

В результате сопоставления можно сделать предположение о сходном процессе рудообразования на месторождениях благодаря влиянию одного палеозойского геодинамического события [Чернышев и др., 2009], что привело к формированию как разномасштабных самостоятельных месторождений золота, так и началу образования крупной золотоносной провинции.

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ МК-4852.2016.5.

Литература

Буряк В. А., Хмелевская Н. М. Сухой Лог – одно из крупнейших золоторудных месторождений мира (генезис, закономерности размещения оруденения, критерии прогнозирования). Владивосток: Дальнаука, 1997. 156 с.

Дистлер В. В., Митрофанов Г. Л., Немеров В. К. и др. Формы нахождения металлов платиновой группы и их генезис в золоторудном месторождении Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38. № 6. С. 467–484.

Золоторудное месторождение Чертово Корято. Отчет ЗАО «Тонода» о поисково-разведочных работах за 1996–2007 г.г. с подсчетом запасов по состоянию на 01.09.2007. Бодайбо, 2007ф.

Кучеренко И. В. Концепция мезотермального рудообразования в золоторудных районах складчатых сооружений Южной Сибири // Известия Томского политехнического университета. 2001. Т. 304. № 1. С. 182–197.

Немеров В. К. Геохимическая специализация позднекембрийских черных сланцев Байкало-Патомского нагорья // Дис. на соиск. уч. степ. канд. геол.-мин. наук. Иркутск, 1989. 144 с.

Чернышев И. В., Чугаев А. В., Сафонов Ю. Г., Сароян М. Р., Юдовская М. А., Еремина А. В. Изотопный состав свинца по данным высокоточного MC-ICP-MS-метода и источники вещества крупномасштабного благороднометалльного месторождения Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51. № 6. С. 550–559.

Condie K. C. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales // Chemical Geology. 1993. Vol. 104. P. 1–37.

Large R. R., Maslennikov V. V., Robert F., Danyushevsky L., Chang Z. Multi-stage sedimentary and metamorphic origin of pyrite and gold in the giant Sukhoi Log deposit, Lena Goldfield, Russia // Economic Geology. 2007. Vol. 10. № 2. P. 1233–1267.

Petrov L. L., Kornakov Yu. N., Korotaeva I. I. et al. Multi-element reference samples of black shale // Geostandards and Geoanalytical Research. 2004. Vol. 28. № 1. P. 89–102.

Yudovskaya M. A., Distler V. V., Prokofiev V. Yu., Akinfiyev N. N. Gold mineralisation and orogenic metamorphism in the Lena province of Siberia as assessed from Chertovo Koryto and Sukhoi Log deposits // Geoscience Frontiers. 2015. doi:10.1016/j.gsf.2015.07.010.

Р. Х. Мансуров

*Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ), г. Москва
rinman81@bk.ru*

Рудопроявление Южное (Енисейский край): новый тип золотоносных минерализованных зон

Рудопроявление Южное выявлено в 2015 г. в ходе поисковых работ по госконтракту с Федеральным агентством по недропользованию Роснедра, направленных на выявление большеобъемного золотого оруденения в углеродисто-карбонатно-терри-

генных комплексах Енисейской золоторудной провинции. Исследования осуществлялись в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади, расположенной в центральной части Енисейского кряжа (рис.). Территория Енисейского кряжа характеризуется сложным горно-таежным ландшафтом, при котором традиционные поисковые методы зачастую оказываются недостаточно эффективными. Поисковые работы затруднены значительной закрытостью склонов и водоразделов и наличием многолетнемерзлых моховых и гумусово-торфяных слоев большой мощности. В таких условиях применяется методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах, успешно апробированная на золоторудных объектах Верхне-Хатыннах-Олботского и Лебединского рудных узлов, Бодайбинского рудного района и других территорий [Иванов, 2014а]. Методика включает в себя как традиционные, так и нестандартные приемы. В ее основе лежит комплексирование известных методов изучения делювиально-элювиальных отложений для поисков месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых (золота, касситерита, вольфрамит, танталониобатов и др.). Методика объединяет оконтуривание делювиальных свалов рудных тел, проходку закопшек, минералогический и минералогический, литохимический анализы [Иванов, 2014б].

Поисковые работы осуществлялись в несколько этапов [Мансуров, 2015]. На первом этапе площадь работ (около 300 км²) изучена серией опорных геолого-геофизических профилей для выявления рудоконтролирующих зон складчато-разрывных деформаций. Исследования включали комплекс геологических (маршруты), геохимических (литогеохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) – средняя глубина опробования 0.3 м, интервал 50 м) и геофизических (электро-, грави-, магниторазведка) методов поисков. На этом же этапе осуществлялись геохимические поиски по потокам рассеяния (ПР) масштаба 1 : 50 000 и геолого-поисковые маршруты масштаба 1 : 25 000. В результате выявлена рудоконтролирующая зона складчато-разрывных деформаций.

На втором этапе проведены геохимические поиски по ВОР, пройдены линии закопшек глубиной 0.3–0.8 м и геолого-поисковые маршруты масштаба 1 : 10 000. Геохимические поиски по ВОР велись по сети 200 × 20 м с опробованием из закопшек глубиной 0.3 м. Проходка линий закопшек глубиной 0.8 м осуществлялась по нижним бортам склонов с интервалом 20–40 м между закопшками. В закопшках проводилось шлиховое и литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений. Геолого-поисковые маршруты осуществлялись для изучения гидротермально-метасоматических процессов, выяснения природы потенциально рудоконтролирующих и рудофокусирующих элементов космодешифрирования, выявления и прослеживания минерализованных зон. Элювиально-делювиальные отложения перекрыты почвенно-растительным слоем, редко отмечаются малосмещенные делювиальные крупнощебнисто-глыбовые развалы измененных пород. В связи с этим доступ к информативному слою делювия возможен лишь с помощью проходки закопшек глубиной до 0.6 м. Поиски второго этапа выявили ряд потенциально золотоносных минерализованных зон в пределах рудоконтролирующей зоны складчато-разрывных деформаций.

На третьем этапе поисков осуществлялась проходка линий шурфов до коренных пород (интервал 10–20 м между шурфами) и бульдозерных расчисток глубиной 1 м для локализации золотоносных минерализованных зон. В шурфах производилось литогеохимическое по ВОР и шлиховое опробование нижнего продуктивного слоя делювия и бороздовое опробование коренных пород в шурфах. В результате выделены

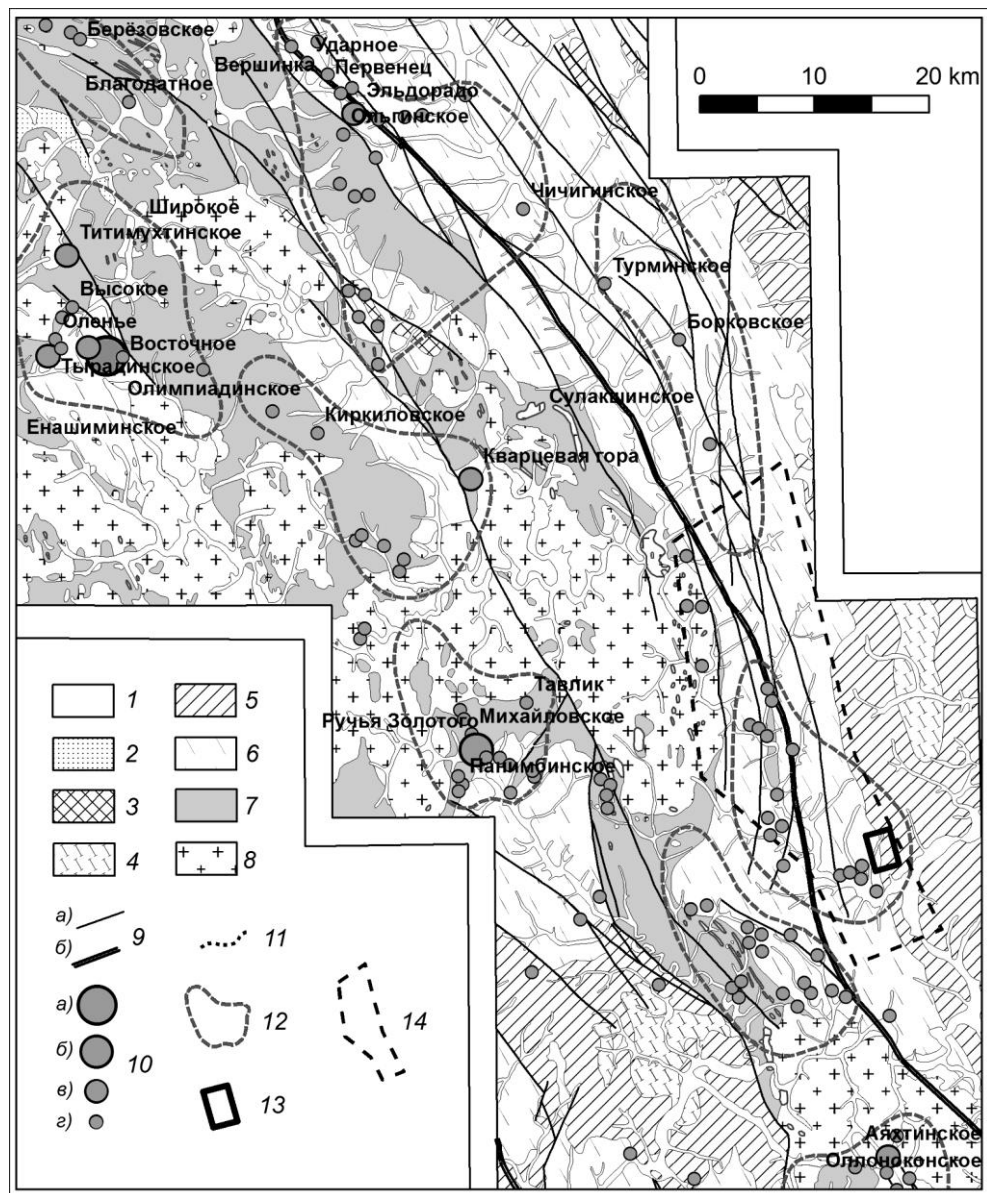


Рис. Схематизированная карта золотоносности центральной части Енисейской золоторудной провинции (с использованием данных ОАО «Красноярскгеолъсемка»).

1–7 – стратифицированные образования: 1 – четвертичные отложения; 2 – карбонатно-терригенный известковисто-доломито-алевритопесчаный пестроцветный комплекс (немчанская (Vnm), подъемская (Vpd), суворовская (Vsv), мошакловская (Vms), чистяковская (Vcv), аleshинская (Val) свиты); 3 – карбонатно-терригенный известковисто-песчано-алевритосланцевый комплекс (чивидинская (R₃cv), карьерная (R₃kgr), лопатинская (R₃lp) свиты); 4 – флишеидный карбонатно-терригенный углеродсодержащий известковисто-песчано-сланцевый комплекс (сухохребтинская (R₃sh), горевская (R₃grv), морянихинская (R₃mr), дашкинская

(R₃ds), нижнеангарская (R₃na), мокринская (R₃mk), рыбинская (R₃rb), бореминая (R₃br), удоронская (R₃ud) свиты); 5 – углеродсодержащий карбонатно-терригенный доломито-известковисто-филлито-песчано-сланцевый комплекс (шунтарская (R₃sn), потоскуйская (R₃pt), аладьинская (R₂al), карточки (R₂kr) свиты); 6 – углеродсодержащий вулканогенно-карбонатно-терригенный туфогенно-известковисто-филлито-песчано-сланцевый комплекс (удерейская (R₂ud), горбиллокская (R₂gr), кординская (R₂kd) свиты); 7 – карбонатно-терригенный кристаллосланцевый комплекс (пенченгинская свита (PR₂pn)); 8 – интрузивные образования: плагиогранодиоритовый комплекс (татарско-аяхтинский гранодиорит-плагиогранитовый (R₃ta), тейский гнейсогранитовый (R₂te)); 9 – разрывные нарушения: а) долгоживущие зоны разломов, б) оперяющие разрывы; 10 – месторождения и проявления коренного золота: а) весьма крупные, б) крупные, в) средние, г) проявления; 11 – промышленные линейные россыпи золота (разведываемые, разрабатываемые, отработанные); 12 – контуры золоторудно-россыпных узлов; 13 – контур Средне-Ишимбинской перспективной площади; 14 – контур поискового участка Южный.

участки для вскрыши бульдозерными расчистками – зоны с содержаниями золота от 0.1 г/т в первичных и вторичных ореолах рассеяния.

Четвертый этап поисков – комплекс горно-буровых работ. Наиболее минерализованные участки – потенциально рудные зоны были вскрыты траншеями до коренных пород, а затем «подсечены» серией буровых скважин. По результатам лабораторно-аналитических работ выявлены эпицентры повышенных содержаний – некондиционные рудные зоны с содержаниями золота более 0.3 г/т.

Таким образом, методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах позволила с использованием малого объема горных выработок выявить золотоносную минерализованную зону и некондиционные рудные зоны в ее пределах. Новыми и наиболее эффективными направлениями методики являются 1) применение комплекса геологических, геофизических и геохимических исследований по опорным профилям, позволяющего уже на ранней стадии изучения определить наиболее перспективные зоны складчато-разрывных деформаций и участки в пределах исследуемых площадей; и 2) литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, которое дает возможность максимально точно локализовать золотоносные минерализованные зоны, непосредственно определить участки для последующих горно-буровых работ и, соответственно, минимизировать затраты на проведение геологоразведочных работ.

По результатам поисков на Южном рудопроявлении выявлено два типа минерализованных зон: золото-кварц-сульфидный и золото-малосульфидно-кварцевый. Наиболее распространенные минерализованные зоны первого типа представляют собой окварцованные, серицитизированные и карбонатизированные породы с кварцевыми жилами и прожилками (от 3 до 20 жил и прожилков на 1 пог. м), разнонаправленными, взаимопересекающимися с вкрапленной сульфидной (пирит) минерализацией до 7 об. % в околожильном пространстве. Вмещающие породы – отложения нижней пачки свит аладьинской и карточки объединенных среднего рифея, представленных известняками, известковисто-глинистыми сланцами в приконтактовой части с терригенной толщей погорюйской свиты. Золото-кварц-сульфидные зоны характеризуются сложным штокверкоподобным строением, значительной мощностью (до 280 м) и протяженностью (прослежены до 1000 м). Для зон этого типа характерны следующие поисковые признаки: 1) широкие (до 400 м) аномалии золота в ВОР с содержаниями более 0.03 г/т; 2) аномалии золота с неравномерным содержа-

нием золота от 0.1 до 4.0 г/т (мощностью от 100 м и более); 3) протяженные (более 400 м) шлиховые ореолы золота с содержанием 8–10 знаков металла на шлиховую пробу (до 51 знака на пробу); 4) в геофизических полях минерализованные зоны отвечают участкам пониженных аномалий урана, тория и калия в аэрогаммаспектрометрии.

Минерализованные зоны золото-малосульфидно-кварцевого типа локализованы в терригенных отложениях погорюйской свиты среднего рифея и приурочены к горизонтам кварцитовидных песчаников с прослоями кварцитов. Зоны представляют собой интенсивно окварцованные, карбонатизированные (анкерит, сидерит) породы с обильной кварцевой разноориентированной жильно-прожилковой минерализацией (до 20–25 жил и прожилков на 1 пог. м) и слабой сульфидизацией (1–2 об. % пирита). Морфологически минерализованные зоны этого типа представлены линейными маломощными (не более первых десятков метров) протяженными (более 1 км) продольными относительно складчатости зонами. Содержания золота в этих зонах в первичных ореолах и ВОР, как правило, не превышают 0.1 г/т, и они не имеют геолого-промышленной значимости.

Среди зон золото-кварц-сульфидного типа наиболее мощной является Центральная. Ее мощность составляет 280 м, протяженность более 800 м. Некондиционные рудные зоны, выявленные в пределах Центральной зоны, достигают мощности 23 м. Зоны имеют субсогласную слоистости ориентировку. Визуально они не имеют четких границ и выделяются по данным опробования; всего установлено четыре зоны. Для них характерно увеличение концентрации кварцевых прожилков (до 15–20 и более прожилков на 1 пог. м), как правило, секущих маломощных (до 1–2 мм). Околожильное пространство насыщено (на расстоянии до 5–7 см от прожилков) тонкой (менее 1 мм) вкрапленностью пирита (до 10–12 об. %) кубического, кубоктаэдрического и пентагондодекаэдрического габитуса. Такие участки отвечают эпицентрам содержаний золота в первичных ореолах и ВОР от 0.3 г/т.

Таким образом, в результате выполненного комплекса поисковых работ установлена серия золотоносных минерализованных зон с некондиционными рудными зонами в их пределах. Следует отметить, что на Енисейском крыже подавляющее большинство золоторудных объектов локализовано в туфогенно-карбонатно-терригенных флишоидных черносланцевых углеродсодержащих комплексах на нижне-среднерифейском стратиграфическом уровне трех свит: удерейской, горбилковской и кординской, а также в пенченгинской свите нижнего протерозоя – Олимпиадинское, Эльдорадо, Советское, Благодатное, Аяхтинское, Васильевское и ряд других [Сердюк и др., 2010]. В то же время, Южное рудопроявление локализовано в вышележащих терригенно-карбонатных комплексах свит карточки и аладынской среднего рифея.

Литература

Иванов А. И. Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014а. 215 с.

Иванов А. И. Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах // Руды и металлы. 2014б. № 1. С. 36–42.

Мансуров Р. Х. Применение экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в горно-таежных ландшафтах на примере поисковых работ на большеобъемное золотое оруденение в пределах Средне-Ишимбинской площади // Руды и металлы. 2015. № 4. С. 39–50.

Сердюк С. С., Коморовский Ю. Е., Зверев А. И., Оябрь В. К., Власов В. С., Бабушкин В. Е., Кириленко В. А., Землянский С. А. Модели месторождений золота Енисейской Сибири. Красноярск, 2010. 584 с.

В. В. Мурзин¹, Д. А. Варламов², Г. А. Пальянова^{3,4}, Т. В. Журавкова^{3,4}

¹ – *Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург*

murzin@igg.uran.ru

² – *Институт экспериментальной минералогии РАН, г. Черноголовка*

³ – *Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск*

⁴ – *Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск*

Золотоносные родингиты в Агардагском массиве гипербазитов (Южная Тува)

Родингиты – широко распространенные метасоматические породы в массивах гипербазитов, однако те из них, которые несут золотую минерализацию, чрезвычайно редки. Небольшие проявления родингитов и месторождения золота в них известны в России (Южный Урал, Саяны, Корякское нагорье) и Канаде (Британская Колумбия) [Мурзин и др., 2006]. Объектом данного исследования явилось проявление медистого и серебристого золота в родингитах Агардагского массива офиолитовых гипербазитов, открытое в 1984 г. В. И. Кудрявцевым и К. С. Кужугетом [Кудрявцев, Кудрявцева, 2003]. Специфическая черта исследованных родингитов – проявление в них регрессивной щелочной ветви родингитизации, а также приконтактной амфиболизации (нефритизации) вмещающих серпентинитов. Цель исследования – выявить минералогические особенности родингитов, физико-химические условия отложения в них золота и источник родингитизирующего флюида. Образцы для исследований и фондовые материалы представлены одним из первооткрывателей проявления – В. И. Кудрявцевым (ТувИКОПР СО РАН, г. Кызыл), а также В. В. Зайковым (ИМин УрО РАН, г. Миасс).

Агардагский массив входит в состав Южно-Тувинского офиолитового пояса, разделяющего области докембрийской складчатости нагорья Сангилен и салаирских структур Центральной Тувы. Он вытянут в СВ направлении на 17.5 км и представляет собой сложно построенное линзовидное тело, круто падающее на северо-запад. Массив прорывает нижнекембрийские вулканогенно-осадочные породы и, в свою очередь, прорывается мелкими дайко- и линзообразными телами габбро, габбро-диабазов, диабазовых порфиритов, а также небольшими интрузиями плагиогранитов и гранодиоритов (D₁₋₂). В ультраосновных породах выявлено большое количество проявлений хромитов, с которыми связывается платинометальное оруденение (рис.). Первичные породы массива, преимущественно дуниты и гарцбургиты, превращены в антигоритовые и, в меньшей степени, лизардитовые и хризотилитовые серпентиниты. В эндоконтактных частях массива, а также внутри него в тектонических зонах широко развиты тела лиственитов, сложенных брейнеритом, тальком, кварцем и фукситом. Ранее установлены три генетические группы родингитов: апогабброидные, апопироксенитовые и апогипербазитовые [Ойдуп, Кужугет, 1989]. Родингиты, сложенные клиноцоизитом, эпидотом, тремолит-актинолитом и альбитом, выделены в отдельную группу [Секерин, 1982]. Для них характерны приуроченность к тектоническим зонам, наличие ореольной антигоритизации и приконтактной амфиболизации, ассоциация с телами нефритов.

Агардагское проявление золота расположено на стыке двух наиболее крупных тектонических блоков, на которые разбит массив в восточной его части. Золотоносные родингиты приурочены к субширотной зоне дробления серпентинитов. В 150–200 м к