

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

**ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В КРЕМНИСТО-КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ  
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА**

**Е.В. Айриянц, С.М. Жмодик, А.Г. Миронов\*, А.А. Боровиков**

*Институт геологии и минералогии СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия*

*\* Геологический институт СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а, Россия*

Проведено комплексное изучение и сравнительный анализ двух золоторудных месторождений Водораздельное и Ондолтой, расположенных среди карбонатных и карбонатно-сланцевых отложений ильчирской свиты в юго-восточной части Восточного Саяна. Месторождение Водораздельное относится к золото-кварц-сульфидному типу, формировавшемуся при  $T = 275\text{—}300\text{ }^{\circ}\text{C}$  с участием высококонцентрированных хлоридных флюидов, для которого характерно относительно низкопробное золото, связанное с кварц-сульфидной минерализацией. Изотопный состав серы  $\delta^{34}\text{S}$  указывает на близость руд месторождения к сульфидам гидротермальных построек медленноспрединговых хребтов. Ондолтойское месторождение представлено малосульфидными карбонатными брекчиями и гематитизированными джасперидами. Этот тип оруденения приурочен к фронтальной части крупного надвига и характеризуется наличием золотосульфидной минерализации, представленной тонкозернистыми сульфидами и субмикронным золотом в кремнисто-карбонатных образованиях и джасперидах; развитием брекчиевых образований; повышенным содержанием Hg, Sb, Ba, Fe как во вмещающих породах, так и в рудах. Установленные геологические и минералого-геохимические особенности месторождения Ондолтой позволяют отнести его к карлинскому типу.

*Карбонатные породы, джаспериды, тонкодисперсное золото, золотое оруденение карлин-типа, Восточный Саян.*

**GOLD MINERALIZATION IN SILICEOUS-CARBONATE ROCKS OF SOUTHEASTERN EAST SAYAN**

**E.V. Airiyants, S.M. Zhmodik, A.G. Mironov, and A.A. Borovikov**

Complex study and comparative analysis were carried out for two gold deposits, Vodorazdel'noe and Ondol'toi, localized among carbonate and carbonate-shale rocks of the Il'chir Formation in southeastern East Sayan. The Vodorazdel'noe deposit is of gold-quartz-sulfide type; it formed at  $275\text{—}300^{\circ}\text{C}$  with the participation of highly concentrated chloride fluids and bears low-fineness gold associated with quartz-sulfide mineralization. In sulfur isotope composition ( $\delta^{34}\text{S}$ ) the deposit ores are similar to sulfides of hydrothermal structures of slow-spreading ridges. The Ondol'toi deposit is formed by low-sulfide carbonate breccias and hematitized jasperoids. This deposit is localized in the frontal zone of a large thrust and bears gold-sulfide mineralization (fine-grained sulfides and submicron gold in siliceous-carbonate rocks and jasperoids). It is characterized by the presence of brecciated rocks and high contents of Hg, Sb, Ba, and Fe in both ores and the host rocks. The established geologic, mineralogical, and geochemical features of the deposit permit it to be assigned to the Carlin type.

*Carbonate rocks, jasperoids, finely dispersed gold, Carlin-type gold mineralization, East Sayan*

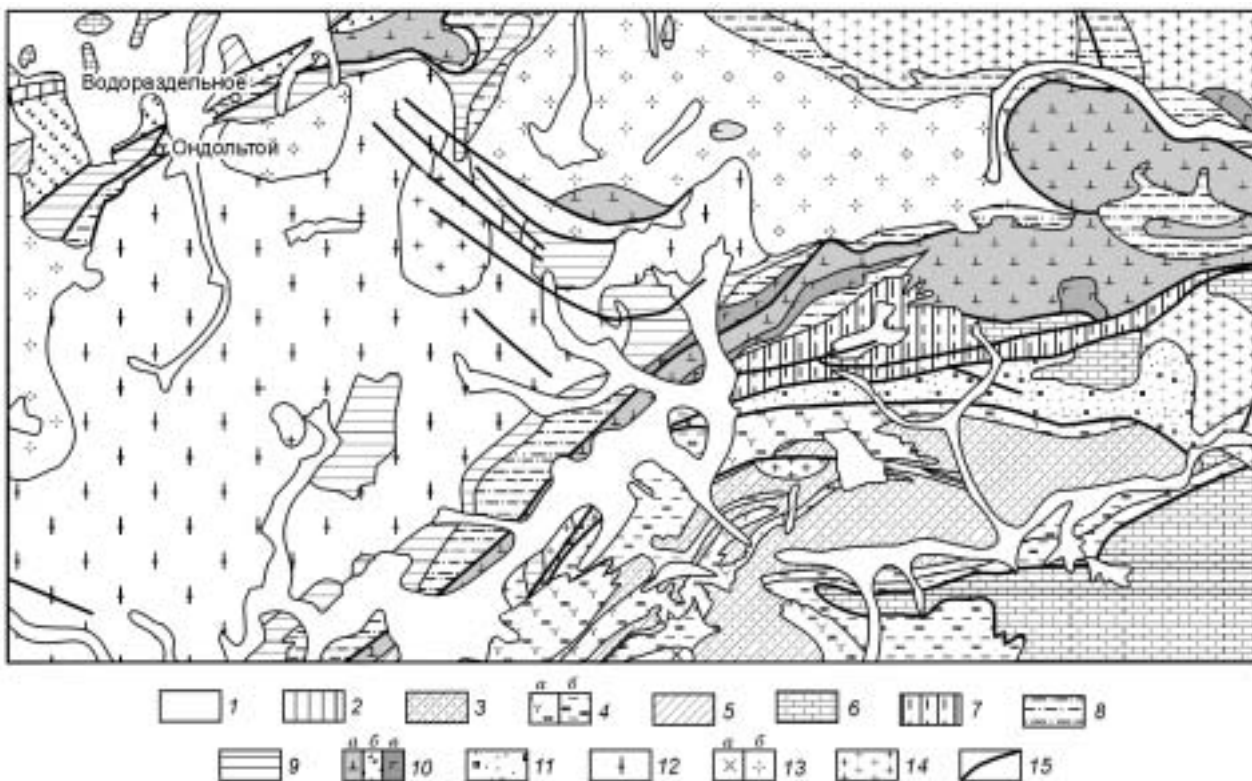
**ВВЕДЕНИЕ**

Золоторудные месторождения карлин-типа, расположенные в кремнисто-карбонатных отложениях, вызывают повышенный интерес со стороны исследователей, что обусловлено как значительными прогнозными запасами подобных рудопроявлений и достаточно простой технологией извлечения золота, так и сложностями, связанными с поисками тонкодисперсного типа руд. Несмотря на большое число работ, посвященных исследованию геологического строения, минералого-геохимических особенностей руд и условий формирования невадийского типа оруденения, многие важные стороны образования таких месторождений неясны [Бакулин и др., 2001]. Главной проблемой выявления руд карлинского типа является их макроскопическая „невызразительность“ и возможность обнаружения горизонтов с высокими концентрациями золота только на основании опробования.

В последнее время на уровне предположений активно обсуждается [Дамдинов и др., 2004] вероятность обнаружения золотого оруденения типа Карлин в Восточном Саяне. В юго-восточной части Восточного Саяна в терригенно-карбонатных отложениях ильчирской свиты (V—Є), входящих в состав офиолитового покрова, расположена целая группа месторождений и рудопроявлений с типичным для региона кварц-золотополисульфидным и золотосульфидным типом золотого оруденения, многие из которых изучены достаточно детально [Рощектаев и др., 2000]. Выделяются, как минимум, два типа оруденения: первый — зун-холбинский, к которому относится месторождение Водораздельное, представляющее собой рудную зону, выполненную системой кварц-полисульфидных жил и прожилков в углисто-глинистых сланцах и карбонатных отложениях ильчирской свиты. Второй тип, к которому относится месторождение Ондолтой, резко отличается от вышеописанного и обладает рядом особенностей, характерных для месторождений карлинского типа [Нарсеев, 2002].

### ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАЙОНА

Юго-восточная часть Восточного Саяна (рис. 1) представляет собой сложный в геологическом отношении район, в строении которого участвуют архейский Гарганский палеомикроконтинент, сложенный породами плагиоплейрогнейсовой формации, Ильчирская и Окинская структуры, первая из которых является частью палеоокеанической области, а тектоническая природа второй пока остается дискуссионной и, возможно, представляет собой реликт задугового палеобассейна [Жмодик и др., 2006]. Карбонатные породы иркутской свиты, слагающие субплатформенный чехол, залегают чаще всего со стратиграфическим несогласием на кристаллических породах фундамента. Их перекрывают с контактом, имеющим характер надвига, венд-раннекембрийские осадочно-вулканогенные породы ильчирской свиты. Отложения ильчирской свиты преимущественно черные углеродисто-кремнистые, углисто-глинисто-карбонатные сланцы с прослоями углеродсодержащих карбонатных отложений. Внутри сланцевой толщи

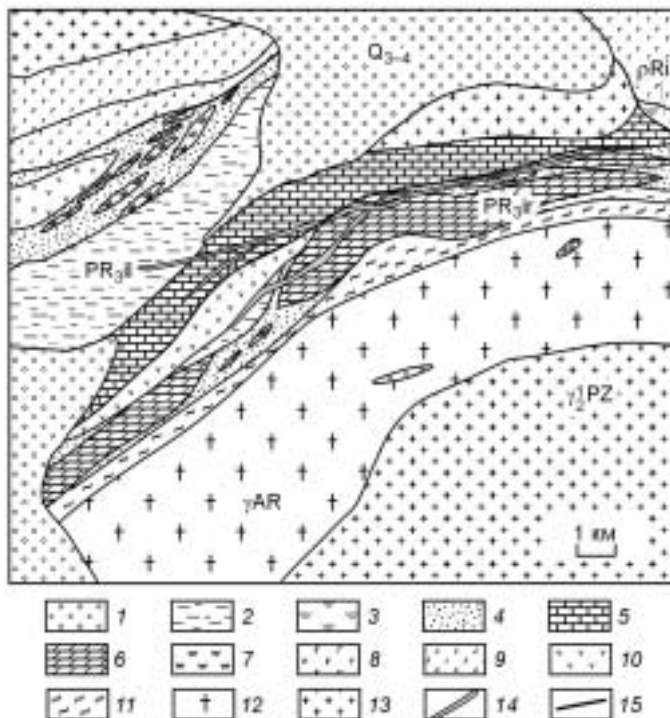


**Рис. 1. Геологическая схема юго-восточной части Восточного Саяна [Добрецов, 1988].**

1 — аллювиальные и ледниковые четвертичные отложения; 2 — флишoidная формация (S—D): песчаники, алевролиты, сланцы; 3 — существенно карбонатная с вулканитами формация (O—S); 4 — вулканогенно-осадочная карбонатная (O—S): а — толеит-базальт-карбонатная, б — туфосланцевая карбонатная; 5 — доломит-известковая, фосфатоносная формация; 6 — известковая формация (O—S); 7 — граувакк-песчаная сланцевая (V—PR); 8 — песчано-сланцевая карбонатная (ильчирская свита) (PR<sub>2</sub>); 9 — известняково-доломитовая (иркутская свита); 10 — офиолитовая ассоциация: а — гипербазиты, б — базиты, в — вулканиты; 11 — олистостромовая карбонатно-терригенная формация; 12 — плагиоплейрогнейсовая мигматит-гранитовая (AR) формация; 13 — гранитоидные формации: а — сиенит-граносиенитовая, б — диорит-плагиогранитовая; 14 — гранитоиды; 15 — разрывные нарушения.

**Рис. 2. Геологическая схема месторождения Водораздельное [Деревенец и др., 1993].**

1 — аллювиальные отложения; ильчирская свита: 2 — углеродистые карбонат-слюдисто-кремнистые сланцы, 3 — метаэффузивы основного состава, 4 — полимиктовые песчаники; иркутская свита: 5 — темно-серые мелкозернистые известняки, 6 — доломиты, 7 — кварциты; офиолитовая ассоциация: 8 — габбро, 9 — серпентиниты, 10 — диабазы; 11 — амфиболитовые кристаллические сланцы; 12 — гнейсограниты; 13 — граниты сумсунурского комплекса; 14 — рудные тела; 15 — разрывные нарушения.



фиксируются олистолиты, представленные вулканогенно-осадочными и карбонатными образованиями [Рошектаев и др., 1983]. Порода ильчирской свиты входят в состав офиолитовой ассоциации и участвуют в строении покровной структуры. Офиолиты располагаются в виде непрерывного кольца вокруг микроконтинента Гарганской глыбы. Магматические породы представлены гранитоидами сумсунурского комплекса (R) [Кузьмичев, 2004]. Массивы имеют зональное строение: центральные части сложены лейкократовыми тоналитами, сменяющимися к периферии биотитовыми и роговообманковыми. Более поздними являются малые интрузивные тела и дайки, сложенные лейкократовыми плагиогранитами, ранее выделявшиеся в самостоятельный холбинский комплекс.

**Месторождение Водораздельное** приурочено к толще углисто-глинистых и графитизированных сланцев ильчирской свиты вблизи контакта (надвиг) с карбонатными отложениями иркутской свиты [Рошектаев и др., 2000]. Южнее сланцы сменяются линзами, связанными с доломитами и известняками иркутской свиты, которые рассланцованы, диафорированы вместе с гнейсогранитами фундамента Гарганской глыбы и гранитоидами сумсунурского комплекса (рис. 2). Карбонатная толща залегает в виде изоклинальных складок, образованных в результате сдвиговых деформаций. Рудоконтролирующими структурами являются широтные и северо-западные зоны, осложненные субширотными и северо-восточными разрывными нарушениями, сопровождающиеся рассланцеванием, окварцеванием и графитизацией пород. Разломы субширотного направления секутся системами северо-западных нарушений, к которым приурочены дайки фельзит-порфиров, микродиоритов и лампрофиров.

Месторождение представляет собой рудную зону, сложенную системой прожилкования, кварц-полисульфидными жильными и линзовидными телами. Главное рудное тело — крупная минерализованная зона близширотного направления (2 км) среди мощной сланцевой толщи. Она состоит из разобщенных кулис, приуроченных к линейно-вытянутой системе однотипных разрывов. Мощность рассланцованных пород меняется от первых метров до 10 м. Падение крутое на северо-восток (75°). Зона смещается вдоль секущих северо-западных и северо-восточных тектонических нарушений с амплитудой в первые метры и состоит из разобщенных кулис, приуроченных к линейно-вытянутой системе однотипных разрывов. Полиметаллическая минерализация образует вкрапления, бананцы.

**Месторождение Ондолтой** расположено на северо-западном фланге Хойто-Гарганского рудоконтролирующего разлома северо-западного простирания в месте пересечения им интрузии сумсунурского комплекса (рис. 3). Территория участка сложена карбонатами и терригенными породами ильчирской свиты: массивными, доломитизированными известняками, карбонатными брекчиями и доломитами, в которых фиксируется горизонт интенсивно окремненных известняков, вплоть до джаспероидов мощностью до 40 м. В средней части разреза среди известняков отмечаются маломощные прослои (до 20 м) черных углеродистых сланцев. В верхней части разреза карбонаты сменяются кварц-серицитовыми, кварц-хлорит-серицитовыми и углеродсодержащими кварц-серицитовыми филлитовыми сланцами. На юго-западе участка карбонатные породы подстилаются черными углеродистыми сланцами иркутской свиты. На участке распространены магматические породы, представленные гранитоидами, кварцевыми порфирами и дайками сумсунурского комплекса: гранодиорит-порфирами, микродиоритами и кварцевыми порфирами. Дайки ориентированы преимущественно в северо-восточном и северо-западном направлениях, соответственно направлениям преобладающих разрывных нарушений. Положение Ондолтойского участка в зоне влияния крупного Хойто-Гарганского разлома обусловило развитие на