

УДК 553.411.(571.6+7)

ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РУДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

© 2009 г. Член-корреспондент А. А. Сидоров, В. Ф. Белый, А. В. Волков,
Н. Е. Савва, Е. Е. Колова

Поступило 02.03.2009 г.

Известный американский геолог Сперр [1] обозначил в пределах горных систем Кордильер и Анд “великий серебряный канал”, протянувшийся от штата Орегон до Огненной Земли. И уже к середине прошлого века было выявлено несколько подобных рудных “каналов” кайнозойского и позднемезозойского возраста в структурах Тихоокеанского тектоно-магматического кольца. Охотско-Чукотский вулканогенный пояс (ОЧВП) контролирует “великий золото-серебряный канал” протяженностью более 3000 км. ОЧВП сложен позднемезозойскими субаэральными вулканическими породами и по отношению к океанической окраине разделен на внутреннюю, внешнюю и перивулканическую зоны (рис. 1). Сложное строение террейнов фундамента обусловило большое разнообразие рудноформационных рядов (ore assemblages) ОЧВП. Во внутренней зоне пояса чаще всего концентрируются месторождения медно-молибден-порфировой формации, содержащие золото, серебро, платиноиды. Для внешней и перивулканической зон характерно золото-серебряное, серебро-полиметаллическое и олово-серебряное оруденение (табл. 1). Собственно золото-серебряные эпитегрмальные месторождения ($Au/Ag - 1/1-1/10$) больше распространены во внешней зоне. Существенно серебряные месторождения ($Au/Ag - 1/10-1/1000$) приурочены к рифтогенному вулканопрогибу, осложняющему ОЧВП между Яно-Колымским и Омолонским террейнами.

ОЧВП – золото-сереброносный пояс мирового значения и по своему богатству, как сейчас уже очевидно, не уступает Андийскому и Балкано-Карпат-

скому металлогеническому поясам. Не смотря на 50-летнюю историю, разведка и оценка подавляющего большинства обнаруженных золото-серебряных месторождений и проявлений ОЧВП находятся в начальной стадии. Большинство установленных проявлений и геохимических аномалий не заверены на глубину, в их пределах не проведены качественные геофизические исследования для прогноза не выходящих на поверхность (“слепых”) рудных тел. Не изучена проблема “корней” эпитегрмального оруденения, их связи с порфировым и сульфидно-вкрапленным оруденением.

Вместе с тем в последние годы в мире сделаны знаменательные открытия месторождений золота и серебра эпитегрмального типа и золото-серебро-содержащих медно-порфировых месторождений в Тихоокеанском рудном поясе (в Индонезии, Перу, Японии, Чили, Аргентине, Папуа–Новой Гвинее). Эти месторождения по своему значению для добывающей промышленности в настоящее время выходят на третье место после золотоносных конгломератов и месторождений зеленокаменных поясов [2].

Многие из новых месторождений были открыты в старых горнопромышленных районах в результате применения качественных геофизических и геохимических работ. Особенно показателен в этом плане пример уникального месторождения золота и серебра Хисикари в Японии (250 т золота). Здесь в 1979 г. на участке, где добыто ранее около 1 т золота, были поставлены геофизические работы [3]. Поисковые скважины, заданные для проверки гравиметрической аномалии вскрыли на глубине 200 м под покрывкой вулканитов в терригенном фундаменте серию сближенных и протяженных богатейших эпитегрмальных жил со средними содержаниями золота и серебра 60 г/т.

В ОЧВП известны многочисленные золото-серебряные месторождения (рис. 1): Дукат, Лунное, Арылах, Гольцовое, Тидит, Джульетта, Нявенга, Валунистое, Двойной, Купол, Эвенская

*Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва
Северо-Восточный комплексный
научно-исследовательский институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Магадан*

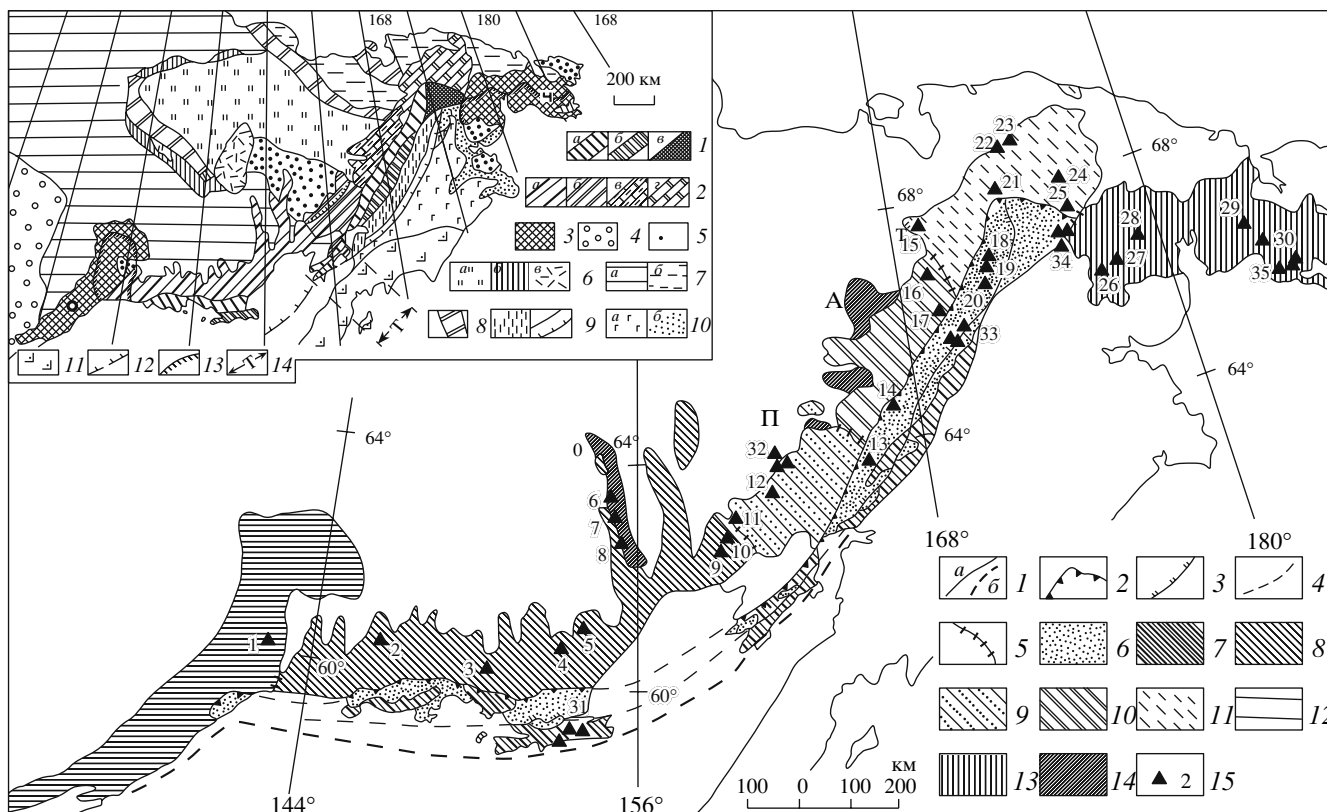


Рис. 1. Схема районирования ОЧВП и размещения в нем золото-серебряных месторождений. 1 – обобщенная граница распространения магматических образований ОЧВП: альб-сантон (*a* – на суше, *b* – в акватории); 2 – граница внешней и внутренней зон ОЧВП; 3 – граница подзон грабен-прогибов и магматогенных поднятий (штрихи ориентированы в сторону подзоны грабен-прогибов); 4 – продолжение границ 2, 3 в акватории; 5 – границы секторов внешней зоны и фланговых зон; 6 – вулканиты внутренней зоны; 7 – магматогенные поднятия ОЧВП, в которых обнажены структурно-формационные комплексы Тайгоносской вулканической дуги: верхний палеозой – низы альба; 8–11 – внешняя зона ОЧВП (секторы: 8 – Охотский, 9 – Пенжинский, 10 – Анадырский, 11 – Центрально-Чукотский); 12, 13 – фланговые зоны (12 – Западно-Охотская, 13 – Восточно-Чукотская); 14 – позднеорогенные (конец баррема – начало альба) структуры мезозой (О – Омсукчанский грабен, П – Верхне-Пенжинская, У – Умкувеевская, А – Айнахургенская, Т – Тытыльвеевская впадины); 15 – золото-серебряные месторождения (1 – Хаканджа, 2 – Бургаглыккан, 3 – Карамкен, 4 – Нявленга, 5 – Джульетта, 6 – Арылах, 7 – Лунное, 8 – Дукал, 9 – Сопка Кварцевая, 10 – Ирбычан, 11 – Ороч, 12 – Кегали, 13 – Сергеевское, 14 – Иргувеем, 15 – Двойной, 16 – Купол, 17 – Горностаевый, 18 – Эмываам, 19 – Арыквеем, 20 – Кайэнмываам, 21 – Кытлатап, 22 – Промежуточный, 23 – Сопка Рудная, 24 – Телевеем, 25 – Провальные озера, 26 – Жильное, 27 – Валунистое, 28 – Тэркней, 29 – Коррида, 30 – Пепенвеем; 31–35 – медно-порфировые группы месторождений: 31 – Конипьягинская группа, 32 – Эргувеевская группа, 33 – Ольховская группа, 34 – Танюерская группа, 35 – Провиденская группа).

На врезке: положение ОЧВП в структуре Северо-Востока России. 1–3 – ОЧВП: 1 – внутренняя зона (*a* – подзона грабен-синклиналей, *b* – подзона магматогенных поднятий, *в* – без разделения), 2 – внешняя зона (секторы: *a* – Охотский, *b* – Пенжинский, *в* – Анадырский, *г* – Центрально-Чукотский); 3 – фланговые зоны (О – Западно-Охотская, Ч – Восточно-Чукотская); 4 – Сибирская платформа; 5 – дорифейские срединные массивы (части, не перекрытые вулканитами ОЧВП); 6, 7 – Верхояно-Чукотская складчатая область: 6 – мезозойды: Алазейско-Олойская система (*a* – островодужные и океанические террейны, *b* – краевые поднятия палеозойских карбонатных платформ, *в* – Приколмское поднятие рифейской зоны), 7 – Яно-Колымский (*a*) и Чукотский (*b*) террейны пассивных континентальных окраин; 8 – рифтогенные структуры раннеорогенной стадии развития мезозой; 9 – Пенжинский междуговой прогиб (*a*) и Таловско-Майнская невулканическая дуга (*b*) мезозойской островодужной системы; 10 – Анадырско-Корякские островодужные и океанические террейны, ларамиды: *a* – внутренняя, *b* – внешняя зоны; 11 – Олюторско-Камчатские островодужные и океанические террейны, кайнозойды; 12 – доальбская сейсмофокальная зона; 13 – предполагаемые границы срединных массивов под вулканитами ОЧВП; 14 – Тайгоносский синтаксис.

группа, Карамкен, Хакандажа, Светлый; медно-молибден-порфировые с золотом и серебром рудные поля: Ольховская группа, Танюерская группа, Эргувеевская группа, Провиденская группа, Конипьягинская группа. Кроме того, в ОЧВП

выявлено несколько десятков перспективных рудопроявлений и более 2000 точек минерализации. Сравнительно недавно здесь были открыты два новых крупных месторождения – Купол (Западная Чукотка) и Светлое (Хабаровский край).

Таблица 1. Характеристика основных золото-серебряных эпitherмальных месторождений ОЧВП

Месторождение, рудноформационный ряд	Положение в региональных структурах (зона, сектор)	Структура вулканического поля	Геологическая рудовмещающая формация	Ярус	Характеристика фундамента	Мощность вулканитов, м	Рудная колонна, м	Возраст, млн. лет
Хаканджа, Au-Sf, Ag-Sn	Фланговая Западно-Охотская	Купол	Андезибазальт-риолитовая; андезитовая	Турон, верх. альб	Охотский кратонный террейн	600?	350	Нет данных
Карамкен, Au-Sf, Ag-Sn	Внешняя, Охотский	Кальдера	Дацит-риолитовая; андезитовая	Верх. альб	Верхоянский комплекс ЯКС	1000?	600?	79 Ag-Ag
Джувльгта, Au-Cu, Ag-Sn	То же	Кольцевой вулкано-плутонический комплекс	Андезитовая		Район пологих дислокаций ЯКС	600	300	128; 138 Ag-Ag 136 Rb-Sr
Дукат, Ag-Sn, Ag-Pb-Zn	»	Криптоинтрузивный купол	Риолитовая, дацит-риолитовая;	Турон, сеноман, нижн. альб, апт	Рифтогенная впадина	200	450?	81-85 Ag-Ag 74-84 Rb-Sr
Сопка Кварцевая, Au-Sf, Ag-Sn	»	То же	Дацит-риолитовая	Сеноман	Омолонский кратонный террейн	900?	200	80 Ag-Ag
Купол, Au-Cu, Au-Sf	Внешняя, Анадырский	Кальдерный комплекс, субвулканические тела	Двупроксеновые платоандезиты	Сеноман	Олойская вулканическая дуга	1500	500	Нет данных
Каенмываам, Au-Cu, Au-Sf	Внутренняя грабен-синклиналей	Криптоинтрузивный купол	Риолитовая и андезит-дацит-риолитовая	Верхний альб	Тайганская вулканическая дуга	2000?	300?	То же
Двойной, Au-Sf	Внешняя, Центральное-Чукотский	Кальдерный комплекс, субвулканические тела	Риолитовая и андезит-дацит-риолитовая	Верхний апт или нижний альб	Анойский район пологих дислокаций	1000?	300?	»
Сопка Рудная, Au-Sf, Ag-Sn	То же	Купол, субвулканические тела, дайки	Андезидацит-риолитовая	Верхний альб	Чаунский район пологих дислокаций	300	200	»
Валунистое, Au-Cu, Pb-Zn-Cu	Фланговая, Восточно-Чукотская	Криптоинтрузивный купол	Бимодальная андезибазальт-риолитовая	Турон	Эскимосский кратонный террейн	1500	200?	79 Ag-Ag
Коррида, Au-Sf, Ag-Sn	То же	Купол, субвулканические тела, дайки	Дацит-риолитовая	Верхний альб	Эскимосский кратонный террейн	500?	200?	Нет данных
Пепенвеем, Ag-Au-Sn, Pb-Zn-Cu	»	Вулканограбен	Андезитовая	Альб	Эскимосский кратонный террейн	500?	200?	То же

Примечание. Рудные комплексы (рудноформационные ряды): Au-Sf – золото-сульфидный, Au-Cu – медно-молибден-порфировый комплексы, Au-Ag-Sf – золото(серебро)-сульфидный, Ag-Sn – олово-серебро-порфировый, Sf – сульфидный нерасчлененный, Pb-Zn-Cu – колчеданный, Au-Cu-Te – базитовые (ультрабазитовые) медно-сульфидные комплексы с месторождениями золото-теллуридного типа.

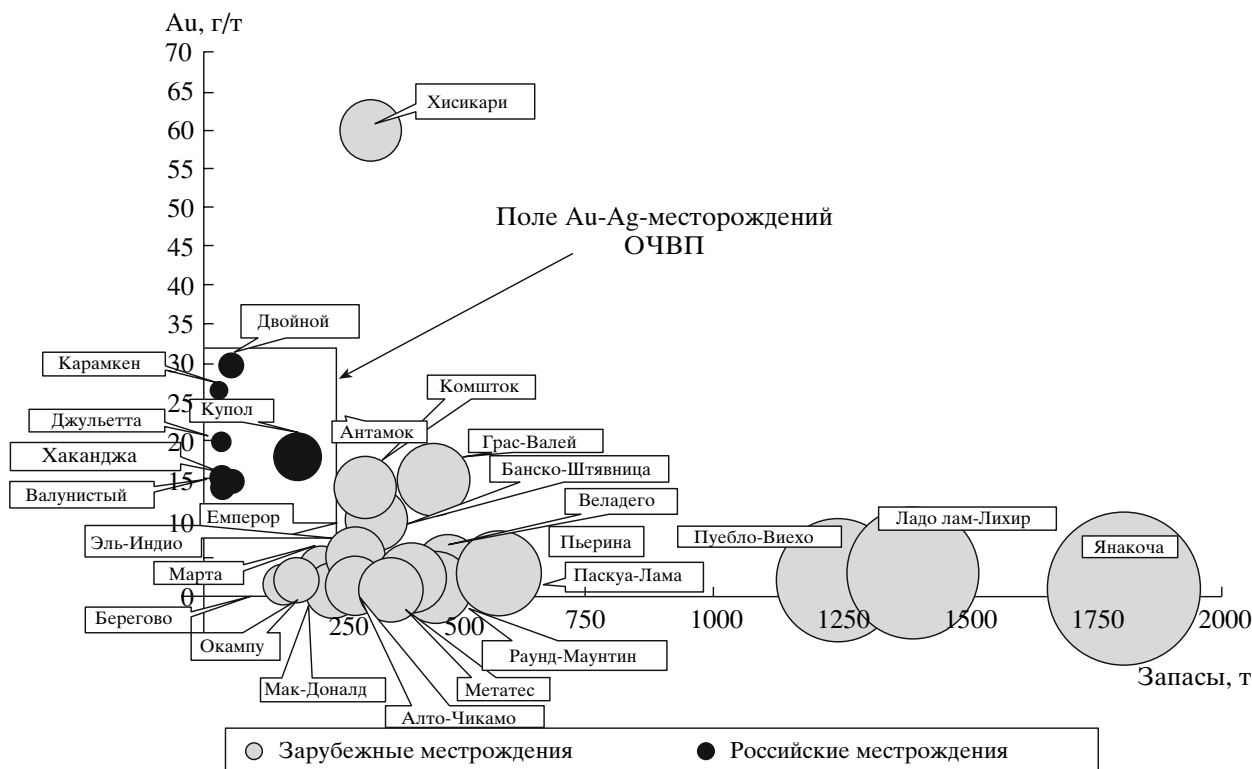


Рис. 2. Сравнительная характеристика масштабов зарубежных и российских (ОЧВП) эпитермальных золото-серебряных месторождений на диаграмме содержание-запасы. Данные по зарубежным месторождениям приводятся по [5].

Практически все известные месторождения и большинство рудопроявлений с этим типом оруденения в ОЧВП находятся в распределенном фонде недр, как в Магаданской области и Хабаровском крае, так и на Чукотке. Такова инвестиционная привлекательность бананцевых высоко-технологичных эпитермальных руд.

В последние годы внимание геологов Северо-Востока привлекают большеобъемные штокверковые месторождения золота, вероятность открытия которых очень велика в Яно-Колымской золотоносной провинции. На выявление и оценку этих месторождений ориентированы поисковые работы и выделены ассигнования в Магаданской области и на востоке Республики Саха-Якутия [4].

На Северо-Востоке России, где изученность старых россыпных приисковых районов достаточно высока, уже давно очевидно, что быстрый рост золотодобычи надо в первую очередь связывать с развитием поисковых работ в новых перспективных на бананцевое золото-серебряное оруденение районах ОЧВП и других вулканогенных поясах Северо-Востока. Примеры уникальных по богатству и крупных по запасам золото-серебряных месторождений Кубака и Купол – неопровержимое подтверждение этого тезиса. Развитие добычи золота и серебра из бананцевых месторождений даже в удаленных районах, как по-

казывает промышленное освоение месторождений Дукаг, Лунное, Кубака, Джультета, Хаканджа и Купол, не требует много времени. Возможность обнаружения новых, в том числе и большеобъемных, золото-серебряных объектов в ОЧВП подтверждает сопоставление выявленных месторождений с мировыми аналогами (рис. 2).

Золото-серебряные эпитермальные и медно-молибден-порфировые месторождения локализованы в вулcano-тектонических структурах со сложным многоэтапным эффузивно-интрузивным режимом развития непосредственно на площади ОЧВП или в примыкающих к нему блоках мезозойд в перивулканической зоне. Большинство структур ОЧВП потенциально рудоносны. Однако интенсивность оруденения вулканогенных структур фрагментарно изучена лишь в южной части Охотского, во внешней части Центрально-Чукотского и внутренней части Анадырского секторов ОЧВП (рис. 1).

Эпитермальное и порфировое оруденения (Au-Pb-Zn-Ag, Sb-Hg, Cu-Mo, Sn-Ag), характерные для ОЧВП, обладают определенными элементами однородности во всех вулcano-плутонических структурах независимо от характера их основания (фундамента), хотя нередко представляют различные рудноформационные ряды (рудные комплексы). Эти элементы однородности тесно

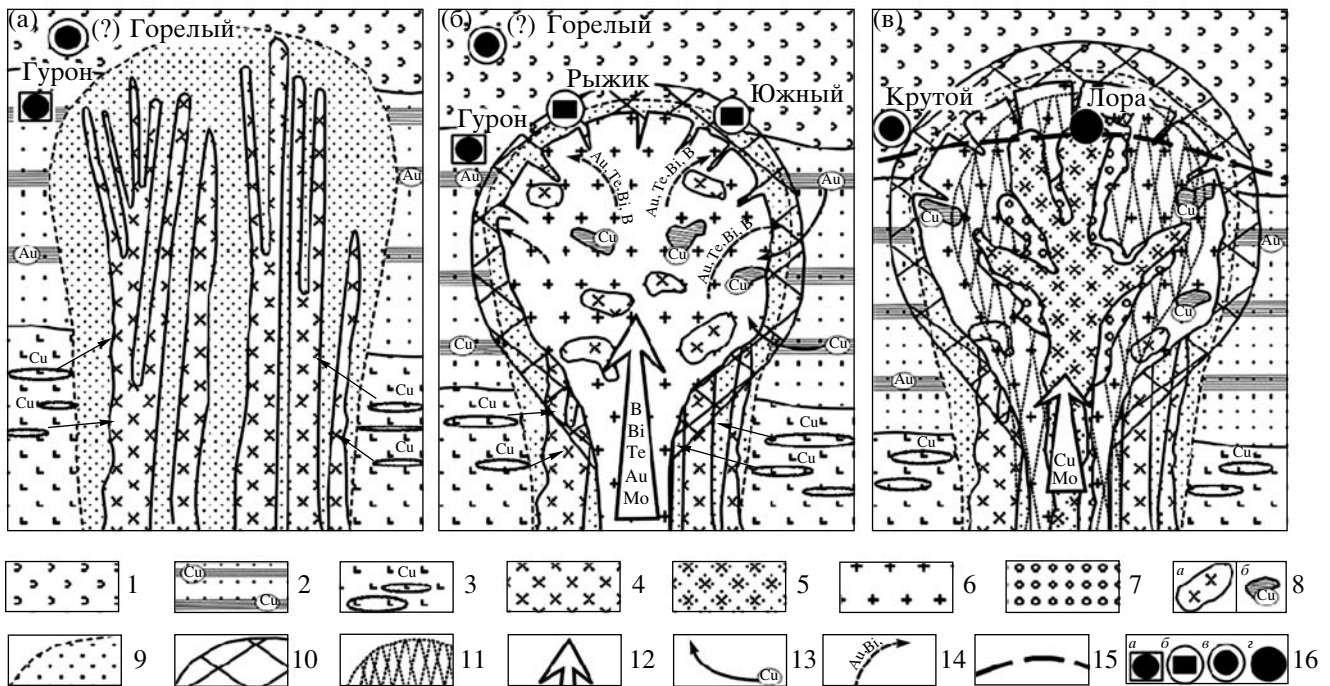


Рис. 3. Модель формирования Кониptyагинской Au–Ag–Cu–Mo-порфировой системы (Охотский сектор ОЧВП), по стадиям: А – внедрение диоритов ранней фазы; Б – формирование гранитоидного плутона; В – внедрение кварцевых диорит-порфиров поздней фазы. 1 – вулканогенно-осадочные образования ОЧВП (K_{1-2}); 2 – осадочно-вулканогенные образования Тайгонской геосинклинальной зоны (J_1) с Cu-колчеданными залежами и Au-содержащими зонами сульфидизации; 3 – островодужные медьсодержащие базальты; 4, 5 – диориты ранней фазы (4) и поздней (5) фазы; 6 – гранодиориты средней фазы (Средненский массив); 7 – эруптивные брекчи; 8 – ксенолиты: а – диоритов ранней фазы; б – Cu-колчеданного материала; 9–11 – продукты метасоматического изменения и штокверкообразования по стадиям: 9 – окварцевание и сульфидизация, 10 – грейзеназация, турмалинизация, 11 – эпидотизация, калишпатизация, биотитизация, хлоритизация; 12–14 – направления миграции рудообразующих растворов: 12 – магматогенных, 13 – активизированных метеорных, 14 – смешанных; 15 – современный эрозионный срез; 16 – рудные объекты: а – золото-сульфидного, б – золото-теллуридно-висмутного, в – золото-серебряного, з – медно-молибден-порфирового золотоносного типов.

связаны с физико-химическими условиями минералообразования (близповерхностные или перманентно раскрывающиеся вулканогенные гидротермальные системы), что определяет также масштабную экстенсивность гидротермальных изменений пород и рудопроявлений.

Вместе с тем интенсивность порфирового и эпитеpмального оруденения (крупные месторождения) определяется унаследованностью от рудоносных структур гетерогенного основания ОЧВП [6]. В пределах рудного поля почти каждого месторождения отмечены пострудные, реже внутрирудные дайки андезибазальтов, что рассматривалось нами в качестве индикатора роли глубинного фронта базальтовых магм в формировании поздних гранитоидных очагов и гидротермальных систем [7].

Формирование крупных золото-серебряных месторождений, по геофизическим данным [8], может быть обусловлено несколькими причинами. Первая связана с их положением в зоне Главного (генерального) разлома ОЧВП, который на

отдельных участках внешней зоны последнего трансформируется в систему глубинных разломов. Вторая обусловлена повышенной мощностью земной коры, в строении которой преобладают терригенные комплексы с первичной сульфидно-вкрапленной минерализацией. Третьей являются интенсивность, экстенсивность, многоактность и различная глубина зарождения тектоно-магматических процессов в рудных районах от астеносферы до гранитного слоя, а также формирование крупных промежуточных палингенных очагов гранитоидного магматизма как мощных энергетических центров и источников флюидов с ассимилированными из вмещающих пород рудными компонентами, в том числе золотом и серебром (рис. 3). Последовательное проявление геологических событий, связанных с этими причинами, обусловило формирование унаследованно развивавшихся, реювенированных и нередко регенерированных месторождений как гипабиссального, так и близповерхностного (эпитеpмального) уровня.

Развитие эпitherмальных месторождений существенно серебряного и золото-серебряного типов в структурах вулканогенных поясов во многом связано с тем, что в их основании залегают потенциально золото- и/или сереброносные толщи верхоянского и чукотского терригенных комплексов, а также древние метаморфические комплексы срединных массивов (кратонов), послужившие дополнительными источниками металлов для вулканогенно-плутоногенных месторождений [6].

Необходимо также отметить, что в пределах ОЧВП не обнаружено значительных золото-серебро-теллуридных месторождений и проявлений, которые Т. Ноланн [9] тесно связывал с небольшими субвулканическими телами в кайнозойских вулканических поясах западных штатов США. Однако этому есть объяснение. В ОЧВП и его перивулканической зоне широко распространены сравнительно молодые постумные тектонические движения, в результате которых субвулканические интрузивы обнажаются на поверхности и интенсивно эродируются. Таким образом, эпitherмальные месторождения, залегающие в них, почти полностью уничтожаются. Однако в порфировых и даже гипабиссальных охотских гранитоидах отмечено золото-теллуридно-висмутовое оруденение – вероятно, нижний ярус (“корни”) эпitherмальной минерализации [10].

Проблема изучения и оценки золото-серебряных месторождений близповерхностного типа в пределах вулканогенных поясов Северо-Востока России по-прежнему остается одной из наиболее актуальных задач развития минерально-сырьевой базы для добычи золота и серебра. В качестве новых методических элементов прогнозирования и выделения перспективных площадей на золото-серебряное оруденение в ОЧВП и других поясах предлагаются широко обсуждаемые в последнее время в печати и на научных конференциях новые открытия и новые результаты исследований эпitherмальных золото-серебряных месторождений России и мира:

1. Унаследованное развитие металлогении Дукацкого рудного района [11];

2. Условия образования бонанцевых эпitherмальных золото-серебряных руд в терригенных толщах под экранами вулканитов, на примере месторождения Хисикари в Японии [10];

3. Возможность обнаружения и выделения перспективных площадей на открытие в рудных районах ОЧВП большеобъемных эпitherмальных высокосульфидизированных золото-серебряных месторождений [12];

4. Выделение перспективных площадей в рудных районах ОЧВП на открытие большеобъемных месторождений аналогов гигантского место-

рождения Раунд-Маунтин (>500 т) в Неваде США, из руд которого (0.8–1.0 г/т Au) добывают ежегодно 23 т золота кучным выщелачиванием [12];

5. Выделение перспективных площадей на открытие комплексных (Zn, Pb, Ag, Au, In) полиметаллических месторождений, аналог месторождение Тайоха, Хоккайдо, Япония [10];

6. Выделение в фундаменте ОЧВП и других поясах перспективных площадей на открытие месторождений Карлинского и комплексного Au–Ag–Bi–Te-типа, связанного с гранитоидами [10].

В теоретическом отношении все более отчетливо проявляется рудноформационное разнообразие золото-серебряных месторождений. Выявлена их связь с целым рядом рудных комплексов – от золото-сульфидных и полиметаллических до медно- и олово-серебро-порфировых (табл. 1)

При прогнозировании золото-серебряного оруденения существует необходимость применить новые подходы, заключающиеся в выделении металлогенических зон, соответствующих отрезкам ОЧВП и сформировавшихся на автономных блоках фундамента; в реконструкции глубинного строения типовых рудных районов ОЧВП на основе сейсмических данных; в использовании новых приемов комплексного геолого-геофизического изучения разномасштабных картографических материалов (ГИС); в оригинальной компьютерной технологии дешифрирования космоснимков; в использовании результатов регионального и локального морфоструктурного анализа.

На Востоке России, учитывая слабую изученность вулканогенных поясов и зон, весьма реальны перспективы открытия не только мелких и средних бонанцевых, но и крупных золото-серебряных месторождений эпitherмального типа. Потенциал же штокверкового типа эпitherмальных месторождений, пригодных для отработки карьерами и кучного выщелачивания, заслуживает постановки специальных поисковых и научно-исследовательских работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 08–05–00135), Программ ОНЗ № 2 и Президиума РАН № 14.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Spurr J.R. // Econ. Geol. 1916. V. 11. P. 601–622.
2. Frimmel H.E. Proc. IX Biennial Meeting of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits. Dublin, 2007. V. I. P. 11–15.
3. Izava E., Urashima Y., Ibaraki K. et al. Epithermal Gold Mineralization of the Circum-Pacific. N.Y.: Elsevier, 1990. P. 1–56.
4. Михайлов Б.К. // Исполз. и охрана природ. ресурсов в России. 2006. № 2. С. 51–56.

5. *Laznicka P.* Giant Metallic Deposits – Future Sources of Industrial Metals. В.; Heidelberg: Springer, 2006. 736 p.
6. *Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А. и др.* // Геология руд. месторождений. 2006. Т. 48. № 6. С. 512–539.
7. *Сидоров А.А.* // ДАН. 2006. Т. 411. № 1. С. 92–95.
8. *Гончаров В.И., Вацилов Ю.Я., Сидоров А.А. и др.* Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. М.: ИГЕМ РАН, 2005. С. 69–95.
9. *Ноллан Т.* В кн.: Геология рудных месторождений западных штатов США. М.; Л.: НКТП СССР, 1937. 210 с.
10. *Волков А.В., Сидоров А.А., Прокофьев В.Ю.* Роль минералогии в познании процессов рудообразования. М.: ИГЕМ РАН, 2007. С. 86–92.
11. *Сидоров А.А., Волков А.В.* // ДАН. 2003. Т. 390. № 3. С. 374–378.
12. *Стружков С.Ф., Константинов М.М.* Металлогения золота и серебра Охотско-Чукотского вулканического пояса. М.: Науч. мир, 2005. 318 с.