

Au-Ag-ОРУДЕНЕНИЕ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

© 2010 г. Н. А. Горячев*, А. В. Волков**, А. А. Сидоров**, Г. Н. Гамянин**,
Н. Е. Савва*, В. М. Округин***

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН
685000, г. Магадан, ул. Портовая, 16,
E-mail: goryachev@neisri.ru

**Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН
115017, г. Москва, Старомонетный пер., 35
E-mail: tma2105@mail.ru

***Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульв. Пийпа, 9
E-mail: okrugin@emsd.iks.ru

Поступила в редакцию 12.04.2010 г.

Золото-серебряное оруденение континентальной тихоокеанской окраины Северо-Востока Азии контролируется разновозрастными вулканогенными поясами, наложенными на кратонные, пассивных континентальных окраин, островодужные и океанические террейны. Согласно концепции аккреционной тектоники, рассматриваемый регион в мезо-кайнозойское время представлял собой динамично развивающуюся активную континентальную окраину, что нашло свое отражение в формировании восьми последовательно развивавшихся с северо-запада на юго-восток постаккреционных вулканических поясов. Последовательное омоложение вулканических поясов, начиная с раннего мела, соответствует смещению в сторону Тихого океана системы “вулканическая дуга – желоб”. Кроме того, в пределах Омолонского кратонного террейна известен доаккреционный позднепалеозойский Кедонский краевой вулканогенный пояс. Все вулканогенные пояса и оперяющие их перивулканические зоны тектономагматической активизации образуют крупнейшую в мире металлогеническую провинцию с полихронным и разнообразным по составу вулканогенно-плутоногенным оруденением. Это позволяет по-новому взглянуть на закономерности пространственного размещения золото-серебряного эпитеpmального оруденения и причины изменчивости его минеральных типов в пределах этих поясов.

Ключевые слова: *вулканические пояса, эпитеpmальное оруденение, золото, серебро, островная дуга.*

ВВЕДЕНИЕ

За последние 50 лет систематическими геолого-съёмочными и поисковыми работами на Северо-Востоке Азии (СВА) выявлены многочисленные золото-серебряные месторождения и рудопроявления в разновременных вулканоплутонических поясах (рис. 1). Однако, несмотря на многолетнюю историю поисковых работ, обширная территория последних (суммарной протяженностью более 5000 км) по-прежнему геологически слабо изучена. Большинство выявленных проявлений и геохимических аномалий не заверены на глубину, в их пределах не проведены качественные геофизические работы. Не изучена проблема “корней” эпитеpmального оруденения, их связи с медно-порфировым оруденением в интрузивах гранитоидов и другими типами оруденения. Среди месторождений в вулканоплутонических поясах СВА крупных объектов мирового класса (с запасами более 300 т золота) до сих пор не выявлено (рис. 2).

Вместе с тем, в СВА, где изученность старых россыпных приисковых районов достаточно высока, уже давно стало ясно, что быстрый рост добычи золота и серебра надо в первую очередь связывать с развитием поисковых работ в новых вулканоплутонических поясах, перспективных на бонанцевое золото-серебряное оруденение.

Примеры освоения месторождений Кубака, Купол, Дукат, Многовершинное, Покровское – неопровержимое подтверждение этого тезиса. Более 40 т золота и 400 т серебра получены за два года эксплуатации из уникального Au-Ag-эпитеpmального месторождения Купол. В связи с этим достижением Чукотский АО стремительно выдвинулся в первую тройку лидеров в золотодобыче России, как в конце 90-х годов развитие золотодобычи на месторождении Кубака вывело Магаданскую область на первое место.

В настоящей статье сделана попытка суммировать основные за последнее десятилетие результаты изучения Au-Ag-эпитеpmальных месторождений вулканоплутонических поясов СВА.

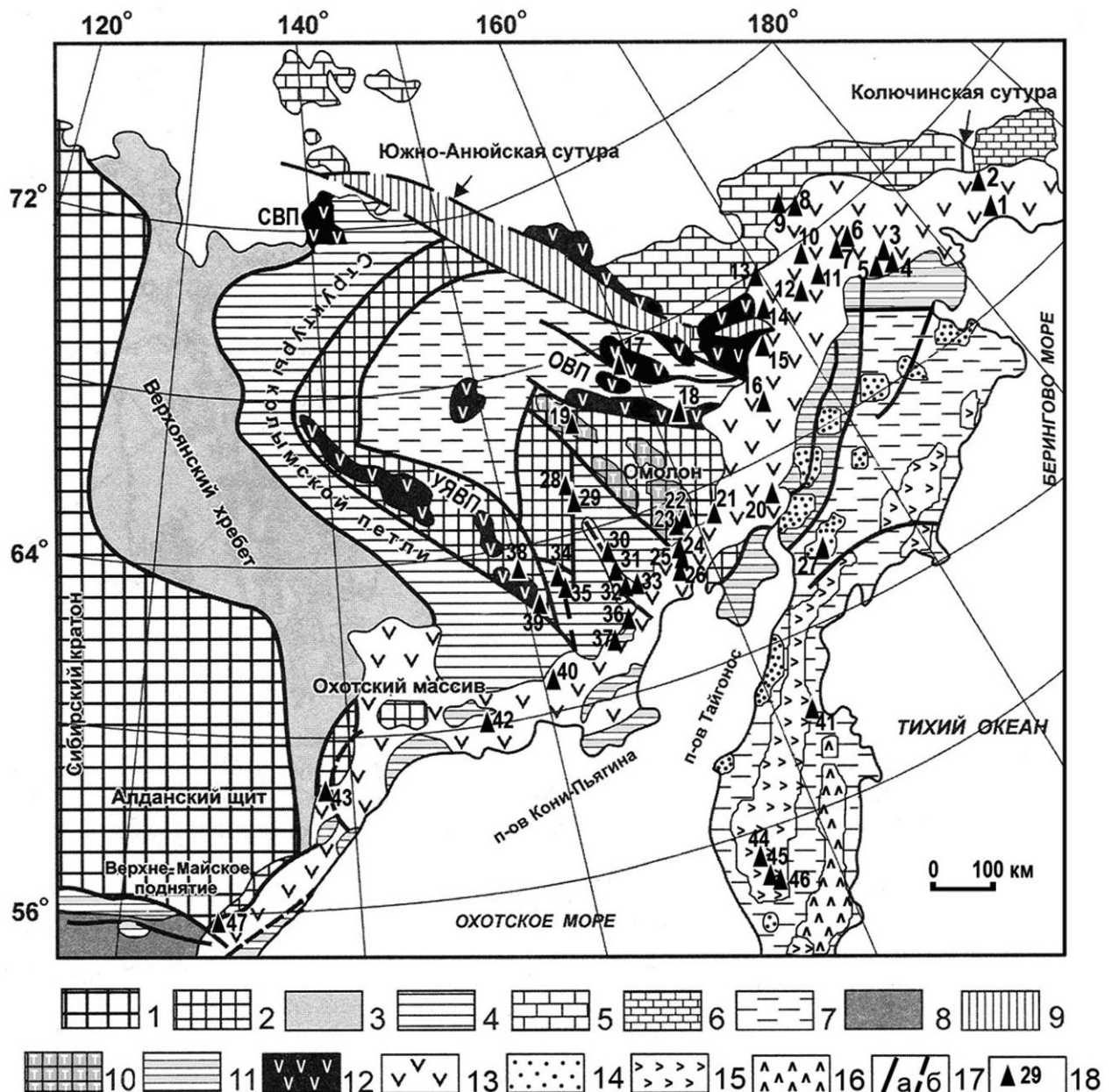


Рис. 1. Вулканогенные пояса и золото-серебряные месторождения СВА. Тектоническая основа по [26] с изменениями и дополнениями.

1 – Сибирский кратон; 2 – крупные блоки с континентальной корой Сибирского кратона; 3–4 – пассивная окраина Сибирского кратона (Верхоянский комплекс): 3 – палеозойско-мезозойские отложения, 4 – мезозойские отложения; 5 – складчатый чехол Чукотского континента; 6 – Восточно-Чукотско-Сьюардский (Эскимосский) блок; 7 – Корякско-Камчатский аккреционный пояс; 8 – Монголо-Охотский складчатый пояс; 9 – позднемезозойские коллизийные сутуры; 10 – Кедонский позднепалеозойский окраинно-континентальный вулканический пояс; 11–12 – надсубдукционные позднеюрско-раннемеловые образования: 11 – Удско-Мургаляская островодужная система, 12 – Уяндино-Ясачненский (УЯВП), Олойский (ОВП) и Святоносский (СВП) вулканические пояса; 13 – Охотско-Чукотский окраинно-континентальный позднемеловый вулканический пояс (ОЧВП); 14–16 – кайнозойские вулканические пояса: 14 – эоцен-олигоценый Корякско-Западно-Камчатский, 15 – олигоцен-четвертичный Центрально-Камчатский, 16 – плиоцен-четвертичный Восточно-Камчатский; 17 – глубинные разломы: а – границы блоков, б – зоны тектоно-магматической активизации; 18 – золото-серебряные эпипермальные месторождения (1–47): 1 – Пепенвеем, 2 – Коррида, 3 – Валунистое, 4 – Тенкерей, 5 – Жильное, 6 – Тэлэвеем, 7 – Провальные Озера, 8 – Сопка Рудная, 9 – Промежуточное, 10 – Энмываам, 11 – Арыкваам, 12 – Каенмываам, 13 – Двойной, 14 – Купол, 15 – Горностаевый, 16 – Иргуней, 17 – Клен, 18 – Весенний, 19 – Ольча, 20 – Сергеевское, 21 – Кега-ли, 22 – Биркачан, 23 – Кубака, 24–26 – Эвенская группа: 24 – Орох, 25 – Ирбычан, 26 – Сопка Кварцевая, 27 – Амгит-стовый, 28 – Роговик, 29 – Громада, 30 – Лунное, 31 – Арылах, 32 – Дукаг, 33 – Гольцовый, 34 – Печальное, 35 – Ветви-стый, 36 – Джульетта, 37 – Нявленга, 38 – Кунарское, 39 – Широкое, 40 – Карамкен, 41 – Озерновское, 42 – Бургагылкан, 43 – Хаканжа, 44 – Агинское, 45 – Бараньевское, 46 – Оганчинское, 47 – Авлякан.

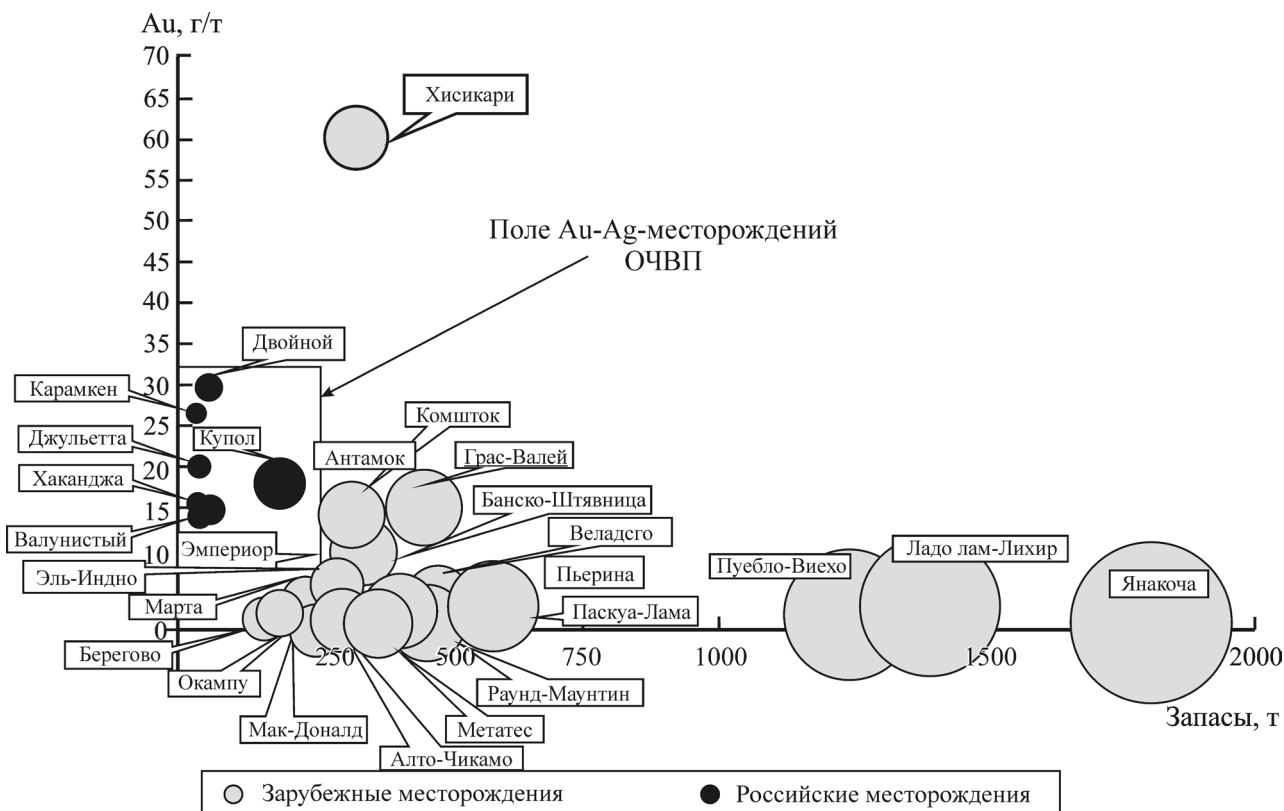


Рис. 2. Сравнительная характеристика масштабов зарубежных и российских (ОЧВП) эпитермальных золото-серебряных месторождений на диаграмме “содержание–запасы”.

Данные по зарубежным месторождениям приводятся по Р. Laznicka [33].

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ Au-Ag-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ СВА

Большинство исследователей относят Au-Ag-эпитермальные месторождения к одному классу образований, сформировавшихся в близповерхностных условиях (300–1500 м) из горячих растворов в раскрытых трещинах. Температуры образования золото-серебряных руд, по данным изучения газово-жидких включений в кварце, варьируют в широких пределах (от 50 до 420°C) при межстадийных инверсиях, достигающих 100–150°C; соответственно давление в гидротермальных системах изменялось от 5 до 250 бар [9]. Не исключено, что верхние пределы расчетного давления ошибочны из-за несовершенства методов определения, но взрывной характер образования эпитермальных руд подтверждается многочисленными зонами гидротермальных эксплозий и “трубок взрыва”. Признана связь этих месторождений с постагреционными вулканогенными поясами, зонами субдукции и с областями тектоно-магматической активизации (ТМА) [8]. В подобных структурах формировались колчеданные месторождения типа “Кууроко” и “жильного Кууроко”, связанные с формацией “зеленых туфов”, а также месторождения медно-

порфировых и золото-сульфидных вкрапленных руд, “базовые” по А.А. Сидорову [20], для ряда рудных районов с эпитермальным золото-серебряным и полиметаллическим оруденением. Очевидная связь Au-Ag-эпитермальных месторождений с глобальными структурами, контролирующими Тихоокеанский и Средиземноморский кайнозойский вулканизм, породил представления о глубинных (подкорковых, нижнекорковых) источниках рудного вещества в адуляр-халцедон-кварцевых жилах, степень конвергентности которых полностью определяется близповерхностными физико-химическими условиями отложения минеральных агрегатов.

Зарубежные исследователи [34–36] полагают, что Au-Ag-эпитермальные, полиметаллические и даже Au-сульфидные вкрапленные (типа Карлин) месторождения образуются в единой Cu-порфировой рудно-магматической системе. В последней золото-серебряные месторождения разделены на два подтипа: низкосульфидированный и высокосульфидированный [36]. По нашим представлениям, эта модель не охватывает всего разнообразия Au-Ag-эпитермальных месторождений (табл. 1, 2).

Наши исследования [24] показали, что эти месторождения не менее широко были распространены в более древние эпохи, начиная с докембрия. Разумеется, сохранность приповерхностных обра-

Таблица 1. Характеристика золото-серебряных месторождений Тихоокеанского пояса

№	Месторождение	Страна	Среднее содержание (г/т)		Рудный комплекс района	Тип
			Au	Ag		
1	Уайхи	Новая Зеландия	12	5	Au-Cu-Sf	LS
2	Эмперитор	Фиджи	13	5	Au-Cu-Sf	LS
3	Поргера*	Папуа-Новая Гвинея	4.7	11.3	Au-Cu, Au-Sf	LS
4	Ладолом*	Папуа-Новая Гвинея	4.4	7	Au-Cu	LS
5	Келиан*	Индонезия	1.9	3.8	Au-Cu	LS
6	Акупан	Филиппины	7.5	15	Au-Cu	LS
7	Хишикари*	Япония	44	22	Au-Cu	LS
8	Тайохо	Япония	0.5	80	Pb-Zn-Cu	LS
9	Многовершинное	Россия	8	16	Au-Sf, Au-Cu	LS
10	Хаканджа	Россия	15	650	Au-Sf, Ag-Sn	LS
11	Аметистовое*	Россия	10	150	Au-Sf, Ag-Sn	LS
12	Агинское	Россия	25	15	Au-Cu	LS
13	Карамкен	Россия	25	150	Au-Cu	LS
14	Джультетта*	Россия	19	420	Au-Cu, Ag-Sn	LS
15	Дукат	Россия	1.0	550	Ag-Au-Sn	LS
16	Кубака*	Россия	20	40	Fe, Au-Cu?	LS
17	Биркачан*	Россия	15	45	Au-Cu	LS
18	Клен*	Россия	15	26	Au-Cu	LS
19	Весеннее*	Россия	3.6	18	Au-Cu	LS
20	Купол*	Россия	33	372	Au-Cu, Au-Sf	LS
21	Валунистое*	Россия	25	150	Au-Cu, Au-Sf	LS
22	Крипл-Крик	США	23	15	Au-Cu-Te	LS
23	Раунд Маунтин*	США	0.9	1.5	Au-Cu-Te	LS
24	Комшток	США	14.6	150	Au-Cu-Te	LS
25	Теллурид-Силвертон	США	10	10	Au-Cu-Te	LS
26	Голдфилд	США	10.5	10	Au-Cu-Te	HS
27	Пачука	Мексика	1.4	500	Ag-Au-Sn	LS
28	Эль-Оро	Мексика	17	500	Ag-Au-Sn	LS
29	Гуанохуато	Мексика	11	450	Ag-Au-Sn	LS
30	Параль	Мексика	14.5	700	Ag-Au-Sn	LS
31	Закатекас	Мексика	7.0	500	Ag-Au-Sn	LS
32	Пуэбло-Вьехо*	Доминиканская республика	3.5	5	Au-Cu	HS
33	Кори-Колло*	Боливия	2.3	15	Au-Cu	LS
34	Янакоча*	Перу	1.4	3	Au-Cu	HS
35	Эль-Индио*	Чили	6.6	50	Au-Cu	HS

Примечание. * – месторождения, открытые и разведанные за последние 25 лет. Рудные комплексы (рудноформационные ряды) по [24]: Au-Sf – золото-сульфидный, Au-Cu – медно-молибден-порфировый, 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. Типы месторождений [36]: LS – адуляр-серицит-кварцевый (low sulfidation), HS – алунит-кварцевый (high sulfidation).

зований была обратно пропорциональна их возрасту. И, что особенно важно для “прогнозирования”, было определено положение золото-серебряных месторождений в различных рудноформационных рядах (табл. 2), что подтверждается соответствующими изменениями минеральных и геохимических парагенезисов в рудах. Однако элементы родства минеральных парагенезисов эпитермальных месторождений с другими рудными образованиями ряда улавливаются только при детальном целенаправленном изучении их минералого-геохимических особенностей. В большинстве случаев эпитермальные жилы из разных рудно-формационных рядов представляются тождественными (квазитожественными) по текстурам, структуре и минераль-

ному составу. Это каркасно-пластинчатые (агатовидные), полосчатые, поясовые метаколлоидные и сферолитовые агрегаты кварца, адуляра и карбонатов с небольшим количеством сульфидов, сульфоселей (1–3%), нередко также теллуридов и селенидов. Более того, несопоставимо большая часть безрудных или слабо рудоносных эпитермальных жил отличается от своих промышленных золото-сереброносных аналогов только содержанием золота и серебра.

Следует отметить, что в современных экономических условиях Северо-Востока России большая часть выявленных Cu-Mo-порфировых месторождений и проявлений не имеет перспективы промышленного освоения. Однако металлогенические

Таблица 2. Золото-серебряные месторождения различных рудноформационных рядов [24]

Рудноформационный ряд* (рудный комплекс)	Минеральный тип золото-серебряных руд	Связь с минерализацией базовых месторождений	Типы террейнов	Примеры
Медно-никелевый и хромитовый (базит-ультрабазитовый) (Au-Cu-Te)	золото-серебро-теллуридный	эпигенетическая	океанической коры, островодужные	Агинское (Камчатка), Зод (Армения), Калгурли (Австралия),
Медно-порфировый (Au-Cu)	электрум-халькопирит-пиритовый, сфалерит-галенитовый	парагенетическая с поздними минеральными ассоциациями	островодужные, континентальных рифтов, пассивных континентальных окраин	Песчанка, Весеннее (Чукотка), Бингем (США)
Олово-серебро-порфировый (Ag-Sn)	электрум-аргентитовый, сфалерит-галенитовый	парагенетическая допорфировая и с поздними минеральными ассоциациями	турбидитных бассейнов пассивных континентальных окраин, (перивулканические зоны)	Дукат (Северо-Восток России), Потоси (Боливия)
Золото-сульфидный вкрапленных руд (Au-Sf)	электрум-арсенопирит-пиритовый, -сульфоантимонитовый	парагенетическая с поздними минеральными ассоциациями	турбидитных бассейнов пассивных континентальных окраин (перивулканические зоны)	Майский рудный район (Чукотка)
Колчеданный полиметаллический (Pb-Zn-Cu)	электрум-халькопирит-сфалерит-галенитовый	парагенетическая с поздними минеральными ассоциациями	островодужные	провинции “зеленых туфов” (Япония)
Железистых кварцитов (Fe)	электрум-пиритовый	эпигенетическая	кратонные	Кубака, Биркачан (Омолонский террейн)
Пятиэлементный (U-Sf)	электрум (кюстелит)-уранинит-сульфидный, золото-сульфидный	эпигенетическая	кратонные, рифтогенные	Рудные горы (Европа), Олимпик-Дам (Австралия)

Примечание: * – “рудноформационный ряд” в нашем понимании более строгое понятие, нежели “рудный комплекс”.

пояса и зоны с этим оруденением играют исключительно важную роль в прогнозировании богатых потенциально промышленных золото-серебряных эпитепирмальных месторождений.

На рис. 1 видно, что в ряде районов разновозрастные вулканические пояса пространственно совмещены. На большем своем протяжении Охотско-Чукотский вулканогенный пояс (ОЧВП) перекрывает Удско-Мургальский вулканогенно-плутоногенный пояс (УМВП); его вулканопрогибы и оперяющие зоны ТМА накладываются также на Кедонский вулканогенно-плутоногенный пояс (КВП) и Олойский вулканогенно-плутоногенный пояс (ОВП). В этих районах формируются многоэтапные золото-серебряные месторождения (Джульета, Нявленга и др.). На месторождениях Кубака и Биркачан выявлена золото-серебряная минерализация палеозойского и мезозойского возрастов.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Au-Ag-ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ И ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ СВА

Золото-серебряное оруденение Северо-Востока Азии контролируется разновозрастными вулканогенными поясами (ВП), наложенными на кратон-

ные, пассивных континентальных окраин, островодужные и океанические террейны (рис. 1, табл. 3). Согласно концепции аккреционной тектоники, СВА в мезо-кайнозойское время представлял собой динамично развивающуюся активную континентальную окраину, что нашло свое отражение в формировании восьми последовательно развивавшихся с северо-запада на юго-восток постаккреционных вулканических поясов. Шесть из них развивались параллельно современному положению Курило-Камчатского глубоководного желоба (рис. 1): позднеюрско-раннемеловой Удско-Мургальский (УМВП), позднемеловой-палеогеновый Охотско-Чукотский (ОЧВП), позднемеловой-палеогеновый Восточно-Сихоте-Алиньский (ВСВП), эоцен-олигоценный Корякско-Западно-Камчатский (КЗКВП), олигоцен-четвертичный Центрально-Камчатский (ЦКВП), плиоцен-четвертичный Восточно-Камчатский (ВКВП). А Уяндино-Ясаченский (УЯВП) и Олойский (ОВП) расположены параллельно северной палеоокраине (рис. 1) континента в позднеюрское время. В пределах Омолонского кратонного террейна известен доаккреционный позднепалеозойский Кедонский краевой вулканогенный пояс (КВП). Последовательное омоложение вулканических поясов, начиная с раннего мела, соответствует

Таблица 3. Вулканогенные пояса и Au-Ag-эпитермальные месторождения Северо-Востока Азии

	Вулканический пояс	Возраст		Геодинамическая обстановка	Полезные ископаемые	Месторождения и проявления	
		индекс	млн. лет			Cu-Mo-порфировые	Au-Ag-эпитермальные
1	Кедонский	D ₃ -C ₁	416–318	Окраинно-континентальный вулканический пояс	Au, Ag, Fe, Pb, Cu, Zn, In	Табор, Щельнинское, Светкин ключ и др.	Кубака, Биркачан, Юный, Ольча, Зет, Седой и др.
2	Олойский	J ₃ -K ₁	146–100	Островная вулканическая дуга	Au, Ag, Hg, Pb, Cu, Mo, Zn, In	Песчанка, Находка, Дальнее Инахское и др.	Клен, Алиса, Весенний, Смешливое, Верное и др.
3	Удско-Мургалский	K ₁	136–100	—	Au, Ag, Hg, Pb, Cu, Mo, Zn, In	Лора, Прямой, Икримутское Викинг, Осеннее и др.	Иргуней, Джульета, Нявленга, Сергеевское и др.
4	Уяндино-Ясаченский	J ₂ -K ₁	175–136	—	Au, Ag, Pb, Cu, Zn, In	Дацитовое, Гайское, Невидимка, и др.	Кунаревское, Широкое, Урультунское и др.
5	Охотско-Чукотский	K ₂	100–70	Окраинно-континентальный вулканический пояс	Au, Ag, Sn, Hg, Pb, Cu, Zn, Mo, Sb	Шурькан, Гагачье, Красные горы, Ольховка, Вечернее, Орлиное и др.	Дукат, Лунное, Купол, Карамкен, Валунистый, Сопка Рудная, Двойное, Хаканджа и др.
6	Восточно-Сихотэ-Алинский	K ₂ -Pg ₁	100–55	—	Au, Ag, Sn, Hg, Pb, Cu, Zn, B	Ночное, Монинское, Сухое, Лазоревское и др.	Многовершинное, Белая Гора, Майское, Союзное и др.
7	Западно-Камчатский-Корякский	Pg	55–23	—	Au, Ag, Sn, Hg, Pb, Cu, Zn, W	Куйбивеем, Лаланкытап, Ржавье и др.	Аметистовое, Иволга, Орловка, Спрут и др.
8	Центрально-Камчатский	N ₁	23–5	—	Au, Ag, Hg, Pb, Cu, Zn, In	Красногорское, Малахитовое, Кирганик и др.	Агинское, Бараньевское, Озерновское и др.
9	Восточно-Камчатский, Курильский	N ₂ -Q	5–0	Островная вулканическая дуга	Au, Ag, Hg, Pb, Cu, Zn, In	Шумшу, Каргинское и др.	Кумроч, Прасловское, Рифтовое, Купол (Уруп) и др.

Примечание. Положение вулканогенных поясов показано на рис. 1.

смещению в сторону Тихого океана системы вулканическая дуга–желоб.

Au-Ag-эпитермальные месторождения на Северо-Востоке России были выявлены также в зонах тектоно-магматической активизации (ТМА), оперяющих ВП [3]. Например, в Хурчан-Оротуканской зоне ТМА эпитермальные золото-серебряные месторождения Печальное и Ветвистое залегают в юрских терригенных толщах, подстилающих останцы позднемеловых вулканитов на расстоянии более 200 км от вулканических толщ ОЧВП. На ряде месторождений в зонах ТМА (Промежуточное, Сопка Рудная, Печальное, Ирбычан) отмечены сходные черты в формировании золото-серебряного эпитермального оруденения с крупным месторождением Хисикари в Японии [4].

Таким образом, все вулканогенные пояса и оперяющие их перивулканические зоны ТМА в пределах СВА образуют одну из крупнейших в мире металлогенических провинций с полихронным и разнообразным по составу вулканогенно-плутоногенным оруденением. Это позволяет по-новому взглянуть на закономерности пространственного размещения золото-серебряного эпитермального оруденения и причины изменчивости его минеральных типов в пределах рассматриваемых поясов.

Кедонский краевой вулканоплутонический пояс (КВП)

Кедонский вулканоплутонический пояс формировался в среднем палеозое в течение 30–35 млн. лет на континентальной коре. В настоящее время его структуры фрагментарно сохранились в пределах Омолонского кратонного блока (рис. 3). Вулканисты Кедонского пояса перекрывают породы архейско-раннепротерозойского фундамента и фанерозойского осадочного чехла Омолонского блока. Общая площадь, занимаемая поясом, составляет около 40 тыс. км². Он включает субэральные покровные образования кедонской серии и синхронные им субвулканические и экструзивные массивы. Его возрастной диапазон охватывает девон и низы раннего карбона. По химическому составу вулканиты принадлежат известково-щелочной и умеренно-щелочной сериям. Характерной особенностью пояса является отсутствие крупных батолитоподобных интрузивов и существенное преобладание кислых разностей вулканитов. КВП, по-видимому, представляет собой фрагмент (400 × (80–130) км) крупного Циркумсибирского окраинно-континентального пояса [13].

С юго-востока на северо-запад выделяются три вулканических района: Кедонский, Рассошинский

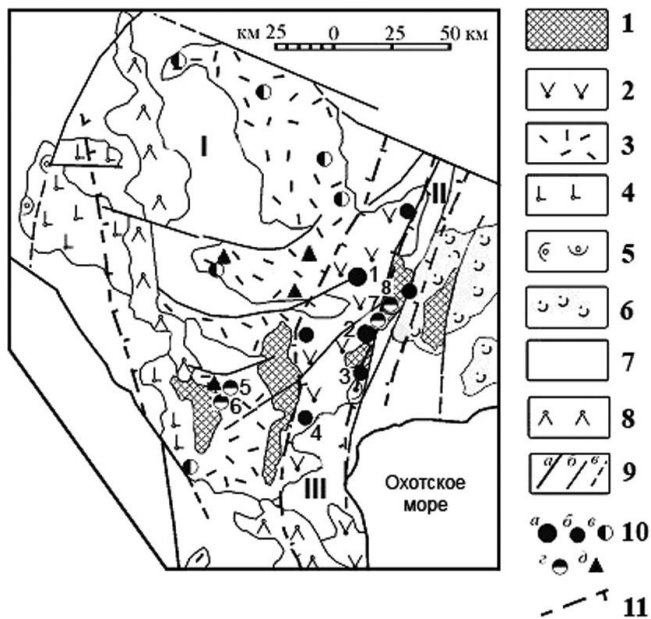


Рис. 3. Схема металлогенического районирования южной части Омолонского кратонного террейна.

1 – выступы докембрийского кристаллического фундамента; 2–4 – кедонская структурно-фациальная зона: 2 – амандыканская подзона, 3 – кедон-омолонская подзона, 4 – абкинская подзона; 5–8 – ауланджинская структурно-фациальная зона: 5 – вулканогенно-молассовая формация, 6 – молассовая и кремнистая формации, 7 – терригенные и карбонатные формации позднекаменноугольного возраста, 8 – адезитовая формация позднего мела; 9 – разломы: ограничивающие массив (а), разделяющие его на блоки (б), предполагаемые (в); 10 – месторождения (а) и проявления эпитермального типа: (б – Au-Ag, в – Ag-Au), Cu-Mo-порфиорового (г) и Au-джаспероидного (д) типов; 11 – границы металлогенических зон. Месторождения: 1 – Биркачан, 2 – Кубака. Рудопроявления: 3 – Дубль, 4 – Елочка, 5 – Вечернее, 6 – Хрустальный, 7 – Таборное, 8 – Орлиный. Металлогенические зоны: I – Кедон-Омолонская, II – Верхне-Омолонская, III – Амандыканская.

и Токур-Юряхский. Суммарная мощность вулканических покровов Кедонского, наиболее крупного района достигает 1500–2000 м в центральной части, сокращаясь к окраинным частям до 500–1200 м. Возраст пород кедонского комплекса определен радиологическими методами (Rb-Sr анализ: 334–377 млн. лет) и сравнительно редкими находками органических остатков (живетские брахиоподы и конодонты, фаменские и раннекаменноугольные конодонты и флора [13]).

В среднепалеозойский этап в пределах Омолонского террейна формировалось оруденение, типичное для окраинно-континентальных вулканоплутонических поясов. В его размещении отмечаются элементы латеральной зональности (в современных координатах): от медно-порфиорового на востоке, через эпитермальное золото-серебряное к золотоносным джаспероидам на западе [31].

Au-Ag-эпитермальное оруденение в КВП представлено двумя типами: золотым ($Au/Ag = 1/1-1/5$;

Кубака, Биркачан, Елочка) и золото-серебряным ($Au/Ag = 1/10-1/50$; Юный, Ольча).

Для КВП характерно отсутствие собственно серебряных и оловорудных месторождений, типичных для меловых поясов. В тоже время, под экраном вулканитов и в оперяющих КВП зонах ТМА в карбонатных толщах отмечается оруденение в джаспероидах, отличающееся высокой серебристостью (сотни г/т) руд (Риф и др.).

Характерная особенность руд месторождений Кубака и Биркачан – низкая сульфидность ($<0.1\%$ и $<0.5\%$, соответственно) и бедный минеральный состав, что свойственно метаморфизованным месторождениям и обеспечивает высокое извлечение Au и Ag (95–97%) при достаточно простой технологии обогащения. В рудах месторождений Кубака и Биркачан, кроме золота, электрума и пирита, практически нет других рудных минералов.

К типоморфным особенностям палеозойской золото-серебряной минерализации Омолонского кратонного блока относятся:

- полихронный характер рудоотложения;
- низкая до убогой сульфидность руд;
- двумодальное распределение пробыности самородного золота;
- низкое золото-серебряное отношение – от 4/1 до 1/30;
- отложение арсенопирита после сульфидов полиметаллов и золота;
- широкое распространение среди минеральных видов серебра его медных и железных колчеданов групп маккинстриита-ялпаита и штернбергита-штроемeyerита.

Преобладающее развитие в эпитермальных рудах пирита и гематита, позволяет отнести это оруденение к составу рудного комплекса, представленного докембрийскими золотоносными железистыми кварцитами и амфиболитами, широко развитыми в фундаменте КВП (табл. 2). В частности, на Кораргычанском выступе в докембрийских катаклазитах, среди очковых гнейсов и диафоритов отмечены амфиболиты и магнетитовые кварциты с гематитизированным кварцем, в штучной пробе из которого обнаружено 40.1 г/т золота и 306 г/т серебра; в магнетитовых кварцитах содержания золота достигают 2.4 г/т и серебра – 30 г/т. Неоднократно отмечалась золотоносность сульфидизированных докембрийских амфиболитов, гнейсов и мигматитов в пределах Абкитского поднятия. Геологическая ситуация и минеральные ассоциации известных рудопроявлений позволяют сопоставить их с оруденением типа Калгурли в Западной Австралии [21].

Уяндино-Ясачненский вулканоплутонический пояс (УЯВП)

Один из крупнейших в Северо-Восточной Азии вулканоплутонических поясов представляет собой

линейную северо-западного простирания структуру длиной более 850 км и шириной до 100 км (рис. 1). Верхнеюрские вулканогенно-осадочные образования, слагающие пояс, протягиваются от рек Селениях и Уяндина (левые притоки р. Индигирка) на северо-западе до р. Колыма на юго-востоке и приурочены к осевой части и северо-восточным склонам хр. Черского. В строении УЯВП участвуют разнообразные по составу вулканогенно-осадочные образования позднеюрского возраста. В юре ими была сложена грандиозная вулканическая цепь, от которой в настоящее время остались лишь отдельные изолированные поля и клиновидные тектонические блоки.

В современном тектоническом плане УЯВП представляет собой ряд сопряженных между собой грабенов, вытянутых в северо-западном направлении.

Среди исследователей нет единого мнения о природе УЯВП. С одной стороны, существует представление о его островодужном происхождении [8, 27], а с другой – о принадлежности к рифтогенным структурам [31]. До сих пор дискутируется вопрос о положении глубоководного желоба и наклоне палеозоны Заварицкого-Беньюфа Уяндино-Ясачнинской островной дуги [8, 28].

Структуры пояса наложены на сложный Омудевский террейн карбонатной платформы и пограничные с ним части Иньяли-Дебинского и Сугойского синклиналиев Кулар-Нерского террейна. В поясе выделяются две вулканические зоны – Илин-Тасская и Дарпирская. Первая из них сложена в основном базальтоидами, а вторая – средними и кислыми вулканитами. В первом случае осадконакопление происходило в морских условиях, во втором – в начале в субаквальных, а на завершающей стадии в субаэральных [27]. Вулканиты формируют отдельные линейно вытянутые поля или очаговые интрузивно-купольные структуры и депрессии.

Металлогения УЯВП изучена слабее других перечисленных выше поясов и, согласно существующим представлениям, определяется олово-серебро-полиметаллическим, барит-колчеданно-полиметаллическим, золото-серебряным, серебро-сурьмяным и медно-порфиоровым формационными типами оруденения [7, 31]. Промышленное значение среди указанных типов имеют серебро-сурьмяный эпитеpmальный и золото-сереброносный барит-колчеданно-полиметаллический [6, 7, 17].

Для *эпитеpmального серебро-сурьмяного* типа характерна аргиллизация вмещающих пород, развивающаяся по вулканитам, вулканогенно-осадочным породам и роговикам. Сереброносность руд определяет пираргирит-фрейбергитовая (от 15 до 50% Ag) ассоциация и сопутствующие ей сереброносные минералы: миаргирит, стефанит, акантит, дискразит, самородное серебро. Антимонит-бертьеритовая ассоциация встречается спорадически, но является индикаторной для данного типа оруденения.

Золото-сереброносный барит-колчеданно-полиметаллический тип (Хотойдох, метаморфизованный тип Куроко) локализуется среди эффузивно-осадочных толщ, контролируется протяженными (>4 км) и мощными (около 400 м) тектоническими нарушениями, сопровождается кварц-серцит-барит-пиритовыми метасоматитами. Руды сложены динамометаморфизованными кварц-сфалерит-баритовой и тетраэдрит-халькопирит-борнит-галенитовой ассоциациями. Носителем серебра в рудах (200–500 г/т) являются сереброносная (до 20% Ag) блеклая руда, матильдит, андорит и самородное серебро. Самородное золото (482–780‰) определяет золотность руд – 1–3 г/т. Широкое развитие таких сульфидизированных зон в пределах УЯВП свидетельствует о высоком потенциале золото-сереброносного барит-колчеданно-полиметаллического оруденения. По данным Е.Ф. Дылевского [12], контрастная базальт-андезит-риолитовая вулканическая формация по своим особенностям сопоставима с аналогичными формациями энсиалических Японской и Рудноалтайской островных дуг.

Такая металлогеническая специализация внешней зоны УЯВП может быть связана с развитием в палеозойском основании пояса толщ карбонатного состава, содержащих сереброносные стратиформные медные и полиметаллические залежи.

Для золото-серебряной минерализации УЯВП главными особенностями можно считать:

- высокую сурьмянистость и мышьяковистость руд, обусловленную присутствием в рудах сульфосурьмидов и сульфосурьмидов (бертьерит, гудмундит, арсенопирит, антимонит) до 30–50%, вплоть до массивных;
- развитие высокосурьмянистого арсенопирита с содержанием Sb более 4%;
- наличие ртутистого самородного золота (Hg до 1.4 мас. %);
- метаморфизм руд, обусловленный пострудными магматическими инъекциями, и, в связи с этим, наложение турмалинизации на пропилиты;
- присутствие минералов висмута в постпродуктивных парагенезисах и среди них – селенистых теллуридов висмута (Se до 8.5 мас. %);
- значения золото-серебряного отношения от 1/15 до 1/60.

Олойский вулcano-плутоногенный пояс (ОВП)

Олойский вулcano-плутоногенный пояс контролируется палеоостроводужной системой ранне-мелового возраста, расположенной между Южно-Ануйским и Омолонским террейнами и протягивается в северо-западном направлении на 800 км, достигая мыса Святой Нос, при ширине в центральной части до 200 км (рис. 1). Многочисленные Cu-Mo-порфиоровые и Au-Ag-эпитеpmальные

Таблица 4. Характеристика **Cu-Mo-порфировых и Au-Ag месторождений и рудопроявлений Баимской металлогенической зоны**

№ п/п	Название	Рудный район	Среднее содержание			
			Cu (%)	Mo (%)	Au (г/т)	Ag (г/т)
1	Песчанка	Баимский	0.51	0.03	0.42	1.4
2	Находка	—"	0.4	0.015	0.15	1.2
3	Весеннее	—"	0.5	0.0004	3.6	35
4	Аскет	—"	0.3–1.4	0.03	0.2–11.9	0.5–30
5	Пасмурное	—"	0.3–1.0	0.01	1–28.3	3–70
6	Лучик	—"	0.12–0.9	0.0001–0.02	0.32	2
7	Весенний-3	—"	0.4	0.015	0.15	1.2
8	Мальш	—"	0.4	0.006	0.15	6.2
9	Прямой	—"	0.36	0.0035	0.34	2.1
10	Веснинское	Эргувеемский	0.16–2.06	0.02–0.7	0.4–7.25	1–100
11	Пряжка-1	—"	0.2–0.5	0.01–0.2	0.1–0.5	1–10
12	Пряжка-2	—"	0.34–2.79	0.03	0.01–0.1	3
13	Пряжка-3	—"	0.1–0.8	0.08–0.3	0.2	1–15
14	Сокол	—"	0.5–1.0	0.01–0.2	0.2	1–10
15	Ржавый	—"	0.3	0.05	1.0	1–10

Примечание. Таблица составлена по данным геологоразведочных работ Анюйской ГРЭ.

месторождения связаны с магматизмом этой палеоостровной дуги. Cu-Mo-штокверки локализуются в штоках и небольших массивах габбро-монцонит-сиенитовой серии, а Au-Ag-эпитермальные жильные проявления и месторождения формируются на их периферии.

Возраст оруденения по геологическим и изотопным данным оценивается как конец поздней юры [30]. Однако имеются К-Аг данные, указывающие на раннемеловой возраст некоторых рудоносных сиенитовых интрузивов [10].

Типоморфной особенностью рудной минерализации ОВП является широкое развитие магнетита [31]. Это, по-видимому, обусловлено субстратом пояса, представленным блоками океанического происхождения и фрагментами докембрийских пород периферии Омолонского блока, содержащих железистые кварциты. В юго-восточной части ОВП, рудные поля вытягиваются цепочкой вдоль Баимского глубинного субмеридионального разлома, что послужило основанием для выделения одноименной металлогенической зоны.

Баимская металлогеническая зона протягивается на 80 км при ширине 6–18 км. Она включает многочисленные Au- и Ag-содержащие Cu-порфировые, Mo-Cu-порфировые, Au-Ag-эпитермальные месторождения и проявления (табл. 4). Центральная и северная части Баимской зоны практически совпадают с юго-восточным блоком Курьинского вулканопрогиба Олойского пояса (позднеюрско-раннемелового возраста), где проявлены интрузивы габбро-монцонит-сиенитовой формации с медно-порфировым оруденением. В восточной части Баимской зоны в пределах одноименного рудного района к массивам сиенитового и монцонитового состава приурочены Cu-Mo-Au-Ag штокверки (месторождения Песчанка и Находка). С ними ас-

социируют россыпи высокопробного золота с редкими платиноидами. В юго-западной части среди верхнеюрских отложений известны многочисленные сульфидно-кварцевые и кварц-карбонатные эпитермальные жилы с Au-Ag оруденением (месторождение Весеннее, проявление Верное, Смешливое, Эргувеемское, Гусь и др.).

Основанием для объединения в один Cu-порфировый рудноформационный ряд, перечисленных выше месторождений и проявлений, служит: 1) отчетливая связь с одной и той же вулканоплутонической ассоциацией; 2) однотипность и преемственность минерального состава и элементов-примесей в рудах и минералах, выражающаяся в наличии сквозных рудных минералов и элементов; 3) идентичность состава минералообразующих растворов, устанавливаемая при изучении флюидных включений руд [9]; 4) близкие изотопные характеристики рудных свинцов.

Необходимо отметить, что ОВП обладает значительным количеством перспективных рудопроявлений (табл. 4).

Удско-Мургальский вулканогено-плутоногенный пояс (УМВП)

Пояс подстилает ОЧВП и контролируется окраиной континента и границами одноименной палеоостровной дуги [11, 15]. Позднеюрско-раннемеловая магматическая дуга прослежена от левобережья р. Уды через Охотский кратонный блок и Армано-Вилигинский террейн к структурам Кони-Мургальского террейна (рис. 1). В составе вулканитов УДВП преобладают базальты и андезитобазальты, их туфы, туфобрекчии, туфоалевролиты; кислые разности составляют не более 20%. Мощности толщ на всем протяжении находятся в преде-

лах 3–7 км, интрузивные комплексы представлены диорит-гранодиоритовой формацией.

Крупный ареал развития Au-Ag-эпитермальных и Mo-Cu-порфировых месторождений перекрыт фронтальной зоной ОЧВП, наложенной на интенсивно дислоцированный и местами шарьированный в сторону континента терригенно-вулканогенный комплекс окраинно-континентальной дуги. Прожилково-вкрапленная и жильно-штокверковая минерализация ассоциирует с порфировыми комплексами [4]. По направлению к континенту существенно Cu оруденение сменяется Mo-Cu и собственно Mo, часто с W, а далее – Sn оруденением, что хорошо коррелирует с увеличением мощности “гранитного” слоя и возрастанием в составе рудоносных магматических комплексов роли лейкократовых гранитов и гранит-порфиров [11]. Руды жильных Au-Ag-эпитермальных месторождений (Джультета, Нявлenga и др.) характеризуются “прогрессивным” рудообразованием [9] и стабильно повышенными содержаниями серебра.

Охотско-Чукотский вулcano-плутонический пояс (ОЧВП)

Этот золото-сереброносный пояс мирового значения ничем, кроме изученности, не уступает Андийскому и Балкано-Карпатскому металлогеническим поясам. В ОЧВП известны многочисленные золото-серебряные месторождения, главные из которых показаны на рис. 1. Кроме того, в ОЧВП выявлено несколько десятков перспективных рудопроявлений и более 2000 точек минерализации. Сравнительно недавно здесь были открыты три крупных месторождения – Купол и Двойной на Западной Чукотке и Светлое в Хабаровском крае. Практически все известные золото-серебряные месторождения и большинство рудопроявлений ОЧВП находятся в распределенном фонде недр, как в Магаданской области, так и на Чукотке и Хабаровском крае. Такова инвестиционная привлекательность боуанцевых высокотехнологичных эпитермальных руд.

ОЧВП является тектонотипом окраинно-континентальных вулcano-плутонических поясов и самым крупным элементом Восточно-Азиатской системы этих структур. Его протяженность – около 3000 км, ширина 100–300 км. ОЧВП сложен исключительно субаэральными вулканидами известково-щелочной и отчасти субщелочной серии (глиноземистые базальты–андезиты–дациты–риолиты) мощностью до 5–7 км, а также родственными им по составу, близкими по возрасту нередко батолитового типа интрузивами, в большинстве многофазными, сложенными габбро, диоритами, преобладающими гранодиоритами (с участием тоналитов и кварцевых монзонитов) и гранитами. Геологическое строение и металлогения ОЧВП широко освещены в литературе [1, 19, 22,

29], и поэтому в данной статье детально не рассматриваются.

Для золото-серебряной минерализации в ОЧВП отмечается наибольшее разнообразие минеральных типов и минеральных ассоциаций, связанных как с их положением относительно примыкающих к ОЧВП металлогенических зон, так и со степенью дифференцированности самих Au-Ag систем. Тем не менее, существуют и отличительные признаки для этого периода формирования эпитермальных месторождений по сравнению с более ранними эпохами:

- отложение арсенопирита предшествует отложению полисульфидных ассоциаций;
- широкий спектр сурьмяно-мышьяковых сульфосолей серебра в рудах;
- золото-серебряное отношение колеблется в значительных пределах – от 1/10 до 1/1200;
- высокая селенистость руд.

Наиболее специфично эпитермальное оруденение Омсукчанского вулcanoпрогиба ОЧВП, которое относится к золото-серебряному промышленному типу (рис. 4). Оно характеризуется высокой сульфидностью и сереброносностью руд и их низкой золотоносностью (золото-серебряное отношение 1/300–1/1000). Существенно серебряное эпитермальное оруденение формировалось здесь в мезозойскую эпоху синхронно с ОЧВП, но в условиях задугового растяжения. Многократно повторяющиеся вулканические и плутонические инъекции и “перемешивание” корового и мантийного вещества в рифтоподобной зоне, гетерогенность его источников создали благоприятные условия для пространственного совмещения магматических образований с различной металлогенической специализацией. Результатом этого стало широкое развитие комплексных (поликомпонентных) месторождений – золото-серебряных, серебро-полиметаллических, олово-серебро-полиметаллических и др., а также последовательное полихронное и полиэтапное накопление серебра в рудах. Именно эти факторы в сочетании с благоприятными структурными условиями сыграли ключевую роль в формировании уникального по запасам серебра месторождения Дукал и его многочисленных сателлитов (Лунное, Арылах, Тидит, Гольцовый и др. (рис. 4)).

К “необычным” можно отнести также крупнейшее из известных в настоящее время в ОЧВП – месторождение Купол [23] (Каемравеемское вулканическое поле), обладающее рядом типичных и нетипичных для месторождений ОЧВП черт.

К типичным чертам месторождения Купол можно отнести [18]: 1) связь с вулканическими процессами – структурное положение в обрамлении вулcano-тектонической депрессии, связь с зоной кольцевого разлома в обрамлении вулканической просадки; 2) изменчивый характер мощности рудных жил; 3) наличие метасоматической зональ-

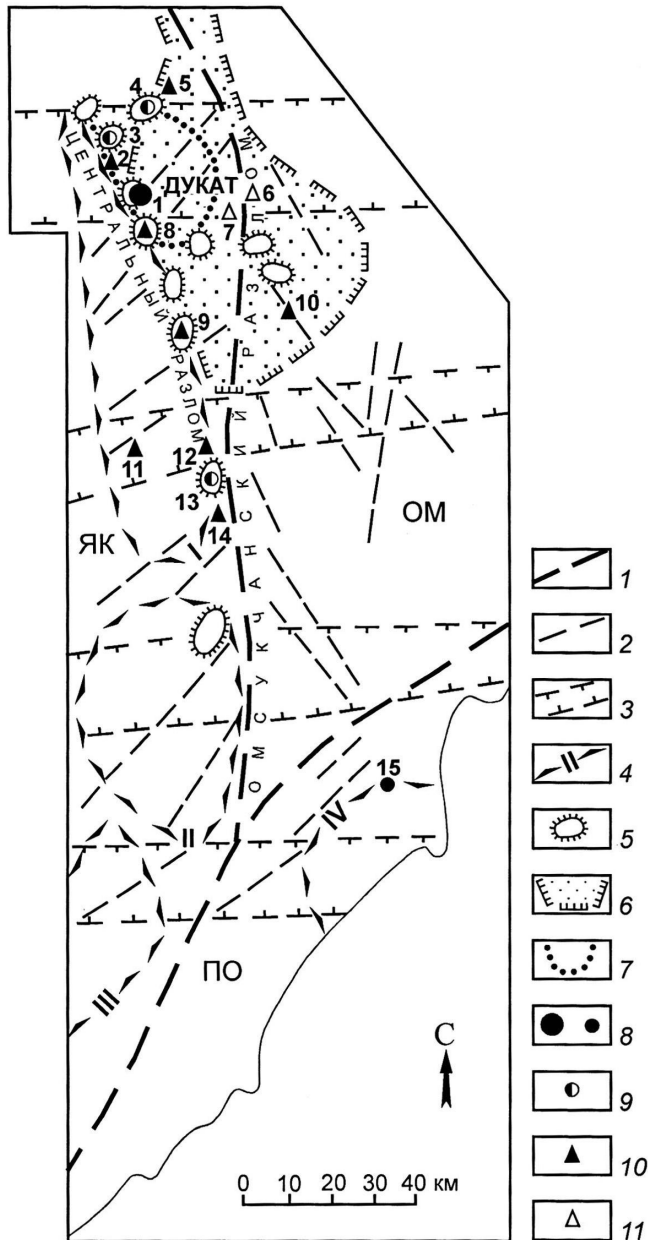


Рис. 4. Схема глубинного строения Омсукчанского рифтогенного прогиба.

1 – глубинные разломы; 2 – мелкие разрывные нарушения; 3 – зона сквозных разломов; 4 – границы очаговых структур на глубине 4–6 км; 5 – локальные интрузивно-купольные поднятия; 6 – впадина, заполненная молассоидными отложениями; 7 – Иргучанская кольцевая структура; 8–11 рудопоявления: золото-серебряные (8), серебро-полиметаллические (9), касситерит-сульфидные (10) и касситерит-кварцевые (11). Очаговые структуры: I – Невская, II – Джетская, III – Туманинская, IV – Калалагинская, ЯК – Яно-Колымский блок, ОМ – Омолонский блок, ПО – Приохотский блок. Месторождения: 1 – Дукат, 2 – Малый Кэн, 3 – Мечта, 4 – Тидид, 5 – Ново-Джагыньское, 6 – Хатарен, 7 – Индустриальное, 8 – Контактное, 9 – Невское, 10 – Галимовское, 11 – Турман, 12 – Трудненское, 13 – Гольцовое, 14 – Ирча, 15 – Теплое.

ности: аргиллизиты → серицитовые кварциты → кварц-хлоритовые и → хлорит-эпидотовые пропилиты; 4) широкое развитие в рудах колломорфно-полосчатых и каркасно-пластинчатых текстур; 5) тонкозернистый характер рудной минерализации; 6) присутствие наряду с самородным золотом электрума и высокая дисперсия значений пробыности золота.

К нетипичным чертам месторождения Купол, по сравнению с другими месторождениями ОЧВП, относятся: 1) относительно большой размах оруденения (скважины на глубинах свыше 450 м встречают руды с видимым золотом); 2) мощность рудовмещающей полости достигающая 22 м, а вместе с дайкой – 40 м; 3) положение секущей дайки риолитов в центральной части рудовмещающей полости, разделяющей рудную жилу на тела висячего и лежащего крыльев; 4) наличие взрывчатых брекчий внутри рудного тела; 5) широкое развитие брекчий и мегабрекчий в рудных телах с кокардовым обрастанием рудным агрегатом обломков различного состава; 6) присутствие большого количества ярозита в цементе рудных брекчий, при относительно низкой сульфидности (0.5–1%) в главном рудном теле; 7) пониженное количество адуляра; 8) преобладание сульфида серебра – акантита в рудах над сульфосолями Ag; 9) последовательное снижение Au/Ag отношения от поверхности на глубину от 1/3 до 1/100 (обратная зональность).

Важная структурная особенность месторождения Купол – формирование рудной зоны контролируется мощной и протяженной дайкой риолитов (более 4 км). Подобная структурная ловушка определяет бананцевый характер и значительный вертикальный и латеральный размах эпиптермального оруденения. В аналогичной структурной позиции в соседнем Илирнейском рудном районе Западной Чукотки известно перспективное золото-серебряное месторождение Двойное, которое также отличается высокими содержаниями золота (29 г/т).

Именно нетипичные черты позволяют предполагать особую специфику образования месторождения Купол. В первую очередь – это размах оруденения, свойственный тем месторождениям, в которых Au-Ag оруденение наложено на жерловые фации. В пользу такого предположения говорят не только большой размах оруденения и мощность рудовмещающей структуры, но и такие факты, как наличие большого количества брекчий и мегабрекчий с кокардовыми текстурами обрастания обломков различного петрографического состава халцедон-адуляровым агрегатом (с золото-серебряной минерализацией), а также разнообразие брекчий, в том числе взрывчатых внутри рудного тела. Обращает на себя внимание и высокое содержание ярозита, который цементирует обломки кварцевого агрегата, при общей низкой сульфидности руд. Подобные образования не являются следствием экзогенных про-

цессов, они характерны для фумарол или сольфатар, сопровождающих вулканические извержения и характеризуются высокими давлениями и температурами, достигающими до 300°C. Причем сольфатары могли создавать также и определенные условия для выноса Au к верхним горизонтам, обеспечивая, тем самым, высокое Au/Ag отношение, именно на верхних горизонтах месторождения подобно золотоносным фумарольным полям Толбачинского вулкана [2]. Здесь же, на Куполе, имели место эмиссии Hg и Se – эти элементы в заметных количествах установлены в составе рудных минералов. Не случайно, на наш взгляд, и внедрение пострудной дайки в рудо локализирующую структуру. В целом, вся эта структура приурочена к зоне долгоживущего разлома, где могли быть вулканические прорывы, и постоянно происходили тектонические подвижки. Об этом говорят взбросы и сдвиги, которые зафиксированы как в размещении фрагментов рудных тел, так и в форме тела дайки и ее блокоподобного внутреннего строения.

Сопоставление между собой по интенсивности эпитеpmального оруденения различных секторов ОЧВП, показывает, что детально изученный Охотский сектор (месторождения Карамкен, Нявленга, Джульетта, Дукал, Лунное, Арылах, Бургагылкан, Эвенская группа) по существующим запасам золота и серебра уступает слабее изученному Анадырскому сектору (месторождения Купол, Валунистый, Двойной). По-видимому, этот факт отражает весьма сложное геологическое строение Охотского сектора ОЧВП. Здесь развит многоэтапный магматизм: до-, син-, и постэпитеpmальный, с которым ассоциирует разнотипное оруденение [22]. Именно в этом секторе ОЧВП широко развиты реювенированные эпитеpmальные месторождения [9]. По сравнению с Анадырским сектором в Охотском преобладают кислые магматические комплексы, имеющие олово-серебро-молибденовую специализацию. Развитие эпитеpmальных 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 серебряносные толщи верхоянского и чукотского терригенных комплексов, а также древние метаморфические комплексы срединных массивов (кратонов), послужившие дополнительными источниками металлов для вулканогенно-плутоногенных месторождений [4].

Необходимо также отметить, что в пределах ОЧВП не обнаружено значительных золото-серебро-теллуридных месторождений и проявлений, которые Т. Ноланн [14] тесно связывал с небольшими субвулканическими телами в кайнозойских вулканических поясах Западных штатов США. Возможно, это связано с тем, что в ОЧВП и его перивулканической зоне широко развиты молодые постумные тектонические движения, в результате

которых субвулканические интрузивы обнажаются на поверхности и интенсивно эродируются. Таким образом, эпитеpmальные месторождения, залегающие в них, нередко почти полностью уничтожаются. В порфировых и даже гипабиссальных охотских гранитоидах отмечено золото-теллуридно-висмутовое оруденение с высокими содержаниями серебра – вероятно, нижний ярус (“корни”) эпитеpmальной минерализации [25].

Камчатские вулканические пояса

Корякско-Западно-Камчатский вулканический пояс (КЗКВП) протягивается вдоль западного побережья перешейка Камчатского полуострова, а также по бортам Пенжинской депрессии (рис. 1). Состав вулканитов меняется от базальтов до риолитов. Общая мощность вулканогенных образований достигает 3500 м. Северная часть пояса (в пределах Корякского нагорья) имеет олигоценный возраст, меньшую мощность и более кислый состав. Поля эоценовых вулканитов развиты практически непрерывно по всему западному побережью и могут интерпретироваться как островная дуга, так как в разрезе вулканитов присутствуют мелководные осадочные фации [16]. В южной части КЗКВП выявлено Окинчеваямское золото-серебряное проявление, известны также мелкие проявления ртути и шлиховые ореолы касситерита. В северной части располагается Ичигин-Уннейваямский рудный район, включающий крупное Аметистовое месторождение и многочисленные золото-серебряные и оловорудные проявления, связанные с палеовулканическими постройками андезит-дацит-риолитовой формации.

Центрально-Камчатский вулканический пояс (ЦКВП) палеогенового возраста контролируется зоной Главного Камчатского глубинного разлома на протяжении около 1800 км (рис. 1). Это крупнейшая орогенная структура Камчатки. Резкое преобладание в ЦКВП андезитов и андезибазальтов в составе вулканогенных накоплений ЦКВП, в отличие от ранее описанных вулканогенных поясов, по-видимому, является отражением мафического фундамента пояса. Последнее обстоятельство определяет специфику металлогении ЦКВП, характеризующейся отсутствием оловорудных и серебрянорудных проявлений, широким развитием близповерхностного оруденения теллуридного подтипа золото-серебряной формации. В пределах ЦКВП выявлено наибольшее количество промышленно интересных золото-серебряных объектов, объединяемых в Северо-Камчатский, Оганчинско-Козыревский (Центрально-Камчатский) и Южно-Камчатский рудные районы. Кроме того, в пределах ЦКВП известны многочисленные ртутные и золото-ртутные проявления, а с зонами вторичных кварцитов ассоциируют залежи алунито-серных руд.

Восточно-Камчатский вулканический пояс (ВКВП), сопряженный с современным Курило-Камчатским желобом, протягивается параллельно юго-восточному побережью Камчатки от крайнего юга до створа Алеутской островной дуги (рис. 1). Заложение пояса произошло в плиоцене. Активные проявления вулканизма продолжают до настоящего времени. Металлогения ВКВП изучена слабо. В его пределах выявлено Кумрочское золото-серебряное месторождение. Формирование золото-серебряной минерализации происходит в ВКВП и в настоящее время, например в недрах кальдеры вулкана Узон и в шлаковых конусах вулкана Толбачик [32].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты изучения золото-серебряного эпitherмального оруденения, суммированные в данной статье, показывают влияние на минералогию руд близповерхностных месторождений металлогенических особенностей структур основания и, вероятно, докембрийского фундамента вулканогенных поясов СВА.

В вулканогенных поясах СВА, в пределах медно-молибден-порфириновых и колчеданных рудных районов, распространены месторождения золото-серебряного и серебряного подтипов, а в связи с базит-ультрабазитовыми комплексами – золото-серебро-теллуридного подтипа, с залежами железистых кварцитов связаны месторождения золотого подтипа, в оловорудных районах преобладают существенно серебряные с золотом месторождения.

Наиболее изученным из всех рассмотренных выше вулcano-плутонических поясов на Северо-Востоке России является ОЧВП. Все структуры ОЧВП потенциально рудоносны. Однако рудоносные зоны вулканогенных структур фрагментарно изучены лишь в южной части Охотского, во внешней части Центрально-Чукотского и крайне незначительно во внутренней части Анадырского секторов ОЧВП.

Порфириновое и эпitherмальное оруденение (Cu-Mo, Sn-Ag, Au-Pb-Zn-Ag, Sb-Hg), характерное для ОЧВП, обладает определенными элементами однородности во всех вулканно-плутонических структурах независимо от характера их основания (фундамента). Это тесно связано с физико-химическими условиями минералообразования (близповерхностные или перманентно раскрывающиеся вулканогенные гидротермальные системы) и определяет также масштабную экстенсивность гидротермальных изменений пород и рудопроявлений. Вместе с тем, интенсивность порфиринового и эпitherмального оруденения (крупные месторождения) определяется унаследованностью от рудоносных структур геотермального основания ОЧВП [4].

При прогнозировании золото-серебряного оруденения существует необходимость применения

новых методов выделения металлогенических зон, 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 бананцевых, но и крупных золото-серебряных месторождений эпitherмального типа. Потенциал жестковеркового типа эпitherмальных месторождений, пригодных для отработки карьерами и кучного выщелачивания заслуживает постановки специальных поисковых и научно-исследовательских работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 08-05-00135-а), программы ОНЗ РАН № 2, программы Президиума РАН № 23, гранта-ми РФФИ 09-05-98593-р_восток_а, 09-05-00819_а и ДВО РАН 09-И-СУ-08-002

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белый В.Ф.* Геология Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 76 с.
2. *Вергасова Л.П., Старова Г.Л., Серафимова Е.К. и др.* Самородное золото вулканических эксталаций шлаковых конусов большого трещинного Толбачинского извержения // Вулканология и сейсмология. 2009. № 1. С. 37–46.
3. *Волков А.В.* Закономерности размещения и условия формирования золоторудных месторождений в зонах тектоно-магматической активизации Северо-Востока России // Геология рудных месторождений. 2005. Т. 47, № 3. С. 211–229.
4. *Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А. и др.* Закономерности размещения и условия образования Cu-Au-порфириновых месторождений Северо-Востока России // Геология рудных месторождений. 2006. Т. 48, № 6. С. 512–539.
5. *Волков А.В., Сидоров А.А.* Уникальный золоторудный район Чукотки. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. 180 с.
6. *Гамянин Г.Н., Горячев Н.А., Бортников Н.С., Аникина Е.Ю.* Типы серебряного оруденения Верхояно-Кольмских мезозойд (геология, минералогия, генезис, металлогения) // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22, № 6. С. 113–126.
7. *Гамянин Г.Н., Гринберг Г.А.* К оценке перспектив золото-серебряного оруденения Уяндино-Ясачинского вулканического пояса // Геол. конф. Якутии по

- золоту. Тез. докл. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1974. С. 66–67.
8. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 1–572. Кн. 2. С. 573–981.
 9. Гончаров В.И., Сидоров А.А. Термобарогеохимия вулканогенного рудообразования. М.: Наука, 1979. 205 с.
 10. Городинский М.Е., Гулевич В.В., Титов В.А. Проявления медного оруденения на Северо-Востоке СССР // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Вып. 24. Магадан: Магаданское кн. изд-во, 1978. С. 151–158.
 11. Горячев Н.А. Удско-Мургальская магматическая дуга: геология, магматизм, металлогения // Проблемы металлогении рудных районов на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2005. С. 17–35.
 12. Дылевский Е.Ф. Колчеданоносность вулканических ассоциаций (на примере вулканических комплексов центральных районов Северо-Востока России) // Стратиформное оруденение осадочных и осадочно-вулканогенных формаций Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. С. 61–81.
 13. Егоров В.Н., Шерстобитов П.А. Кедонская вулканоплутоническая ассоциация юго-восточной части Омолонского массива // Магматизм и метаморфизм Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. С. 23–29.
 14. Ноллан Т. Эпитермальные месторождения драгоценных металлов // Геология рудных месторождений Западных штатов США. М.-Л.: НКТП СССР, 1937. 350 с.
 15. Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойд северо-востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 192 с.
 16. Петренко И.Д. Золотосеребряная формация Камчатки. СПб: ВСЕГЕИ, 1999. 112 с.
 17. Савва Н.Е. Минеральный состав и особенности перераспределения вещества руд колчеданно-полиметаллического месторождения Хотойдох // Стратиформное оруденение осадочных и осадочно-вулканогенных формаций Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. С. 97–116.
 18. Савва Н.Е., Бянкин М.А. **Au-Ag месторождение Купол** – типичный или не типичный объект? // Тез докл. Всерос. науч. конф. Чтения памяти академика К.В. Симанова. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2009. С. 138–139.
 19. Сидоров А.А. Золото-серебряная формация Восточно-Азиатских вулканических поясов. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1978. 370 с.
 20. Сидоров А.А. Рудные формации фанерозойских провинций. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1987. 84 с.
 21. Сидоров А.А. Рудные формации и эволюционно-исторический анализ благороднометалльного оруденения. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998. 246 с.
 22. Сидоров А.А., Белый В.Ф., Волков А.В. и др. Золото-серебряносный Охотско-Чукотский вулканогенный пояс // Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51, № 6. С. 512–527.
 23. Сидоров А.А., Ващилов Ю.Я., Волков А.В., Белый В.Ф. Глубинное строение Каемравеемского рудного района и особенности формирования золото-серебряного оруденения // Докл. АН. 2008. Т. 421, № 1. С. 80–85.
 24. Сидоров А.А., Волков А.В. Генетическое разнообразие и конвергенция эпитермального золото-серебряного оруденения // Докл. АН, 2004. Т. 397, № 1. С. 72–77.
 25. Сидоров В.А., Волков А.В., Вольфсон А.А., Сидоров А.А. **Au-Bi-Te-оруденение в гранитоидном шток**е Контактный (Северо-Восток России) // Докл. АН. 2007. Т. 417, № 8. С. 1164–1168.
 26. Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л., Григорьев В.Н. Зона перехода Азиатский континент–Северо-Западная Пацифика в позднеюрское-раннемеловое время // Теоретические и региональные проблемы геодинамики. М.: Наука, 1999. С. 30–82.
 27. Ставский А.П., Гедько М.И., Данилов В.Г. Уяндино-Ясачинская островная дуга // Геологическое картирование вулканоплутонических поясов. М.: Роскомнедра, Геокарт, МАНПО, 1994. С. 265–296.
 28. Тектоника, геодинамика и металлогения территории республики Саха (Якутия) / под ред. Л.М. Парфенова и М.И. Кузьмина. М.: МАИК, 2001. 571 с.
 29. Умитбаев Р.Б. Охотско-Чаунская металлогеническая провинция. М.: Наука, 1986. 286 с.
 30. Шаповалов В.С. Признаки единой РМС на примере сложно-формационного оруденения (Западная Чукотка) // Проблемы рудно-формационного анализа и поисковой минералогии на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. С. 73–82.
 31. Шпикерман В.И. Домеловая минерация Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998. 330 с.
 32. Chaplygin I., Yudovskaya M., Vergasova L., Mokhov A. Gold in exhalative processes of Kudriavy and Tolbachik volcanoes (Kurile-Kamchatka arc) // IAGOD Proceeding. Vladivostok, 2006. CD.
 33. Laznicka P. Giant metallic deposits – future sources of industrial metals. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. 372 p.
 34. Hedenquist J.W., Lowenstern J.B. The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits // Nature. 1994. V. 370. P. 519–527.
 35. Sillitoe R.H. Gold-rich porphyry copper deposits; geological model and exploration implication // Geological Association of Canada. Sp. Paper. 1993. V. 40. P. 465–478.
 36. White N., Hedenquist J. Epithermal gold deposits: Styles, characteristics and exploration // SEG News Letter. 1995. № 23. P. 1–12.

Рецензент А.И. Грабежнев

The epithermal Au-Ag-mineralization in volcanic belts of northeast Asia

N. A. Goryachev*, **A. V. Volkov****, **A. A. Sidorov****, **G. N. Gamyaniin****,
N. E. Savva* and **V. M. Ocrugin*****

**North East Interdisciplinary Scientific Research Institute, Far East Branch of RAS*

***Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy, and Geochemistry of RAS*

**** Institute of Volcanology and Seismology, Far East Branch of RAS*

Gold-silver mineralization in Northeast Asia is controlled by different ages volcanic belts superimposed on cratonic, passive continental-margin, island-arc, and oceanic terrains. Since the Early Cretaceous the successive rejuvenation of volcanic belts corresponded to the shift of volcanic arc–trench systems toward the Pacific Ocean. In addition in the Omolon cratonic terrain there is preaccretionary Late Paleozoic Kedon marginal volcanic belt. All volcanic belts and auxiliary perivolcanic zones of tectono-magmatic activation in the study region are united into one of the world's largest metallogenic province with polychronous and compositionally diverse volcano-plutonic mineralization. This provides a new insight into regularities in the spatial distribution of the epithermal gold-silver mineralization and causes of variations in its mineral types in the volcanic belts mentioned above.

Key words: *volcanic belts, epithermal, gold, silver, mineralization, island arc.*