные кварц-сульфидные выделения с неравномерным распределением. Она связана с постскарновым гидротермальным-метасоматическим процессом, сопровождаемым формированием низко-, среднетемпературных метасоматитов (хлорит, актинолит, эпидот) и сульфидов (халькопирит, пирит, борнит, сфалерит). Температуры образования

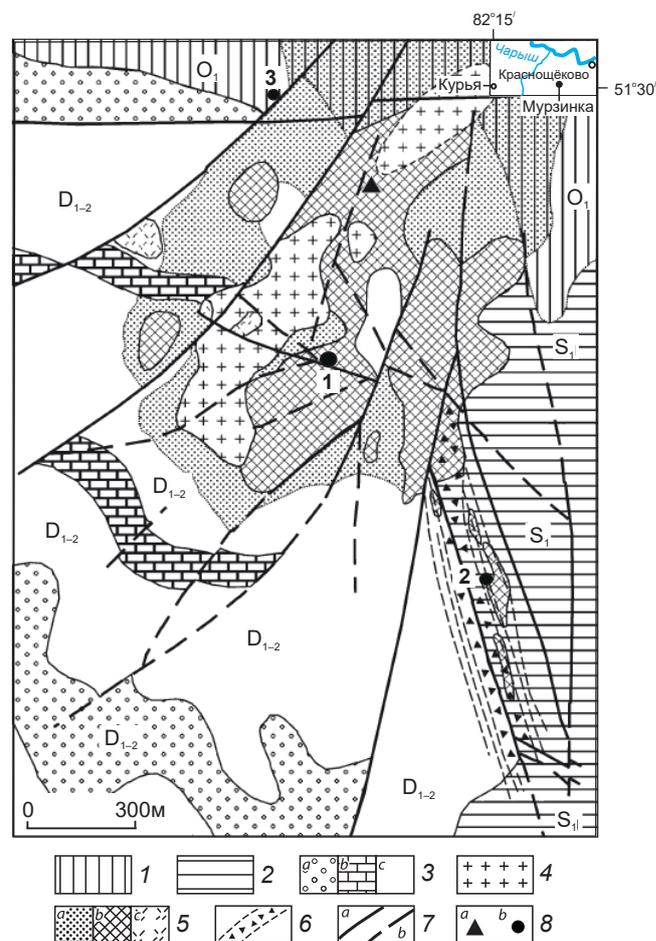


Рис. 5. Схема геологического строения Мурзинского рудного поля:

1 – слюдисто-кремнистые сланцы (O_1); 2 – песчаники, алевролиты, алевропелиты (S_1); 3 – терригенно-карбонатные отложения (D_{1-2}): а – конгломераты, б – известняки, с – песчаники; 4 – гранодиориты усть-беловского комплекса (D_3); 5 – изменённые породы и метасоматиты: а – роговики, б – скарны, с – кварц-турмалиновые метасоматиты; 6 – минерализованные зоны дробления; 7 – разрывные нарушения: а – установленные, б – предполагаемые; 8 – рудные проявления: а – Fe (Надеждинское); б – Au (1 – Мурзинское месторождение, 2 – Мурзинка 2, 3 – Мурзинка 3)

Fig. 5. Scheme of the geological structure of the Murzinka ore field:

1 – mica-siliceous shales (O_1); 2 – sandstones and siltstones (S_1); 3 – terrigenous-carbonate deposits (D_{1-2}): a – conglomerates, b – limestones, c – sandstones; 4 – granodiorites of the Ust-Belovsky complex (D_3); 5 – altered red rocks and metasomatites: a – hornfels, b – skarns, c – quartz-tourmaline metasomatites; 6 – mineralized crushing zones; 7 – discontinuities: a – established, b – suspected; 8 – ore occurrences: a – Nadezhdinskoe (Fe); b – gold ore (1 – Murzinskoe deposit, 2 – Murzinka 2 ore occurrence, 3 – Murzinka 3 ore occurrence)



этой ассоциации составляют 250–320 °С. Золото в этих рудах образует мелкие и тонкие (0,5–0,01 мм) самородные выделения преимущественно высокой пробности (840–994 ‰).

Золотое оруденение зоны дробления представляет основной промышленный интерес. Оно сложено кварц-карбонатно-сульфидными прожилками и жилами в гидротермально-метасоматических породах кварц-хлорит-карбонатного состава с каолинитом, гидрослюдой и адуляром (аргиллизитовая формация), наложенных на скарны, роговики и вмещающие породы. Мощность кварцевых жил колеблется от 0,1 до 2 м (в среднем 0,4 м). В составе руд наряду с халькопиритом, пиритом, борнитом, сфалеритом и галенитом широко развиты низкотемпературные минералы: киноварь (HgS), метациннабарит (Hg₂S), висмутин (Bi₂S₂), айкинит (CuPbBiS₃), эмплектит (CuBiS₂), науманнит (Ag₂Se) и др. Содержание золота в рудах чрезвычайно неравномерное и колеблется от 0,1 до 232 г/т. Оно выделяется в виде тонких и мелких (< 0,1 мм) самородных образований в ассоциации с низкотемпературными сульфидными и селенидами. Температуры рудообразования не превышают 215 °С, что, вероятно, определяет невысокую пробность золота (640–840 ‰). Отмеченные особенности оруденения, а также наличие в этих рудах минералов Hg (киноварь, метациннабарит, Hg-сфалерит) и повышенных содержаний As, Sb и Tl – типовых элементов многих золото-ртутных месторождений – дают основание определить этот тип оруденения как эпitherмальное золото-ртутное.

На месторождении также широко развита кора выветривания, характеризующаяся проявлением гипергенных минералов меди – малахита, хризоколлы, азурита, халькозина, ковелина и высокопробного золота. Запасы золота Мурзинского месторождения на госбалансе: кат. C₁ + C₂ – 4496 кг, забалансовые – 533 кг, прогнозные ресурсы – 10 т.

На западном склоне г. Мурзинка в 300 м от вершины расположено рудопроявление Мурзинское 2, представленное кварцевыми жилами мощностью до 0,5 м, пересекающими скарны и эпидозиты. Жилы сложены серым кварцем с вкрапленностью сульфидов – пи-

рита, халькопирита, галенита и сфалерита. В жилах содержится: Au от следов до 232 г/т, Ag 4,3–39,2 г/т, Cu 1,8–2,8 %, Zn 0,07–0,42 %, Pb 0,01–0,06 %. Пробность золота варьирует в пределах 634–959 ‰. Прогнозные ресурсы Au кат. P₁ 15 т.

Севернее дер. Мурзинки находится рудопроявление Мурзинское 3, где скважиной на глубине 93,7–96,9 м вскрыты первичные сульфидные руды среди вторичных кварцитов и песчаников. Руды сложены пиритом с редкими включениями халькопирита, халькозина, галенита и сфалерита. Повышенные содержания золота установлены лишь в «железной шляпе», развитой по сульфидному оруденению. Она имеет площадь 0,1 км² и сложена гематитом, смитсонитом, ярозитом, купритом. Из нерудных присутствуют опал, халцедон, хлорит и серицит, эпидот, кальцит. Содержания Au составляют 1,6–10,5 г/т, Ag до 56 г/т, Pb 0,1–0,24 %, Zn 0,5–1,59 %.

Запасы и прогнозные ресурсы рудного золота по Мурзинскому рудному полю, по общей оценке ООО «Поиск», приведённой в работе [13], составляют: кат. C₁ + C₂ – 914 кг, кат. P₁ – 10 т, кат. P₂ – 26 т.

В пределах Мурзинского рудного узла вне контура одноимённого рудного поля установлены также небольшие золоторудные проявления и зоны минерализации, которые объединены в Чагырское рудное поле. Наибольший интерес среди них представляют Усть-Беловские, Суеткинские и Чагырские золото-серебряно-полиметаллические проявления.

Усть-Беловские проявления развиты в эндо- и экзоконтактных частях Усть-Беловского массива и приурочены к зонам дробления. Они имеют сложный минеральный состав, включая медно-молибденовую, висмут-золото-серебряную и медно-золото-серебряную минерализацию, развитую в кварцевых жилах, кварцево-жилных зонах. Содержания Au в них не превышает десятые доли г/т, Ag изменяются в широких пределах от 1 до 334,7 г/т.

Суеткинские проявления связаны с зонами березитизации в Суеткинском гранитном массиве усть-беловского комплекса. В центральных частях этих зон развиты рудные тела жильной и линзообразной формы мощно-



стью до 4 м, содержащие золото-серебряное оруденение, и сульфиды – лимонитизированный пирит, халькопирит, куприт, борнит (до 20 % объёма). Содержание золота в березитизированных гранитах и березитах составляет 0,01–2 г/т, в лимонит-кварцевых прожилковых зонах от десятых долей до 21,3 г/т, серебра от 1,8 до 63 г/т.

Чагырские золото-серебряно-полиметаллические проявления, известные с древних времён, расположены на востоке Краснощёковского района среди известняков и скарнированных пород в контактовых зонах дайкообразных тел риолитов. Среди них выделяют Старо-Чагырское серебряно-золоторудное месторождение и Новочагырское золото-серебряно-полиметаллическое рудопроявление. Первое расположено вблизи села Усть-Чагырка. В его строении выделяются терригенно-карбонатные отложения чагырской свиты (S_1cg), прорванные дайками и субвулканическими телами среднего и кислого составов. Золото-серебро-полиметаллическое оруденение локализуется в лежащем боку даек диорит-порфиров и образует трубообразные рудные тела. Главные минералы руд – галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, арсенопирит, их окисленные аналоги. Содержание полезных компонентов в рудах (%): Cu до 3,19, Pb до 3,87, Zn до 5,7, Ag до 245 г/т, Au до 3 г/т. Новочагырское золото-серебро-полиметаллическое рудопроявление расположено в 1,5 км к северо-востоку от с. Усть-Чагырка в левом борту р. Чарыш и представлено брекчированными и окварцованными известняками чагырской свиты на контакте с дайкой диорит-порфиров. Рудное тело трубообразной формы (10 × 8 м) прослежено до глубины 218 м. В рудах отмечены галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, блёклые руды, самородное серебро, лимонит, церуссит, малахит, азурит, пиролюзит, ковеллин. Опробование показало повышенное содержание в них Au (до 0,6 г/т), Ag (до 500 г/т), также установлены (%): Cu, Pb, Zn > 1; Sb – 1, As – 0,15, Bi – 0,005, Co – 0,01, Sn – 0,01, Mo – 0,002, W – 0,0005.

Бащелакский золоторудный узел расположен восточнее Мурзинского узла в северо-западных отрогах Бащелакского хребта (см.

рис. 1). На его территории площадью 278 км² выделяются четыре золоторудных поля: Центральное, Потайнухинское, Куртачихинское и Светлинское. Коренные проявления золота этих рудных полей пространственно связаны с гранитоидами усть-беловского комплекса позднего девона и представлены преимущественно золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой рудными формациями. Прогнозные ресурсы кат. P₂ по указанным рудным полям составляют: Au 87,6 т, Ag 31,6 т. В качестве примера кратко рассмотрим строение двух наиболее перспективных рудных полей – Потайнухинского и Куртачихинского.

Потайнухинское рудное поле включает ряд небольших рудопроявлений, связанных с зонами березитизации жильного типа, локализованных в роговообманково-биотитовых гранодиоритах Верхне-Бащелакского массива. Наиболее значимым здесь является *Потайнухинское рудопроявление*, представленное зоной березитизации мощностью до 4 м и протяжённостью около 30 м. В ней фиксируются прожилки кварца размером до 5–10 см и неравномерная вкрапленность пирита, арсенопирита и галенита. Содержание сульфидов изменяется от 1 до 10 %. Золото содержится в кварце и пирите в виде включений неправильной формы размером до 0,15 мм. Содержания Au по данным пробирного анализа достигают до 21,6 г/т, Ag до 37 г/т. Пробность золотин составляет 900–950 %.

Куртачихинское рудное поле контролируется Сарасино-Инской зоной разлома и связано с гранодиоритами и аплитовидными гранитами усть-беловского комплекса. Все проявления приурочены к зонам березитизации и реже к скарнам и ороговикованным породам на контакте магматических образований, представлены преимущественно кварцевыми жилами с вкрапленностью сульфидов. Мощность кварцевых жил варьирует от 10–20 см до 1–1,5 м. Количество сульфидов (пирит, сфалерит, галенит) до 10 %, среди них преобладает пирит. Содержание золота в жилах колеблется от 1 до 15 г/т, оно тяготеет к сульфидам свинца и цинка, реже встречается в кварце без сульфидов. Пробность высокая, 920–940 %.



К северо-востоку от Башчелакского рудного узла на территории Солонешенского района вблизи с. Топольного выделено Топольнинское золоторудное поле площадью 96 км² [20]. В его геологическом строении около 60 % занимают стратифицированные известково-сланцевые толщи раннего силура (S₁) и породы раннего девона камышенской свиты, а оставшиеся 40 % – магматические образования куюганского риолит-дацит-андезитового комплекса (D₂) и топольнинской габбро-гранодиорит-гранитной ассоциации (D₂) (рис. 6). Куюганский комплекс проявлен ограниченно и представлен дайками, реже штоками дацитов, плагиориолитов и плагиориодацитов. На долю топольнинской ассоциации приходится основной объём магматических образований. Она слагает два интрузивных массива: северный (Топольнинский), сложенный гранодиоритами, и южный (Караминский), центральная часть которого выполнена гранитами и гранит-порфирами, а краевая – гранодиоритами [14]. Внедрение массивов сопровождалось интенсивным развитием дайкового магматизма кислого-среднего состава, неравномерно развитого по площади рудного поля. С контактовыми зонами гранитоидов и вмещающих пород, представленных скарнами и скарнированными породами, связаны золоторудные проявления и перспективные участки Топольнинского рудного поля (см. рис. 6). Скарны залегают преимущественно в экзоконтакте интрузивных пород, образуя субогласные и согласные с контактами тела, и имеют слабую золотоносность, но при наложении на них более поздних золото-сульфидно-кварцевых минерализованных зон их золотоносность резко возрастает. Золото здесь отличается широким диапазоном пробности (774–945 ‰), в качестве примесей в нём установлены Вi, Те и Нg. В пределах Топольнинского рудного поля выявлена серия золоторудных проявлений, локализованных в таких контактовых зонах, наиболее значимыми из которых являются месторождения Лог-26 и Баяниха. Также здесь развиты рудопроявления Сухая Грива, Чёртова Грива, Чёртова Яма, Кемровское, Пропаций Лог [20] (см. рис. 6). В качестве примера рас-

смотрим геологическое строение наиболее важных золотых месторождений и рудопроявлений.

Месторождение Баяниха выявлено в области северо-западного контакта Топольнинского массива гранитоидов и приурочено к тектонической зоне субмеридионального простирания. В строении этой зоны отмечаются роговики, мраморы, тела скарнов и скарноидов, а также дайки диоритового состава мощностью 1–10 м. Повышенные содержания золота связаны с маломощными кварцевыми и пирит-кварцевыми прожилками, развитыми в породах разного состава (скарны, изменённые алевролиты, граниты, диоритовые порфириты). Основное рудное тело мощностью до 21 м прослежено более чем на 200 м и характеризуется содержанием золота от 1 до 8,7 г/т (среднее 3,7 г/т). Общие запасы и ресурсы месторождения по кат. С₂–Р₁ оцениваются в 4,2 т.

Месторождение Лог-26 расположено в юго-восточной части рудного поля, в области западного контакта Караминского гранодиоритового массива. Участок месторождения сложен терригенно-карбонатными породами полатинской свиты (S_{1pl}), прорванными дайками пёстрого состава. Основное оруденение приурочено к гранатовым и пироксен-гранатовым скарнам и скарнированным породам, образующим линзо- и пластообразные тела мощностью до 47 м и протяжённостью более 500 м на контакте терригенно-карбонатной толщи и гранитного массива. Повышенные содержания золота установлены также в дайках, в роговиках и известковистых алевролитах. Содержания золота по отдельным пробам варьируют от десятых долей до 40,2 г/т (среднее 4 г/т). Мощность рудных тел изменяется от 1 до 22 м в раздувах. Общие запасы и ресурсы месторождения по кат. С₂–Р₁ оцениваются в 7 т.

Более ограниченно золоторудная минерализация проявлена на выявленных рудопроявлениях. *Рудопроявление Сухая Грива* расположено в скарнах северного контакта Топольнинского гранитного массива и терригенно-карбонатных пород камышенской свиты. Золоторудная минерализация с содержаниями Au от десятых долей до 3,6 г/т локализо-

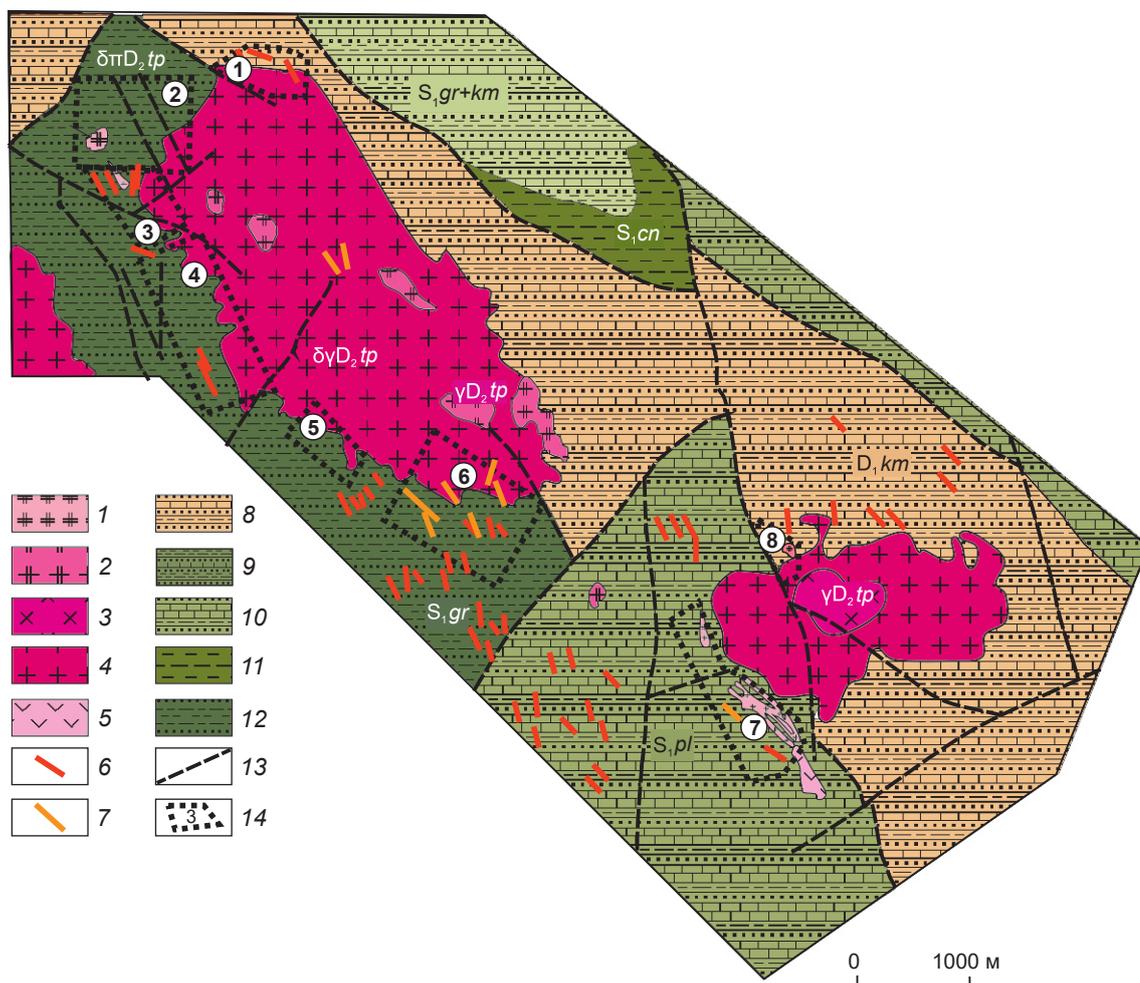


Рис. 6. Схема геологического строения Топольнинского рудного поля, по [20] с дополнениями автора:

1 – куйганский комплекс риолит-дацит-андезитовый ($\beta\pi D_2 kg$), штоки и дайки; топольнинская ассоциация габбро-гранодиорит-гранитная ($D_2 tp$): 2 – четвёртая фаза (лейкограниты $\iota\gamma D_2 tp$), 3 – третья фаза (граниты, гранит-порфиры $\gamma D_2 tp$), 4 – вторая фаза (гранодиориты, меланограниты $\gamma\delta D_2 tp$), 5 – первая фаза (диорит-порфиры, кварцевые диориты $\gamma\delta\pi D_2 tp$); дайки: 6 – ранних фаз, 7 – поздних; 8 – алевролиты, песчаники, известняки камышенской свиты ($D_1 km$), 9 – хлорит-сланцевые сланцы, известняки, алевролиты, полимиктовые песчаники чагырской и куймовской свит (S_{1gr+km}); 10 – алевролиты, песчаники, известняки палатинской свиты (S_{1pl}); 11 – глинистые сланцы, алевролиты чинетинской свиты (S_{1cn}); 12 – нерасчленённые алевролиты, полимиктовые песчаники и известняки громотухинской серии (S_{1gr}); 13 – разрывные нарушения; 14 – участки золоторудных проявлений: 1 – Сухая Грива, 2 – Кемровский, 3 – Баяниха, 4 – Пропаший Лог, 5 – Чёртова Грива, 6 – Чёртова Яма, 7 – Лог-26, 8 – Рыбный Лог

Fig. 6. Scheme of the geological structure of the Topolninsky ore field according to [20] with additions by the author:

1 – Kuyagan rhyolite-dacite-andesite complex ($\beta\pi D_2 kg$), stocks and dykes; Topolninsk gabbro-granodiorite-granite association ($D_2 tp$): 2 – fourth phase (leucogranites $\iota\gamma D_2 tp$), 3 – third phase (granites, granite porphyries $\gamma D_2 tp$), 4 – second phase (granodiorites, melanogranites $\gamma\delta D_2 tp$), 5 – the first phase (diorite-porphyry, quartz diorites $\gamma\delta\pi D_2 tp$); dikes: 6 – early phases, 7 – late; 8 – siltstones, sandstones and limestones of the Kamyshensk formation ($D_1 km$), 9 – chlorite-mica shales, limestones, siltstones and polymictic sandstones of the Chagyr and Kuimov formations (S_{1gr+km}); 10 – siltstones, sandstones and limestones of the Palatine formation (S_{1pl}); 11 – clay shales, siltstones of the Chinetsinsky formation (S_{1cn}); 12 – undifferentiated siltstones, polymictic sandstones, limestones of the Gromotukhinsky series (S_{1gr}); 13 – faults; 14 – areas of gold ore manifestations: 1 – Sukhoy Log, 2 – Kemrovsky, 3 – Bayanikha, 4 – Propaschiy Log, 5 – Chyortova Griva, 6 – Chyortova Yama, 7 – Log-26, 8 – Ribniy Log



вана непосредственно в гранатовых и пироксен-гранатовых скарнах, образующих линзовидные и пластообразные тела мощностью от 2 до 30 м. Прогнозные ресурсы этого проявления по кат. P_1 составляют 2,3 т. *Рудопоявление Чёртова Яма* приурочено к юго-западному контакту Топольнинского массива и по геологической обстановке локализации сходно с проявлением Сухая Грива. Повышенные содержания золота (от 0,36 до 5,12 г/т) выявлены в скарнах в непосредственной близости от массива. Рудопоявление Чёртова Грива локализовано в юго-восточной области контакта Топольнинского массива с карбонатными отложениями громотухинской серии. Повышенные содержания золота от 0,3 до 3–4 г/т установлены в скарнах из восточной части участка. *Рудопоявление Рыбный Лог* расположено на северо-западном контакте Караминского массива и карбонатно-терригенных отложений камышенской свиты. Рудная минерализация приурочена к гранатовым, пироксен-гранатовым скарнам и постскарновым метасоматитам. Опробование показало слабую золотоносность этих пород с содержаниями Au по отдельным пробам до 1–1,4 г/т.

Проведённые исследования на Топольнинском рудном поле показывают, что перспективными на выявление золоторудных объектов являются зоны контактов гранитоидных массивов и терригенно-карбонатных пород, где отмечается развитие скарнов и зон линейных разрывов. Наиболее продуктивны области с пространственным совмещением золото-скарновой и наложенной золото-сульфидно-кварцевой минерализации в зонах развития пропилитов, березитов и карбонат-серицит-кварцевых метасоматитов [19]. Из выявленных рудных объектов эти признаки присутствуют на месторождениях Лог-26, Баяниха и Сухая Грива с апробированными ресурсами золота кат. P_1 в 7; 4,2 и 2,3 т соответственно, которые можно отнести к наиболее перспективным золотопромышленным типам. Прогнозные ресурсы Топольнинского рудного поля в целом по кат. P_2 оценены автором по аналогии с Синюхинским, близким по геологическим характеристикам, и составляют 10 т золота.

На северо-востоке от Топольнинского рудного поля выделяется серия золотосодержащих ртутных проявлений, размещение которых контролирует Сарасинская зона разломов субмеридионального простирания (Сарасинская ртутная зона) (рис. 7). В рудах выявленных ртутных месторождений этой зоны (Сухонькое, Новое, Ночной лог) отмечается тонкое, пылевидное золото. Оно присутствует в аргиллизированных порфиритах и песчаниках, окварцованных известняках и интенсивно пиритизированных брекчиях и кварцитах (силицитах). Среди этих проявлений наибольший интерес представляет месторождение Сухонькое. Оно сложено доломитизированными кембрийскими известняками сарасинской свиты, которые частично перекрыты по надвигу карбонатно-терригенными отложениями барагашской свиты девона и прорваны редкими дайками микрогаббро и базальтов онгудайского комплекса девонского возраста. Вертикальный размах ртутного оруденения достигает 600 м. Для руд характерны вкрапленная, прожилковая и штокверковая текстуры. Ртутная минерализация развита в ассоциации с кальцитом, кварцем, самородным золотом, реальгаром и аурипигментом. Золотое оруденение относится к типу карлин с содержанием золота от 0,2 до 34,5 г/т. Такой же тип оруденения выявлен на рудопоявлениях Новое, Ночной лог. Пробность золота варьирует в пределах 720–1000 ‰.

Установленные небольшие проявления золото-ртутного оруденения в Сарасинской ртутной зоне, совместных шлиховых ореолов киновари и ртутистого золота в россыпях, а также геологические признаки – интенсивное развитие различных типов низкотемпературных гидротермально изменённых пород (аргиллизация, окварцевание), благоприятная геолого-структурная позиция (крупные надвиги), литологическая обстановка (известняки, серпентиниты) – свидетельствуют о перспективах выявления здесь промышленных объектов золото-карбонатного и золото-лиственитового типа золото-ртутной формации.

Геология и металлогения золота российской части Рудного Алтая. Российская территория Рудного Алтая является северо-западной частью Рудноалтайского металлогене-



нического пояса, протягивающегося на 500 км в юго-восточном направлении через республику Казахстан в Китай. Северо-западная (российская) часть включает более 20 золото-содержащих колчеданно-полиметаллических месторождений и большое количество рудопроявлений [8]. Она характеризуется складчато-блоковым строением, которое определяется развитием структур северо-западного простирания (Иртышская и Северо-Восточная зоны смятия) и серией субширотных разломов (рис. 8). Рудовмещающий разрез региона сложен вулканогенно-осадочными породами средне-верхнедевонского возраста. Терригенно-осадочные отложения преимущественно алевро-песчаного состава, а вулканогенные породы относятся к контрастной базальт-риолитовой формации известково-щелочной магматической серии, в составе которой кислые разновидности резко преобладают над основными в соотношении 9 : 1. Образование этой формации коррелирует с развитием герцинской островодужной системы в возрастном диапазоне от эмса до франа включительно. С проявлением вулканизма базальт-риолитовой формации тесно связано развитие колчеданно-полиметаллического оруденения этого региона, которое локализуется на разных стратиграфических уровнях девонских вулканогенно-осадочных отложений и образует три обособленных рудных района – Змеиногорский, Золотушинский и Рубцовский. Оруденение представлено двумя минеральными типами – колчеданно-полиметаллическим и барит-полиметаллическим, которые резко различаются по соотношению основных полезных компонентов и содержанию золота и серебра [7].

Месторождения колчеданно-полиметаллического типа имеют простой минеральный состав руд, представленный в основном пиритом, сфалеритом, галенитом и халькопиритом. К этому типу относятся все месторождения в Золотушинском (Золотушинское, Новозолотушинское, Юбилейное) и Рубцовском (Таловское, Степное, Рубцовское, Захаровское) районах и большинство месторождений Змеиногорского района – Корбалихинское, Лазурское, Семёновское, Среднее, Майское. Рудные

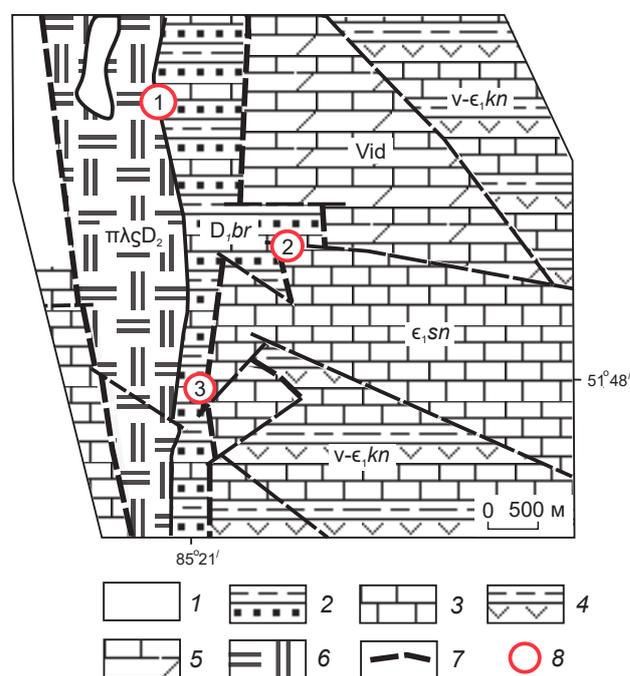
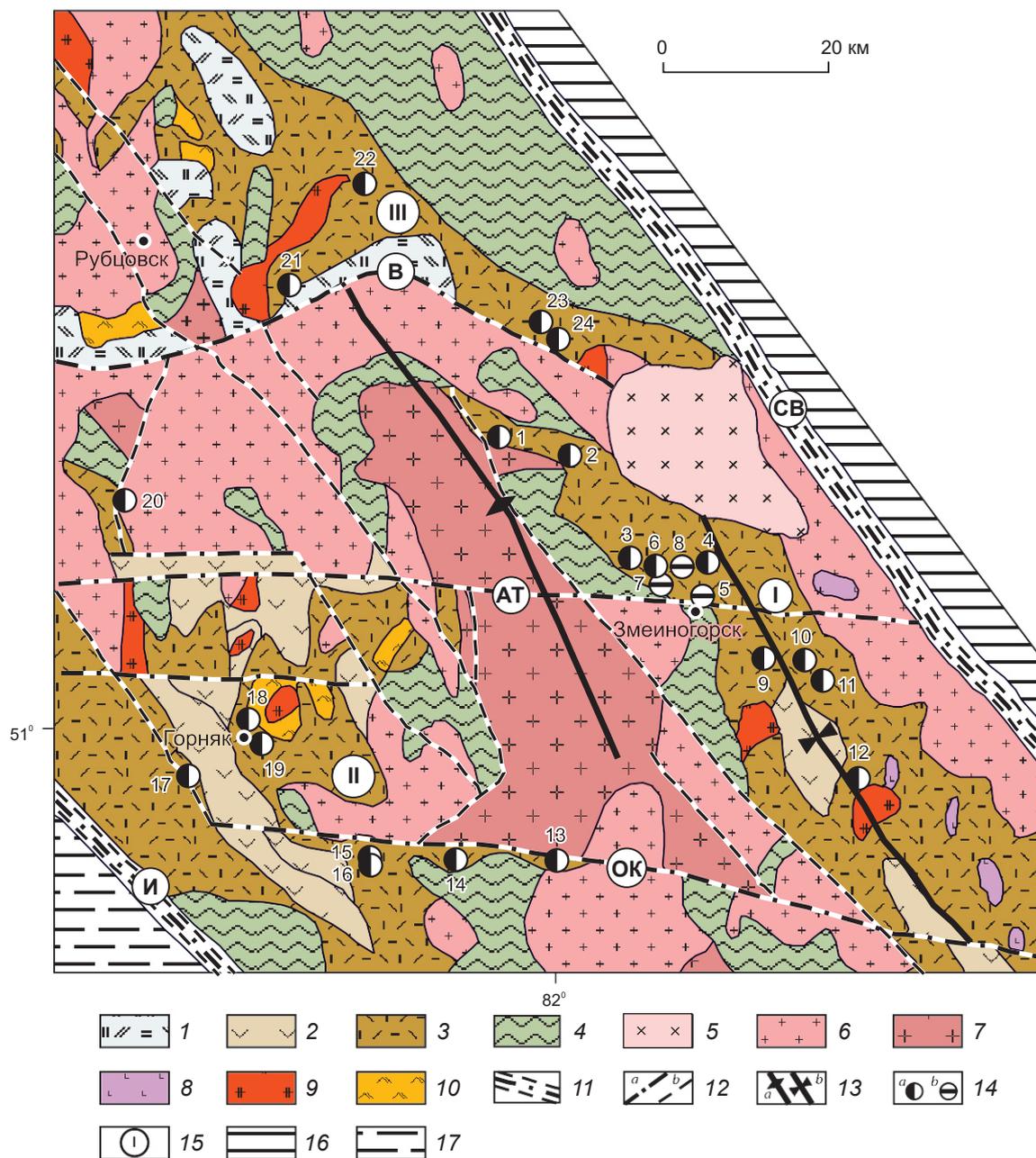


Рис. 7. Геологическое строение северной части Сарасинской ртутной зоны (фрагмент геологической карты масштаба 1 : 200 000):

1 – четвертичные отложения; 2 – пестроцветные песчаники, алевролиты и известняки барагашской свиты (D_1, br), мощность (M) > 1500 м; 3 – серые известняки с редкими прослоями алевролитов, песчаников, силицитов сарасинской свиты (ϵ, sn), M – 1080 м; 4 – тёмно-серые и серые известняки, доломиты с редкими прослоями алевролитов и горизонтами базальтов каячинской свиты ($V-\epsilon, kn$), M > 2000 м; 5 – известково-доломитовая толща позднерипейская (PR_3), M > 1250 м; 6 – дацит-риолитовый луратинский комплекс ($\pi\lambda\varsigma D_2$); 7 – тектонические нарушения; 8 – золото-ртутные проявления: 1 – Новое, 2 – Ночной лог, 3 – Сухонькое

Fig. 7. Geological structure of the northern part of the Sarasin mercury zone (fragment of a geological map at a scale of 1 : 200,000):

1 – Quaternary sediments; 2 – variegated sandstones, siltstones and limestones of the Baragash formation (D_1, br), thickness (M) > 1500 m; 3 – gray limestones with rare interlayers of siltstones, sandstones, silicites of the Sarasinskaya suite (ϵ, sn), M – 1080 m; 4 – dark gray and gray limestones, dolomites with rare siltstone interlayers and basalt horizons of the Kayachin suite ($V-\epsilon, kn$), M > 2000 m; 5 – Late Riphean calc-dolomite sequence (PR_3), M > 1250 m; 6 – dacite-rhyolite Lurata complex ($\pi\lambda\varsigma D_2$); 7 – tectonic disturbances; 8 – gold-mercury manifestations: 1 – Novoe, 2 – Nochnoy log, 3 – Sukhonkoe



залежи образуют различной конфигурации линзы, лентовидные, пластовые и редко штокерковые тела, иногда зонального строения со сменой снизу вверх колчеданных и медно-колчеданных руд колчеданно-полиметаллическими и полиметаллическими. Руды характеризуются ограниченным спектром сопутствующих элементов-примесей (Cd, Mn, As, Sb, Bi) и довольно низкими концентрациями благородных металлов. Средние содержания Au по ме-

сторождениям изменяются от 0,25 до 1,05 г/т, Ag от 12 до 147,8 г/т. Золото здесь как правило представлено одной генерацией, связанной с основной стадией формирования колчеданно-полиметаллических руд, и характеризуется повышенной пробностью (747,5–896,1 ‰) с небольшой примесью серебра (8,32–25,58 ‰).

Барит-полиметаллический минеральный тип развит лишь в Змеиногорском районе и представлен Зареченским, Змеиногорским, Ка-



Рис. 8. Схема геологического строения северо-западной части Рудного Алтая (составлена по материалам Рудно-Алтайской экспедиции):

1 – туфы и лавы кислого и среднего составов, туфопесчаники, песчаники, алевролиты, известковистые аргиллиты (C_1t-C_1n); 2 – туфы, лавы среднего и основного составов, туфогравелиты, туфопесчаники, песчаники и алевролиты (D_3fm); 3 – туфы и лавы кислого, реже основного составов, алевролиты, аргиллиты, песчаники и туфопесчаники ($D_1em_2-D_2gv$) (базальт-риолитовая контрастная формация); 4 – метаморфические сланцы и песчаники хлорит-кварцевого, эпидот-хлорит-кварцевого и слюдисто-кварцевого составов (PZ_1); 5 – порфировидные биотитовые и биотит-роговообманковые граниты калбинского комплекса (γP_2-T_1); 6 – гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры и порфиры (змеиногорский комплекс) (γPC_3-P_1); 7 – диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, плагиограниты ($\gamma \delta D_2$); 8 – габбродиабазы, диоритовые порфириты (δC_{2-3}); 9 – субвулканические образования кислого состава – риолиты, риолито-дациты ($\lambda \mu D_{2-3}$); 10 – субвулканические образования среднего и основного составов (андезитовые и диабазовые порфириты ($\mu \beta D_{2-3}$)); 11 – зоны смятия (И – Иртышская, СВ – Северо-Восточная); 12 – зоны разломов: *a* – поперечные трансформные (В – Варшавский, АТ – Алейско-Тигирекский, ОК – Орловско-Карагужихинский), *b* – продольные; 13 – оси региональных структур: *a* – Алейского антиклинория, *b* – Быструшинского синклинория; 14 – месторождения: *a* – колчеданно-полиметаллические: 1 – Тушканихинское, 2 – Майское, 3 – Стрижковское, 4 – Корбалихинское, 6 – Среднее, 9 – Комиссаровское, 10 – Лазурское, 11 – Масленское, 12 – Семёновское, 13 – Крючковское, 14 – Юбилейное, 15 – Западно-Сургутановское, 16 – Сургутановское, 17 – Орловское, 18 – Золотушинское, 19 – Новозолотушинское, 20 – Локтевское, 21 – Рубцовское, 22 – Захаровское, 23 – Таловское, 24 – Степное; *b* – барит-полиметаллические: 5 – Змеиногорское, 7 – Зареченское, 8 – Петровское; 15 – рудные районы: I – Змеиногорский, II – Золотушинский, III – Рубцовский; 16 – структуры Горного Алтая; 17 – структуры Калба-Нарымской зоны

Fig. 8. Scheme of the geological structure of the northwestern part of Rudny Altai (compiled based on materials from the Rudny Altai expedition):

1 – tuffs and lavas of acidic and intermediate compositions, tuffaceous sandstones, sandstones, siltstones, calcareous mudstones (C_1t-C_1n); 2 – tuffs, lavas of intermediate and basic compositions, tuffaceous gravelites, tuffaceous sandstones, sandstones and siltstones (D_3fm); 3 – tuffs and lavas of acidic, less often basic composition, siltstones, mudstones, sandstones and tuff sandstones ($D_1em_2-D_2gv$) (basalt-rhyolite contrast formation); 4 – metamorphic shales and sandstones of chlorite-quartz, epidote-chlorite-quartz and mica-quartz composition (PZ_1); 5 – porphyritic biotite and biotite-hornblende granites of the Kalba complex (γP_2-T_1); 6 – granite porphyry, granodiorite porphyry and porphyry (Zmeinogorsky complex) (γPC_3-P_1); 7 – diorites, quartz diorites, granodiorites, plagiogranites ($\gamma \delta D_2$); 8 – gabbrodiabase, diorite porphyrites (δC_{2-3}); 9 – subvolcanic formations of acidic composition – rhyolites, rhyolithodacites ($\lambda \mu D_{2-3}$); 10 – subvolcanic formations of intermediate and basic composition (andesitic and diabase porphyrites ($\mu \beta D_{2-3}$)); 11 – shear zones (И – Irtysh, СВ – North-Eastern); 12 – fault zones: *a* – transverse transform (В – Warsaw, АТ – Aleysko-Tigirek, ОК – Orlovsko-Karaguzhikha), *b* – longitudinal; 13 – axes of regional structures: *a* – Aleisky anticlinorium, *b* – Bystrushinsky synclinorium; 14 – deposits: *a* – pyrite-polymetallic (1 – Tushkanikhinskoye, 2 – Mayskoye, 3 – Strizhkovskoye, 4 – Korbaliikhinskoye, 6 – Sredneye, 9 – Komissarovskoye, 10 – Lazurskoye, 11 – Maslenskoye, 12 – Semyonovskoye, 13 – Kryuchkovskoye, 14 – Yubileinoe, 15 – Zapadno-Surgutanovskoye, 16 – Surgutanovskoye, 17 – Orlovskoye, 18 – Zolotushinskoye, 19 – Novozolotushinskoye, 20 – Loktevskoye, 21 – Rubtsovskoye, 22 – Zakharovskoye, 23 – Talovskoye, 24 – Stepnoye), *b* – barite-polymetallic (5 – Zmeinogorskoye, 7 – Zarechenskoye, 8 – Petrovskoye); 15 – ore districts: I – Zmeinogorsky, II – Zolotushinsky, III – Rubtsovsky; 16 – structures of Gorny Altai; 17 – structures of the Kalba-Narym zone

рамышевским месторождениями. Их отличительные особенности – относительно небольшие масштабы, высокое содержание в рудах барита, низкое – пирита. Руды этого типа характеризуются сложным минеральным составом (до 40 минералов) и повышенными концентрациями золота и серебра. Золото-серебряная минерализация этих месторождений локализуется в геологических контурах ба-

рит-полиметаллических рудных тел, а её промышленные содержания связаны с многостадийным формированием залежей. Здесь произошло совмещение относительно высокопробного золота (780 ‰) корневых зон оруденения, сформировавшегося при высоких температурах (250–350 °С), и низкопробного золота с высоким содержанием примеси Ag (до 72 %) и Hg (до 27 ‰), связанного с низкотемператур-



ной (150–250 °С) стадией формирования баритовых и барит-полиметаллических руд.

Заключение. По результатам исследования золотого оруденения на территории Российского Алтая (республика Алтай и Алтайский край) можно сделать выводы о перспективах возможного выявления новых промышленных запасов рудного золота. В республике Алтай это прежде всего резервы, связанные с недоисследованными глубокими горизонтами Синюхинского месторождения. Запасы золота здесь оцениваются по кат. С₂ в 19,6 т, кат. Р₁ 46 т, кат. Р₂ + Р₃ 50–70 т. Также увеличение запасов золота может быть связано с детальными поисками на территории Чойского рудного поля, Ишинской площади и Майско-Лебедской зоны. Наиболее перспективная по рудному золоту самая северная часть Горного Алтая, в первую очередь площадь Майского месторождения и северная часть Турочакского района. Это один из наиболее богатых в прошлом золоторудных узлов всей Западной Сибири.

В Алтайском крае благоприятный прогноз на благородные металлы в первую очередь представляют выделенные рудные узлы: Новофирсовский, Мурзинский и Бащелакский. Также некоторые перспективы показывают результаты изучения Топольнинского, Акимовского, Усть-Беловского и Чагырского рудных полей и Сарасинской золото-ртутной зоны, локализованных за пределами указанных узлов. Практически все проявления рудного золота сосредоточены в южной и восточной частях края. Важное практическое значение для региона могут иметь золото-сульфидно-скарновое, золотосульфидное, эпитемальное золото-серебряное, медно-золото-порфировое и золото-ртутное типы оруденения.

В Мурзинском рудном узле наряду с одним из месторождений выявлен ряд мелких проявлений. Они могут представлять опресделённые перспективы благодаря обнаруженному на Мурзинском месторождении более позднему телетермальному золото-ртутному оруденению, наложенному на скарны. Запасы и прогнозные ресурсы рудного золота Мурзинского рудного поля оценены, по данным ООО «Поиск», приведённым в работе [13]: кат. С₁ +

С₂ – 914 кг, кат. Р₁ – 10 т, кат. Р₂ – 26 т. По рудному узлу в целом ресурсы кат. Р₂ составляют 50 т.

В Новофирсовском рудном узле отмечается компактное распределение золоторудных проявлений в пределах двух выделенных рудных полей – Новофирсовского и Курьинского. Наибольший интерес представляют объекты с эпитемальным золото-серебряным оруденением в вулканогенных толщах девона, среди которых выделяются Новофирсовское месторождение и рудопроявление Курьинское. Запасы золота на Новофирсовском месторождении, посчитанные компанией ОАО «Бурят-золото», при среднем содержании 1,38 г/т и бортовом 0,4 г/т составили 5,2 т по кат. С₂. Дальнейшей оценки требуют перспективные золоторудные проявления г. Верблюжья, Игнашихинское, Вострухинская площадь и г. Толстуха.

На Топольнинском рудном поле перспективны на выявление промышленных объектов золота области контактов гранитоидных массивов и терригенно-карбонатных отложений, характеризующиеся развитием скарнов и линейных зон разрывов. Наиболее богатая золоторудная минерализация установлена в рудных телах с пространственным совмещением золото-скарновой и наложенной золото-сульфидно-кварцевой минерализации, связанной с зонами пропицитов и карбонат-серицит-кварцевых метасоматитов. К таким золоторудным объектам Топольнинского рудного поля относятся месторождения Лог-26, Баяниха и Сухая Грива, где апробированные ресурсы Au кат. Р₁ оценены в 7; 4,2 и 2,3 т соответственно. Прогнозные ресурсы всего рудного поля, по данным ЦНИГРИ, оценены по кат. Р₂ в 7 т золота.

В Сарасинской ртутной зоне выявлено тонкодисперсное золото-ртутное оруденение в рудах ртутных месторождений Сухонькое, Новое, Черемшанское, Левобережное, что вместе с геологическими признаками – наличием крупных надвигов, благоприятной литологической обстановкой (известняки, серпентиниты), а также развитием низкотемпературных гидротермально изменённых пород (аргиллизация, окварцевание) и находками ртутистого



золота в россыпях и шлиховых ореолах могут свидетельствовать о перспективах выявления здесь промышленных объектов золото-ртутного типа.

Запасы золота в российской части Рудного Алтая связаны в основном с колчеданно-полиметаллическим оруденением. По данным Государственного баланса запасов полезных ископаемых РФ (ФГБУ «Росгеолфонд»), на 1 января 2020 г. запасы золота оценены по

39 месторождениям (16 коренных и 23 россыпных). Балансовые запасы кат. А + В + С₁ составляют 38 489 кг золота, кат. С₂ – 8 628 кг, забалансовые – 19 577 кг [1]. На комплексные полиметаллические месторождения приходится 94,3 % запасов золота кат. А + В + С₁, а на собственно коренные золоторудные – менее 6 %. Запасы серебра в полиметаллических месторождениях составляют: кат. А + В + С₁ – 2580,6 т, кат. С₂ – 702,7 т; забалансовые – 847,5 т.

Список литературы

1. Алексеев Я. В., Корчагина Д. А. Состояние и перспективы развития МСБ благородных и цветных металлов Алтайского региона // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов : тезисы докладов X Международной научно-практической конференции (13–16 апреля 2021 г.). – М. : ЦНИГРИ, 2021. – С. 6–9.
2. Беневольский Б. И. Золото России: проблемы использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы. – М. : Геоинформмарк, 1995. – 88 с.
3. Берзин Н. А., Кунгурцев Л. В. Геодинамическая интерпретация геологических комплексов Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37, № 1. – С. 63–81.
4. Волков А. В. Золото Алтайского края // Золото и технологии. – 2011. – № 2. – С. 32–40.
5. Гаськов И. В. Особенности эндогенной металлогении Горного и Рудного Алтая (Россия) // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59, № 8. – С. 1254–1270.
6. Гаськов И. В., Борисенко А. С., Бабич В. В. Стадийность и длительность формирования золоторудной минерализации на медно-скарновых месторождениях (Алтае-Саянская складчатая область) // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51, № 10. – С. 1399–1412.
7. Гаськов И. В., Дистанов Э. Г., Ковалев К. Р., Акимцев В. А. Золото и серебро в полиметаллических месторождениях северо-западной части Рудного Алтая // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 6. – С. 900–916.
8. Гаськов И. В., Дистанов Э. Г., Миронова Н. Ю., Чекалин В. М. Колчеданно-полиметаллические месторождения верхнего девона северо-западной части Рудного Алтая. – Новосибирск : Наука, 1991. – 121 с.
9. Гусев А. И. Геохимические особенности золотого оруденения Мурзинского рудного поля Горного Алтая // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 9 (2). – С. 96–100.
10. Гусев А. И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2002. – 221 с.
11. Гусев А. И. Эталон габбро-гранитоидного комплекса (Горный Алтай). – Новосибирск : Гео, 2007. – 209 с.
12. Гусев А. И., Гусев Н. И. Геологическое строение Чойского рудного поля Горного Алтая // Руды и металлы. – 1998. – № 2. – С. 90–99.
13. Гусев А. И., Гусев Н. И. Магматизм и оруденение Чарышского района Алтайского края. – Бийск : АГГПУ им. В. М. Шукшина, 2018. – 260 с.
14. Гусев А. И., Гусев Н. И., Красова А. С., Табакаева Е. М. Золотогенерирующие гранитоиды Топольнинского ареала Горного Алтая: возраст, петрология и геохимия // Современные наукоёмкие технологии. – 2012. – № 1. – С. 8–12.
15. Гусев Н. И., Шокальский С. П., Гусев А. И. Возраст магматизма (U/PB, SHRIMP II), контролирующего эпitherмальное оруденение Новофирсовского золоторудного узла (Алтай) // Региональная геология и металлогения. – 2011. – № 45. – С. 98–105.
16. Двуреченская С. С., Соловьев С. Г., Кряжев С. Г., Уютов В. И., Брысин М. П., Лейбгам П. Н. Новые данные по минералогии и условиям формирования руд Синюхинского медно-золотого скарнового месторождения (Горный Алтай, Россия) //



Породо-, минерало- и рудообразование: достижения и перспективы исследований. Труды к 90-летию ИГЕМ РАН. – М., 2020. – С. 930.

17. Крук Н. Н. Эволюция континентальной коры и гранитоидный магматизм Горного Алтая : специальность 25.00.04 «Петрология, вулканология» : автореф. на соискание учён. степ. д-ра геол.-минерал. наук / Крук Николай Николаевич. – Новосибирск, 2015. – 38 с.
18. Кряжев С. Г., Брысин М. П., Соловьев С. Г. Рудопроявление Кульбич (Горный Алтай, Россия): новая потенциально крупная золото-медно-порфировая система Центральной Азии // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов : тезисы докладов X Международной научно-практической конференции (13–16 апреля 2021 г.). – М. : ЦНИГРИ, 2021. – С. 247–249.
19. Окулов А. В. Позиция, геологическое строение и минерало-геохимическая характеристика золоторудных объектов Топольнинского рудного поля (Алтайский край) : специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения» : дис. на соискание учён. степ. канд. геол.-минерал. наук / Окулов Алексей Вячеславович. – М. : ЦНИГРИ, 2017. – 187 с.
20. Окулов А. В., Рожченко В. А. Геологическое строение и позиция золоторудных проявлений То-

польнинского рудного поля, Алтайский край // Руды и металлы. – 2015. – № 4. – С. 13–25.

21. Тимкин В. И. Новые данные по геологическому строению Новофирсовского рудного узла (северо-западная часть Горного Алтая) // Природные ресурсы Горного Алтая. Горно-Алтайское региональное отделение Российского геологического общества. – 2015. – № 2. – С. 30–54.
22. Тимкин Т. В. Критерии локализации золотого оруденения в Майско-Лебедском рудном поле (Горная Шория) // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – № 1 (48). – С. 58–63.
23. Шокальский С. П., Бабин Г. А., Владимиров А. Г. [и др.]. Корреляция магматических и метаморфических комплексов западной части Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск : СО РАН, Гео, 2000, 187 с.
24. Jowitt S. M., Mudd G. M., Weng Z. Hidden mineral deposits in Cu-dominated porphyry-skarn systems: how resource reporting can occlude important mineralization types within mining camps // Economic Geology. – 2013. – V. 108. – P. 1185–1193.
25. Soloviev S. G., Kryazhev S. G., Dvurechenskaya S. S., Uyutov V. I. Geology, mineralization, fluid inclusion, and stable isotope characteristics of the Sinyukhinskoe Cu-Au skarn deposit, Russian Altai, SW Siberia // Ore Geology Reviews. – 2019. – № 112. – 103039 p.

References

1. Alekseev Ya. V., Korchagina D. A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya MSB blagorodnykh i tsvetnykh metallov Altaiskogo regiona [The state and prospects of development of SMEs of precious and non-ferrous metals of the Altai region], *Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza, poiskov, otsenki mestorozhdenii almazov, blagorodnykh i tsvetnykh metallov : tezisy dokladov X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (13–16 aprelya 2021)* [Scientific and methodological foundations of forecasting, prospecting, evaluation of deposits of diamonds, precious and non-ferrous metals : abstracts of the X International Scientific and Practical Conference (April 13–16, 2021)], Moscow, TsNIGRI Publ., 2021, pp. 6–9.
2. Benevol'skii B. I. Zoloto Rossii: problemy ispol'zovaniya i vosproizvodstva mineral'no-syr'evoi bazy [Gold of Russia: problems of use and reproduction of the mineral resource base], Moscow, Geoinformmark Publ., 1995, 88 p.
3. Berzin H. A., Kungurtsev L. V. Geodinamicheskaya interpretatsiya geologicheskikh kompleksov Altae-Sayanskoi oblasti [Geodynamic interpretation of geological complexes of the Altai-Sayan region], *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*, 1996, V. 37, No 1, pp. 63–81. (In Russ.).
4. Volkov A. V. Zoloto Altaiskogo kraja [Gold of the Altai Territory], *Zoloto i tekhnologii [Gold and technologies]*, 2011, No 2, pp. 32–40. (In Russ.).
5. Gas'kov I. V. Osobennosti endogennoi metallogenii Gornogo i Rudnogo Altaya (Rossiya) [Features of magmatism-related metallogeny of Gorny Altai and Rudny Altai (Russia)], *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*, 2018, V. 59, No 8, pp. 1254–1270. (In Russ.).



6. Gas'kov I. V., Borisenko A. S., Babich V. V. Stadiinost' i dlitel'nost' formirovaniya zolotorudnoi mineralizatsiii na medno-skarnovykh mestorozhdeniyakh (Altae-Sayanskaya skladchataya oblast') [The stages and duration of formation of gold mineralization at copper-skarn deposits (Altai-Sayan folded area)], *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*, 2010, V. 51, No 10, pp. 1399–1412. (In Russ.).
7. Gas'kov I. V., Distanov E. G., Kovalev K. R., Akimtsev V. A. Zoloto i srebro v polimetallicheskih mestorozhdeniyakh severo-zapadnoi chasti Rudnogo Altaya [Gold and silver in polymetallic deposits of the north-western part of the Ore Altai], *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*, 2001, V. 42, No 6, pp. 900–916. (In Russ.).
8. Gas'kov I. V., Distanov E. G., Mironova N. Yu., Cherkalin V. M. Kolchedanno-polimetallicheskie mestorozhdeniya verkhnego devona severo-zapadnoi chasti Rudnogo Altaya [Pyrite-polymetallic deposits of the Upper Devonian of the northwestern part of the Ore Altai], Novosibirsk, Nauka Publ., 1991, 121 p.
9. Gusev A. I. Geokhimicheskie osobennosti zolotogo orudneniya Murzinskogo rudnogo polya Gornogo Altaya [Geochemical peculiarities of gold ore mineralization of Murzinskoe ore field of Mountain Altai], *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Geological and mineralogical sciences]*, 2014, No 9 (2), pp. 96–100. (In Russ.).
10. Gusev A. I. Metallogeniya zolota Gornogo Altaya i yuzhnoi chasti Gornoi Shorii [Metallogeny of gold in the Altai Mountains and the southern part of the Mountain Shoria], Tomsk, Tomskiy politekhnicheskii universitet Publ., 2002, 221 p.
11. Gusev A. I. Etalon gabbro-granitoidnogo kompleksa (Gornyi Altai) [The standard of the gabbro-granitoid complex (Gorny Altai)], Novosibirsk, Geo Publ., 2007, 209 p.
12. Gusev A. I., Gusev N. I. Geologicheskoe stroenie Choiskogo rudnogo polya Gornogo Altaya [Geological structure of the Choiskoye ore field, Gorny Altai], *Rudy i metally [Ores and Metals]*, 1998, No 2, pp. 90–99. (In Russ.).
13. Gusev A. I., Gusev N. I. Magmatizm i orudnenie Charyshskogo raiona Altaiskogo kraya [Magmatism and mineralization of the Charyshsky district of the Altai Territory], Biisk, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy Publ., 2018, 260 p.
14. Gusev A. I., Gusev N. I., Krasova A. S., Tabakayeva E. M. Zolotogeneriruyushchie granitoidy Topol'ninskogo areala Gornogo Altaya: vozrast, petrologiya i geokhimiya [Gold-generating granitoids of the Topolninskiy range of the Altai Mountains: age, petrology and geochemistry], *Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern high-tech technologies]*, 2012, No 1, pp. 8–12. (In Russ.).
15. Gusev N. I., Shokal'skii S. P., Gusev A. I. Vozrast magmatizma (U/PB, SHRIMP II), kontroliruyushchego epitermal'noe orudnenie Novofirsovskogo zolotorudnogo uzla (Altai) [Age of magmatism (U/PB, SHRIMP II) controlling epithermal mineralization of the Novofirsovsky gold ore node (Altai)], *Regional'naya geologiya i metallogeniya [Regional Geology and Metallogeny]*, 2011, No 45, pp. 98–105. (In Russ.).
16. Dvurechenskaya S. S., Solov'ev S. G., Kryazhev S. G., Uyutov V. I., Brysin M. P., Leibgam P. N. Novye dannye po mineralogii i usloviyam formirovaniya rud Sinyukhinskogo medno-zolotogo skarnovogo mestorozhdeniya (Gornyi Altai, Rossiya) [New data on mineralogy and conditions of ore formation of the Sinyukhinsky copper-gold skarn deposit (Gorny Altai, Russia)], *Porodo-, mineralo- i rudoobrazovanie: dostizheniya i perspektivy issledovaniya. Trudy k 90-letiyu IGEM RAN [Rock, mineral and ore formation: achievements and prospects of research. Proceedings for the 90th anniversary of IGEM RAS]*, Moscow, 2020, p. 930.
17. Kruk N. N. Evolyutsiya kontinental'noi kory i granitoidnyi magmatizm Gornogo Altaya [Evolution of the continental crust and granitoid magmatism of the Altai Mountains], Extended abstract of Doctor's thesis, Novosibirsk, 2015, 38 p.
18. Kryazhev S. G., Brysin M. P., Solov'ev S. G. Rudoproyavlenie Kul'bich (Gornyi Altai, Rossiya): novaya potentsial'no krupnaya zoloto-medno-porfirovaya sistema Tsentral'noi Azii [Kulbich deposit (Gorny Altai, Russia): a new potentially large gold-copper-porphyry system of Central Asia], *Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza, poiskov, otsenki mestorozhdenii almazov, blagorodnykh i tsvetnykh metallov: tezisy dokladov X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (13–16 aprelya 2021) [Scientific and methodological foundations of forecasting, prospecting, evaluation of deposits of diamonds, precious and non-ferrous metals: abstracts of the X International Scientific and Practical Conference (April 13–16, 2021)]*, Moscow, TsNIGRI Publ., 2021, pp. 247–249.
19. Okulov A. V. Pozitsiya, geologicheskoe stroenie i mineralogo-geokhimicheskaya kharakteristika zoloto-



- rudnykh ob"ektov Topol'ninskogo rudnogo polya (Altaiskii krai) [Geological structure and position of gold ore manifestations of the Topolninsky ore field, Altai Krai], Moscow, TsNIGRI Publ., 2017, 187 p.
20. Okulov A. V., Rozhchenko V. A. Geologicheskoe stroenie i pozitsiya zolotorudnykh proyavlenii Topol'ninskogo rudnogo polya, Altaiskii Krai [Geology and position of gold occurrences in Topolninsky ore field, Altai], *Rudy i metally* [Ores and Metals], 2015, No 4, pp. 13–25. (In Russ.).
 21. Timkin V. I. Novye dannye po geologicheskomu stroeniyu Novofirsovskogo rudnogo uzla (severo-zapadnaya chast' Gornogo Altaya) [New data on the geological structure of the Novofirsovsky ore node (north-western part of the Altai Mountains)], *Prirodnye resursy Gornogo Altaya. Gorno-Altayskoe regional'noe otdelenie Rossiiskogo geologicheskogo obshchestva* [Natural Resources of the Altai Mountains. Gorno-Altai Regional Branch of the Russian Geological Society], 2015, No 2, pp. 30–54. (In Russ.).
 22. Timkin T. V. Kriterii lokalizatsii zolotogo orudneniya v Maisko-Lebedskom rudnom pole (Gornaya Shoriya) [Localization criteria of gold mineralization in Maisk-Lebedsky ore field (Mountain Shoria)], *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceeding of Irkutsk State Technical University], 2011, No 1 (48), pp. 58–63. (In Russ.).
 23. Shokal'skii S. P., Babin G. A., Vladimirov A. G. [et al.]. Korrelyatsiya magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov zapadnoi chasti Altae-Sayanskoi skladchatoi oblasti [Correlation of magmatic and metamorphic complexes of the western part of the Altai-Sayan folded region], Novosibirsk, SB of RAS, Geo Publ., 2000, 187 p.
 24. Jowitt S. M., Mudd G. M., Weng Z. Hidden mineral deposits in Cu-dominated porphyry-skarn systems: how resource reporting can occlude important mineralization types within mining camps, *Economic Geology*, 2013, V. 108, pp. 1185–1193.
 25. Soloviev S. G., Kryazhev S. G., Dvurechenskaya S. S., Uyutov V. I. Geology, mineralization, fluid inclusion, and stable isotope characteristics of the Sinyukhinskoe Cu-Au skarn deposit, Russian Altai, SW Siberia, *Ore Geology Reviews*, 2019, V. 112, 103039 p.

Гаськов Иван Васильевич (gaskov@igm.nsc.ru)

доктор геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник

Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН,
Новосибирск, Россия