

Анализ ЛА-ИСП-МС данных показал, что концентрации микропримесей в пирите изменяются по мере развития процесса минералообразования. Максимальные содержания Ni, Zn, Co и As отмечаются в Ру-1. В Ру-2 концентрации Au, Ag, Te и Vi максимальны. На заключительной стадии процесса минералообразования содержания большинства элементов-примесей снижаются, что зафиксировано в Ру-3.

*Автор благодарен И. В. Викентьеву и Е. Э. Тюковой за консультации, сотрудникам Бронницкой ГГЭ ИМГРЭ – за предоставленные анализы и дубликаты проб, А. И. Якушеву и Я. В. Бычковой – за проведенные анализы. Работа выполнена при поддержке проекта РНФ № 14-17-00693.*

### Литература

*Кениг В. В., Бутаков К. В.* Месторождения рудного золота Новогоднее-Монто и Петропавловское – новый золоторудный район на Полярном Урале // Разведка и охрана недр. 2013. № 11. С. 22–24.

*Мансуров Р. Х.* Геологическое строение Петропавловского золоторудного месторождения, Полярный Урал // Руды и металлы. 2009. № 5. С. 70–74.

*Трофимов А. П., Фунтиков Б. В., Лючкин В. А., Пивоваров А. П., Таранина Б. Б.* Геолого-геохимические особенности золоторудного железо-скарнового месторождения Новогоднее Монто на Полярном Урале // Геология и металлогения ультрамафит-мафитовых и гранитоидных интрузивных ассоциаций складчатых областей. Матер. науч. конф. (X Чтения А.Н. Заварицкого). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 449–452.

**Б. Б. Дамдинов**

*Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ  
damdinov@mail.ru*

### **Благороднометальное оруденение юго-восточной части Восточного Саяна: типы, состав и генезис**

Наиболее промышленно значимыми в юго-восточной части Восточного Саяна являются месторождения Урик-Китойской золоторудной зоны [Миронов, Жмодик, 1999]. Однако кроме нескольких отрабатываемых месторождений, в регионе известно большое количество рудопроявлений золота, которые в силу своей слабой изученности остаются недооцененными в промышленном отношении. Что касается платиноидного оруденения юго-восточной части Восточного Саяна, то все известные к настоящему времени находки связаны с базит-ультрабазитами офиолитового комплекса. Цель данной работы – выявление закономерностей распределения, вещественно-геохимических особенностей и генезиса благороднометального оруденения юго-восточной части Восточного Саяна, оценка характера связи оруденения с вмещающими породными комплексами. Представленный материал основан преимущественно на собственных данных. Некоторые данные по единичным месторождениям и рудопроявлениям золота заимствованы из работ [Миронов, Жмодик, 1999; Миронов и др., 1999; Айриянц и др., 2007].

Юго-восточная часть Восточного Саяна имеет сложное геологическое строение. Она представляет собой типичную складчатую область с широким развитием покровно-складчатых структур, сложенных разнообразными литокомплексами от раннего докембрия до позднего палеозоя. Описанию особенностей геологического строения этой территории посвящен ряд обзорных работ и работ по отдельным аспектам геологии Восточного Саяна [Геология..., 1988, 1989 и др.]. Регион включает Гарганскую, Ильчирскую и Окинскую структурно-формационные зоны или террейны, выделяющиеся в качестве одноименных структурно-металлогенических зон, в состав которых входят более мелкие подразделения – золоторудные зоны и узлы [Золото..., 2000].

Максимальная плотность развития месторождений и проявлений золота приходится на обрамление Гарганской глыбы и окаймляющие его выходы офиолитов, что в совокупности составляет Гарганскую структурно-металлогеническую зону, наиболее богатую и изученную в настоящее время. В ее пределах выделяется несколько золоторудных металлогенических единиц разного масштаба и содержания. На западе в верховьях рек Сархой и Тисса расположен Тисса-Сархойский рудный узел, в средней части – Гарганская, Улзытинская и Урик-Китойская рудные зоны; в восточной – Ольгинская рудная зона. Каждая зона состоит из одного или нескольких рудных полей и рудных узлов. Кроме этих золоторудных зон, известны самостоятельные рудные узлы и поля. В верховьях рек Диби и Уха-Гола – Дибинское рудное поле, в верховьях р. Урика – Урикское, в верховьях р. Олот – Оспинский рудный узел.

В пределах Ильчирской структурно-металлогенической зоны выделяются две золоторудные зоны – Уртагольская и Сагансайрская. Уртагольская зона располагается в северо-восточной части Ильчирской зоны. В пределах этой золоторудной зоны намечаются три рудных поля – Уртагольское, Хонголдойское и Шумацкое. Сагансайрская золоторудная зона располагается в средней части Ильчирской зоны и приурочена к полю распространения карбонатных конгломератов сагансайрской свиты.

Окинская структурно-металлогеническая зона изучена значительно слабее, чем Гарганская или Ильчирская, хотя она имеет наибольшую площадь. В пределах зоны известны Хужирский, Жомболокский и Хонченский рудные узлы. Кроме того, в юго-восточной части Окинской зоны известно золото-платинометальное проявление Хурай-Жалгинское.

Золоторудные месторождения и рудопроявления юго-восточной части Восточного Саяна сгруппированы в пять генетических классов: плутоногенный, орогенный, полигенный, метаморфогенный и телетермальный, каждый из которых включает один или несколько минералого-геохимических типов. Однако месторождения полигенного класса содержат в своем составе разные типы оруденения. Названия выделенных типов даны по типоморфным химическим элементам, представленным соответствующими минеральными либо элементными парагенезисами наиболее продуктивной стадии рудообразующего процесса.

В *плутоногенный класс* объединены четыре минералого-геохимических типа месторождений, локализованные в гранитоидных телах с продуктивными парагенезисами золота и минералами Te, Bi, As и Sb: золото-теллуrowый, золото-висмутовый, золото-висмут-теллуrowый и золото-сурьмяный. В этот класс попадают месторождения, относимые разными исследователями к типам, связанным с интрузиями: золото-(медно-молибден)-порфиrowому и золото-сурьмяному. Характерными чертами объектов этого класса являются пространственная и генетическая связь с разновозраст-

ными островодужными и коллизионными плагиогранит-гранодиоритами; ведущая роль полуметаллов в составе золотого оруденения; широкий разброс температурных условий рудообразования и направленность параметров рудообразующего процесса в сторону их уменьшения (остывание рудно-магматических систем), зависимость изотопного состава сульфидной серы от состава вмещающих гранитоидов.

К классу *орогенных месторождений* относятся золото-полиметаллические объекты, которые наиболее распространены в юго-восточной части Восточного Саяна. Характерными особенностями месторождений являются полиметаллический состав руд, где преобладают сульфиды Fe, Cu, Pb, Zn (пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, ± пирротин, блеклые руды) в ассоциации с самородным золотом; структурный контроль оруденения; приуроченность к тектоническим зонам; неявная связь (либо отсутствие видимой связи) с магматизмом; изотопный состав сульфидной серы с значениями от 0 до + 4 ‰. Формирование орогенных месторождений связано с возникновением зон тектонического меланжа, сдвига, раздвига и скольжения в ходе аккреционно-коллизионных процессов. В тектонические процессы вовлечены, как правило, все окружающие породные комплексы, как терригенно-вулканогенные, так и магматические, причем наиболее золотоносны зоны тектонической проработки в контактовых частях офиолитов.

Наиболее крупное Зун-Холбинское месторождение некоторыми исследователями [Groves et al., 1998] также отнесено к орогенному типу (классу в настоящей работе), однако детальные исследования геологического строения и состава руд показали, что это месторождение является полигенным и полихронным, причем образование месторождения происходит в интервале от 850 до 490 млн лет [Жмодик и др., 2008]. Формирование месторождения происходило в три этапа: первичное оруденение связано с накоплением золотоносных осадков в задуговом бассейне; второй этап связан с внедрением гранитоидов сумсунурского комплекса (Амбартагольский массив) и третий этап (орогенный) – с коллизионными процессами, которые привели к формированию тектонической зоны, где и локализовано месторождение.

К *метаморфогенному классу* отнесены золоторудные проявления в ассоциации с массивными пирротиновыми рудами в черносланцевых толщах [Миронов и др., 1999], которые выделены в золото-железистый колчеданный и слабо изученный золото-мышьяковый (арсенопиритовый) тип оруденения в метабазитах и сланцах. Формирование золотого оруденения тесно связано с перераспределением рудообразующих компонентов при метаморфизме первичных слабозолотоносных отложений.

В *телетермальном классе* включены гидротермальные золоторудные месторождения без видимой связи с магматизмом, тектоническими зонами и продуктами метаморфизма. Это золото-сурьмяно-медные и золото-железистые объекты, которые пространственно приурочены к карбонатным толщам, характеризуются низкотемпературными условиями формирования и по ряду признаков сопоставляются с месторождениями типа Карлин [Айриянц и др., 2007].

Платинометальная минерализация установлена в породах офиолитовой ассоциации Восточного Саяна. Первично-магматической является ассоциация «тугоплавких» ЭПГ, связанная с хромитовыми рудами, где наиболее распространены гексагональные твердые растворы Ru-Ir-Os с оторочками и включениями сульфоарсенидов и сульфидов ЭПГ, таких как осарсит, ирарсит, лаурит, эрликманит и другие минералы. Платиной и Pd обогащены вторичные метасоматические образования: углеродистые метасоматиты, сульфидизированные серпентиниты и измененные базиты.

Углеродистые метасоматиты по ультрабазитам широко распространены в Восточном Саяне [Жмодик и др., 2008]. Благороднометальная минерализация в них представлена соединениями Pt и Pd с различными соотношениями элементов: от самородного палладия (Pd 82.27, Pt 15.59 мас. %) до палладистой платины (Pt 58.99, Pd 39.13 мас. %) с примесями Sn, Pb, Bi, а также самородным золотом с Cu и Hg. Эти породы также содержат минералы некогерентных элементов (Zr, Th, U и др.) [Дамдинов и др., 2013].

Серпентинитовый тип платиноидного оруденения представляет собой зоны сульфидной Ni-минерализации в антигоритовых серпентинитах, где сульфиды представлены пиритом, миллеритом, зигенитом, халькопиритом, пентландитом, пирротинном, редко галенитом. Из ЭПГ в серпентинитах преобладает Pt (до 0.34 г/т), в породах идентифицированы единичные зерна сперрилита и самородного золота. Повышенные концентрации Pt и Pd приурочены также к зонам сульфидизации, пропилизации, родингитизации и тремолитизации базитов кумулятивного комплекса офиолитовой ассоциации. Содержания Pt и Pd достигают 0.39 г/т при низких концентрациях остальных благородных металлов, причем Pd зачастую преобладает.

Отдельно следует рассмотреть оруденение, локализованное в глаукофансодержащих metabазитах Окинской структурно-формационной зоны, интерпретируемой как образования аккреционной призмы [Дамдинов и др., 2004]. Первичные ультрабазит-базиты, слагающие многочисленные будинообразные тела разного размера, изменены до серпентинитов, родингитов и амфиболитов. Рудные тела представляют собой сульфидизированные родингиты и зоны пирит-магнетитовой минерализации в амфиболитах. Содержания ЭПГ в рудах достигают 0.65 г/т с отчетливой Pt-Pd геохимической специализацией, золота – до 1.5 г/т и Ag – до 60 г/т. Минеральные фазы благородных металлов представлены медистым, ртутистым и оловосодержащим золотом разной пробы, теллуридами и арсенидами Pt и Pd: сперрилитом, мончетитом, темагамитом.

Таким образом, юго-восточная часть Восточного Саяна характеризуется развитием разных типов благороднометального оруденения. В регионе известны как промышленные месторождения, так и рудопроявления, часть из которых недостаточно изучена. Происхождение разных типов благороднометального оруденения разорвано во времени и связывается с различными геологическими процессами в ходе развития Саяно-Байкальской складчатой области.

## Литература

*Айриянц Е. В., Жмодик С. М., Миронов А. Г., Боровиков А. А.* Золотое оруденение в кремнисто-карбонатных породах юго-восточной части Восточного Саяна // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 5. С. 497–510.

Геология и метаморфизм Восточного Саяна / Беличенко В. Г., Бутов Ю. П., Добрецов Н. Л. и др. Новосибирск: Наука, 1988. 192 с.

Геология и рудоносность Восточного Саяна / Добрецов Н. Л., Беличенко В. Г., Боос Р. Г. и др. Новосибирск: Наука, 1989. 127 с.

*Дамдинов Б. Б., Жмодик С. М., Миронов А. Г., Очиров Ю. Ч.* Благороднометальная минерализация в родингитах юго-восточной части Восточного Саяна // Геология и геофизика. 2004. Т. 45. № 5. С. 277–287.

*Дамдинов Б. Б., Мурзин В. В., Жмодик С. М., Миронов А. Г., Дамдинова Л. Б.* Новые данные по минералогии и геохимии углеродистых метасоматитов в ультрабазитах Восточного Саяна // Отечественная геология. 2013. № 3. С. 74–84.

*Жмодик С. М., Миронов А. Г., Жмодик А. С.* Золотоцентрирующие системы офиолитовых поясов (на примере Саяно-Байкало-Муйского пояса). Новосибирск: Гео, 2008. 304 с.

Золото Бурятии. Кн. 1. Структурно-металлогеническое районирование, геологическое строение месторождений, ресурсная оценка / Рошкетав П. А., Миронов А. Г., Дорошкевич Г. И. и др. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2000. 464 с.

*Миронов А. Г., Жмодик С. М.* Золоторудные месторождения Урик-Китойской металлогенической зоны (Восточный Саян, Россия) // Геология рудных месторождений. 1999. Т. 41. № 1. С. 54–69.

*Миронов А. Г., Жмодик С. М., Бахтина О. Т., Куликов А. А., Очиров Ю. Ч., Куликова О. А.* Новый тип золотого оруденения в стратиформных пирротиновых рудах Восточного Саяна // Доклады академии наук. 1999. Т. 365. № 6. С. 798–801.

*Groves D. I., Goldfarb R. J., Gebre-Mariam M., Hagemann S. G., Robert F.* Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types // Ore Geology Reviews. 1998. Vol. 13. P. 7–27.

**Ю. В. Гольцова**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск*

*y.goltsova@mail.ru*

**Минеральная зональность околорудного метасоматического ореола  
месторождения золота Дельмачик (Читинская область)  
(научный руководитель Т. Ю. Якич)**

Целью работы является определение минеральной зональности золоторудного месторождения Дельмачик, приуроченного к Дарасунскому рудному узлу. В работе представлены результаты первичной обработки оригинального каменного и графического материала, собранного автором при прохождении первой производственной практики в компании ООО «Золото Дельмачик» в качестве участкового геолога. Описано 22 прозрачных шлифа и 10 аншлифов с использованием петрографического микроскопа в проходящем и отраженном свете, а также электронного микроскопа Tescan Vega 3SBU с энергодисперсионной приставкой фирмы Oxford.

Золоторудное месторождение Дельмачик находится в Шилкинском районе Забайкальского края, в 25 км к северо-западу от районного центра г. Шилка. Площадь месторождения составляет примерно 4,9 км<sup>2</sup>. Месторождение расположено в пределах Киинского рудного узла в юго-восточной части Дарасунского рудного района. Тектонически ослабленная зона северо-восточного простирания представлена серией субпараллельных нарушений, проявленных в виде маломощных (до 0,5 м) зон дробления, брекчирования и расланцевания в эксплозивных брекчиях и гранитоидах с крутыми углами падения (75–85°). Особенностью площади является наличие крупной рудовмещающей структуры типа «трубки взрыва» (палеокальдеры), выполненной эксплозивными брекчиями кислого состава.

В геологическом строении площади месторождения принимают участие стратифицированные образования нижнего архея и интрузивные и субвулканические комплексы раннепротерозойского и позднеюрского возраста. На территории выделяется два комплекса магматических пород: раннепротерозойские ультраметаморфиче-