

УДК 551.31:553.07(571.56+571.65)

## О МЕТАЛЛОГЕНИИ ТЕКТОНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ТЕРРЕЙНОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

*А. А. Сидоров<sup>1</sup>, А. В. Волков<sup>1</sup>, Н. Е. Савва<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва  
E-mail: Kolyma@igem.ru*

<sup>2</sup>*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан  
E-mail: savva@neisri.magadan.ru*

На основании рудноформационного анализа тектоно-стратиграфических террейнов показано, что рудные месторождения развиваются унаследованно от доаккреционного периода, а постааккреционное гидротермальное минералообразование маскирует древние полихронные аномалии рудного вещества. Эти особенности следует учитывать при разработке минералогических и геохимических поисковых критериев.

**Ключевые слова:** металлогения, рудные формации, рудные месторождения, аккреция, тектоно-стратиграфические террейны, тихоокеанское кольцо.

Представления о рудноформационных рядах и базовых рудных формациях (Российский....., 2003) создавались при изучении конкретных металлогенических провинций, зон и районов. Однако наиболее корректным оказалось применение этих представлений при металлогенической характеристике тектоно-стратиграфических террейнов (рис. 1, табл. 1). Рудноформационный анализ геологических провинций Тихоокеанского пояса показал, что металлогеническая специализация террейнов обычно определяется доаккреционным оруденением (Сидоров, 1998). Элементы однородности протяженных аккреционных и постааккреционных рудоносных поясов и зон связаны, как правило, не с характером источника рудного вещества, а с физико-химическими условиями минералообразования. Однако сколько-нибудь значительные рудные месторождения развиваются унаследованно от доаккреционного оруденения. Вместе с тем син- и постааккреционные зоны регрессивного метаморфизма, а также вулканогенной пропилитизации по минеральным ассоциациям жильных и жильно-вкрапленных образований подобны рудоносным зонам, хотя подавляющее большинство этих образований акцессорно рудоносны или нерудоносны вообще. Иными словами, физико-химические процессы, в особенности гидротермальное минералообразование, маскируют древние полихронные аномалии рудного вещества. С этим прежде всего и связана низкая эффективность существующих минералогических и даже геохимических критериев поисков и оценки месторождений; подобным же образом объясняется и тщетность многочисленных попыток определить металлогеническую специализацию гранитоидных интрузий.

Но существуют возможности выявления в пределах каждого террейна иерархических моно- и полихронных рядов рудных формаций. Каждый рудноформационный ряд связан родственными минерально-геохимическими ассоциациями, которые наиболее полно проявлены в рудах месторождений базовых формаций. Как показали наши исследования, начальные этапы развития этих месторождений обычно связаны с доаккреционными рудоносными зонами или даже с соответствующими аномалиями докембрийского фундамента и подкорового основания.

Доаккреционная (доорогенная) металлогения Северо-Востока России изучена фрагментарно (Шпикерман, 1998). Террейновая схема, составленная В. И. Шпикерманом с использованием материалов большого коллектива геологов, представляется нам наиболее удачной для демонстрации наших результатов рудноформационного анализа. Нам удалось на основе доаккреционного оруденения выделить восемь полихронных рудноформационных рядов, характеризующих металлогению региона (см. табл. 1). Наиболее хорошо изучены месторождения золото- и серебро-сульфидных рядов. Золото-сульфидные ряды разделены на полные и неполные (см. рис. 1). Полные ряды характеризуются месторождениями, руды и метасоматиты которых были ремобилизованы син- и постааккреционными процессами. В этих рядах выявлены наиболее крупные месторождения (Нежданинское, Наталкинское, Майское) жильно-вкрапленных руд. При этом вкрапленные золото-пиритовые (пирротиновые) и золото-пирит-арсенопиритовые руды формировались главным образом в до- и постааккреционные периоды; жильные руды – вследствие синаккреционного регионального метаморфизма. В неполных рядах отсутствует постааккреционная золото-сульфидная минерализация.

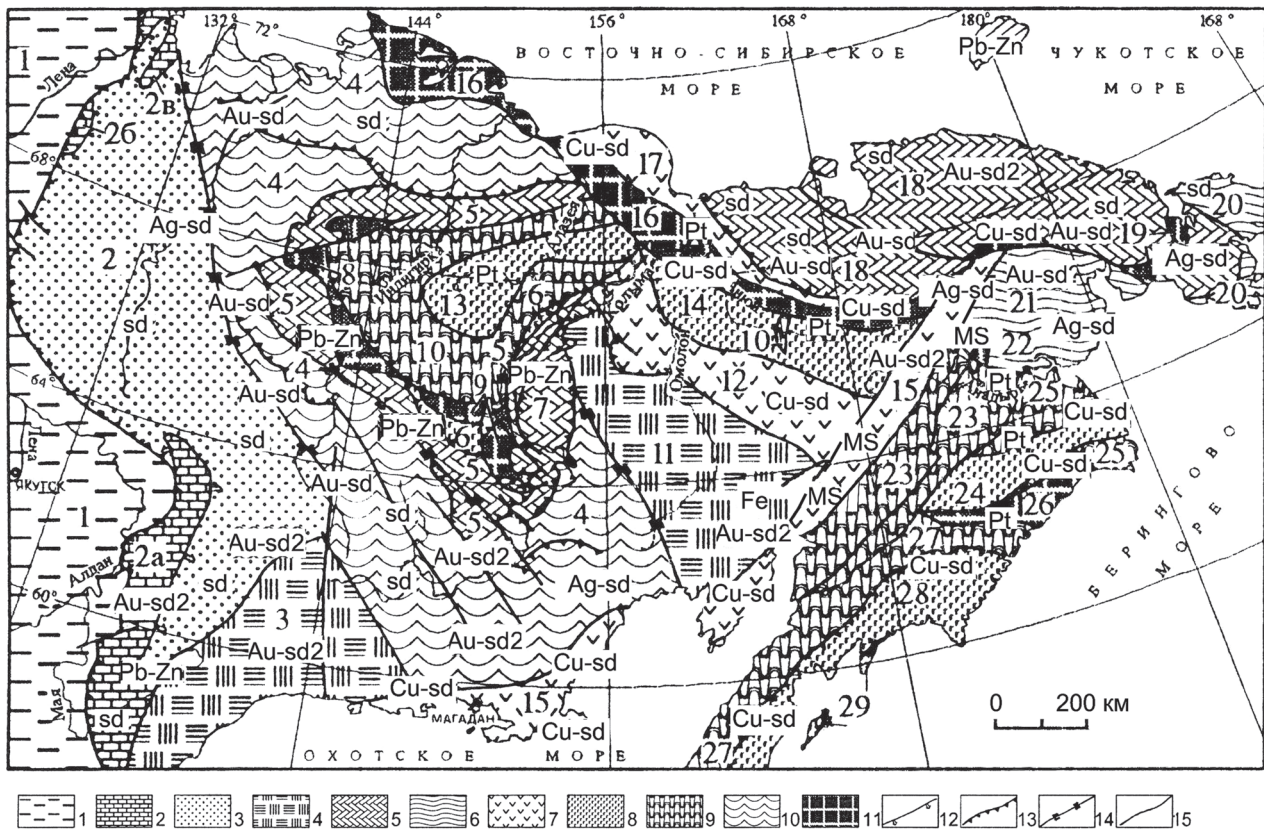


Рис. 1. Рудноформационные ряды окраины кратона и террейнов Северо-Востока России (на схеме В. И. Шпикермана, 1998): 1 – платформенный чехол; 2,3 – комплексы погруженной окраины кратона (2 – карбонатный шельфовый, 3 – терригенный проградационный); 4–11 – террейны (различных геодинамических типов): 4 – кратонные, 5 – пассивной континентальной окраины, 6 – метаморфизованной континентальной окраины, 7 – энсиалической островной дуги, 8 – энсиматической островной дуги, 9 – аккреционной призмы, 10 – эпиконтинентального флишoidalного бассейна (микроокеана), 11 – океанические; 12 – границы горст-антиклинорий; 13 – надвиги; 14 – сдвиги; 15 – недифференцированные разломы. **Структурные элементы:** 1,2 – Северо-Азиатский кратон (1 – Сибирская платформа, 2 – Верхоянский миогеоклинальный складчатый пояс, в том числе горст-антиклинории: Сетте-Дабанский (2а), Джарджанский (2б), Хаара-Улахский (2в); 3–30 – стратиграфические террейны (3 – Охотский, 4 – Яно-Колымский, 5,6 – Омuleвский сложный террейн, в том числе Рассошинский палеотеррейн (6), 7 – Приколымский, 8 – Мунилканский, 9 – Аргатаско-Поповкинский, 10 – Момский, 11 – Омолонский, 12 – Олойско-Березовский, 13 – Алазейский, 14 – Хетачанский, 15 – Кони-Мургалский, 16 – Южно-Ануйский, 17 – Нутесынский, 18 – Чукотский, 19 – Вельмейский, 20 – Сьюардский, 21 – Золотогорский, 22 – Пекульнейский, 23 – Пенжинско-Анадырский, 24 – Таловский, 25 – Майницкий, 26 – Алякатваамский, 27 – Эконайский, 28 – Западно-Камчатский, 29 – Олюторско-Камчатский, 30 – Ветловский). **Полихронные рудноформационные ряды (буквы на схеме):** Fe – железистокварцевитовый (с золото-кварцевыми, золото-серебряными и редкометалльными месторождениями); MS – колчеданный (с медно-порфировыми, полиметаллическими, золото-сульфидными и золото-серебряными месторождениями); sd – нерасчлененные сульфидно-вкрапленных руд (с вероятными золотыми, оловянными, вольфрамовыми и другими месторождениями); Au-sd – золото-сульфидный (пиритовый) (с золото-кварцевыми, -редкометалльными, -порфировыми, золото-серебряными, олово-порфировыми, сурьмяными месторождениями); Au-sd2 – золото-сульфидный полный (с золото-пиритовыми, золото-редкометалльными, олово-вольфрамовыми, порфировыми и золото-серебряными (с медью, молибденом, оловом), золото-серебро-сурьмяно-ртутными месторождениями); Cu-sd – медно-сульфидный (с медно- и медно-молибден-порфировыми, золото-порфировыми месторождениями), Ag-sd – серебро-сульфидный (с полиметаллическими, золото-серебряными, существенно серебряными, олово-серебро-порфировыми и сурьмяными месторождениями); Pt – базит-ультрабазитовые (с платиновыми, хромитовыми, медно-никелевыми, золото-теллуридными, вольфрамо-ртутными месторождениями)

Fig. 1. Ore deposit assemblages over the cratonal edges and terranes throughout northeastern Russia (according to the schematic map by В. И. Шпикерман, 1998): 1 – the platform cover; 2, 3 – the rock assemblages of submerged cratonal edges (2 – carbonate rock assemblage of the shelf area, 3 – prograde terrigenous rock assemblage); 4–11 – terranes distinguished into geodynamic types as follows: 4 – cratonal, 5 – passive continental edges, 6 – continental edges subject to metamorphism, 7 – ensialic island arc, 8 – ensimatic island arc, 9 – accretionary prism, 10 – epicontinental flyschoid basin (a minor ocean), 11 – oceanic; 12 – the limits of horst anticlinoria; 13 – thrust faults; 14 – strike-slip faults; 15 – non-differentiated faults. **Structural elements:** 1, 2 – North Asia Craton (1 – Siberian

Небольшие, но многочисленные месторождения и рудопроявления этих рядов представляют основную россыпеобразующую формацию Центральной Колымы.

Серебро-сульфидные ряды определились после открытия и изучения Западно-Верхоянских рудных районов (Тектоника....., 2001). По механизму развития и характеру источников рудного вещества эти ряды подобны золото-сульфидным и, вероятно, в дальнейшем также могут быть разделены на полные и неполные. Изученность других рудноформационных рядов недостаточна. Однако нетрудно увидеть, что в каждом ряду нередко распространены месторождения близких или даже идентичных минеральных типов. Так, например, золото-серебряные проявления обнаружены в террейнах каждого типа, но только на участках постааккреционной их активизации. Однако значительные золото-серебряные месторождения отчетливо приурочены к постааккреционным структурам, наложенным на террейны с хорошо выраженной до- и синаккреционной золотоносностью и сереброносностью. Это характерно и для месторождений других минеральных типов. Иными словами, интенсивность оруденения того или иного минерального типа связана с унаследованностью, а экстенсивность – с физико-химическими процессами минералообразования (магматогенными, метаморфогенными и в особенности гидротермальными). Эти процессы даже при самых ничтожных источниках рудного вещества сопровождаются аномалиями тех или иных элементов, а также небольших соответствующих рудопроявлений. Именно поэтому так сложны наши представления о генезисе руд и несовершенны критерии поисков и оценки месторождений.

Согласно А. Д. Щеглову (1980), субстрат областей активизации влияет на характер металлогении, а особенности строения фундамента металлогенических зон и районов – на геохимические и минеральные типы месторождений (Умитбаев, 1986). Развитие рудной системы во времени и формирование всего ряда формаций подразумевают неоднократное перераспределение вещества, и именно минералы наследуют и сохраняют в своем составе информацию о ран-

них этапах. Одним из важных доказательств при этом следует считать изотопный состав рудных минералов, который показывает, что источники рудного вещества месторождений одного и того же минерального типа, но различных рудноформационных рядов неоднородны даже в пределах одного региона. И вместе с тем отмечается однородность названных источников в минералогически разнотипных месторождениях одного конкретного ряда (Сидоров, Волков, 2004). Не менее информативны видовой спектр и химический состав рудных минералов (Савва, 1997).

В качестве примера можно привести известное эпитермальное Au-Ag месторождение Джульетта (Савва, Фидря, 1996). Оно локализовано на стыке трех доаккреционных металлогенических подразделений: Омсукчанской зоны с Sn, Ag, Fe, Pb, Zn геохимическим профилем, Яно-Колымской металлогенической провинции – Au, Ag, As, Кони-Мургальской Cu-порфировой зоны. Их влияние отразилось в минералого-геохимической специализации постааккреционных руд месторождения Джульетта и в первую очередь в продуктивных минеральных парагенезисах: раннем – электрум-сульфосольном – существенно полибазит-пирсеитовом (Pb, Zn, Fe, Au, Ag, Cu, As, Sb) и позднем – кюстелит-акантитовом (Au, Ag, Se). На уровне минеральных видов это проявилось в развитии мышьяковистых и медистых минеральных фаз: сульфосоль серебра – полибазита, пирсеита с концентрацией в пирсеите – Cu до 10,5 мас.%, в полибазите – As до 2,5, сульфиде серебра – медистомышьяковистом акантите (табл. 2, рис. 2). По высокой сульфидности руд месторождение Джульетта сопоставима с Омсукчанскими месторождениями.

К полихронному ряду может быть отнесено и полиэтапное Au-Ag вулканогенное (постааккреционное) месторождение Нявленга. В основании вмещающей его вулканической постройки лежат доаккреционные отложения верхней юры (Яно-Колымской металлогенической провинции), характеризующиеся повышенными концентрациями Au, As, Pb, Zn. Привнос As из пород основания отражается в мышьяковистос-

Platform, 2 – Verkhoyan miogeoclinal Folded Belt and horst anticlinoria: Sette-Dabansky (2a), Djardjansky (26), and Khaara-Ulak (2b); 3–30 – stratigraphic terranes (3 – Okhotsky, 4 – Yano-Kolymsky, 5, 6 – Omulyovsky complex Terrane including Rassoshinsky Paleoterrane (6), 7 – Prikolymsky, 8 – Munilkansky, 9 – Argatassko-Popovkinsky, 10 – Momsky, 11 – Omolonsky, 12 – Oloisko-Berezovsky, 13 – Alazeisky, 14 – Khetachansky, 15 – Koni-Murgalsky, 16 – Yuzhno-Anyuisky, 17 – Nutesynsky, 18 – Chukotsky, 19 – Velmeisky, 20 – Sewardsky, 21 – Zolotogorsky, 22 – Pekulneisky, 23 – Penzhinsko-Anadyrsky, 24 – Talovsky, 25 – Mainitsky, 26 – Alkatvaamsky, 27 – Ekonaisky, 28 – Zapadno-Kamchatsky, 29 – Olyutorsko-Kamchatsky, and 30 – Vetlovsky). **Multistage ore deposit assemblages** (designated by letters): Fe – jaspilite (Au quartz, Au-Ag and rare metal deposits); MS – massive sulfide (porphyry copper, base metal, Au sulfide and Au-Ag deposits); sd – non-differentiated sulfide disseminations (inferred gold, tin, tungsten deposits, and etc.); Au-sd – Au sulfide/pyrite (Au quartz, rare metal, porphyry, Au-Ag, porphyry Sn, and antimony deposits); Au-sd2 – complete Au sulfide (Au pyrite, Au rare metal, tin-tungsten, porphyry and Au-Ag (with copper, molybdenum and tin), gold-silver-antimony-mercury deposits); Cu-sd – copper sulfide (copper and copper-molybdenum-porphyry, and gold-porphyry deposits), Ag-sd – silver-sulfide (base metal, Au-Ag, high-silver, tin-silver-porphyry and antimony deposits); Pt – basite-ultrabasite (platinum, chromite, copper-nickel, gold-telluride, and tungsten-mercury deposits)



Таблица 1. Рудноформационные ряды террейнов Северо-Востока России  
Table 1. Ore deposit assemblages in terranes throughout the territory of northeastern Russia

Рудноформационный ряд*	Типы террейнов	Рудные формации ряда (базовые формации выделены)	Примеры месторождений
Платинометалльный акцессорный Хромитовый (Pt)	Океанической коры, офиолитовые	ПЛАТИНОМЕТАЛЛЬНАЯ, ХРОМИТОВАЯ, вольфрам-ртутная, золото-редкометалльная (теллуридная)	Пекульнейский р-н, Тамватней (W, Hg)
Кварц-сульфидный вкрапленных руд (sd). Золотоносный (Au-sd)	Пассивных континентальных окраин, эпикратонных флишодных бассейнов (доаккреционные и коллизийные этапы)	ЗОЛОТО-КВАРЦ-СУЛЬФИДНАЯ ВКРАПЛЕННЫХ РУД, золото-кварцевая; касситерит-кварцевая, касситерит-силкатная, касситерит-сульфидная, вольфрамит-касситерит-кварцевая, урановая, сурьмяная	Дедекан, Токичан, Ш турмовское, Утинское (Au), Пыркайкай (Sn), Иультин (W, Sn), Бутыгычаг (U, Sn)
Золото-сульфидный вкрапленных руд (Au-sd2)	Погруженной окраины кратона, пассивных континентальных окраин (до-, пост- и аккреционный этапы)	ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНАЯ ВКРАПЛЕННЫХ РУД, золото-кварцевая, золото-редкометалльная, золото-серебряная, золото-полиметаллическая, сурьмяно-ртутная	Майское, Наталкинское, Незданинское, Ш кольное (Au), Сопка Рудная (Au, Ag), Паляньское, Пламенное (Hg, Sb)
Серебро-сульфидный (Ag-sd)	Пассивных континентальных окраин и «погруженных микроконтинентов» (до-, пост- и аккреционный этапы)	СЕРЕБРО-СУЛЬФИДНАЯ, ОЛОВО-ПОРФИРОВАЯ, касситерит-силкатно-сульфидная, золото-серебряная (существенно серебряная), золото-редкометалльная	Западное Верхоянье: Мангазейское, Прогноз (Ag, Pb, Zn) Омсукчанский р-н: Дукаат (Ag), Подгорное (Au, Co) Хета (Sn, Ag) Валькумей (Sn)
Медно-сульфидный (Cu-sd)	Островных дуг, континентальных рифтов, офиолитовые	МЕДНО-(МОЛИБДЕН)-ПОРФИРОВАЯ, золото-редкометалльная, полиметаллическая, золото-серебряная, золото-теллуридная, ртутная	Баймский р-н, Песчанка (Cu, Mo), Весеннее (Au, Ag), Чимчемень (Hg) Кони-Мургальский р-н
Колчеданный (M-sd). Свинцово-цинковый (стратиформный) (Pb-Zn)	Островных дуг, континентального шельфа	СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ КОЛЧЕДАННАЯ, шеелит-сульфидно-кварцевая, золото-серебряная, золото-сульфидно-кварцевая	Омулевский р-н, Битум-Сдвиг (Pb, Zn)
Железистых кварцитов (Fe)	Кратонный	ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ, кварц-магнетитовая, кварц-гематитовая, золото-сульфидно-кварцевая, золото-серебряная	Южно-Омолонский р-н, Верхнеомолонское (Fe), Кубака (Au, Ag)

\* В скобках – символы рудноформационных рядов на схеме тектоно-стратиграфических террейнов.

ти фрейбергита и появлении позднего кварц-арсенопиритового парагенезиса, а Pb и Zn – в повышенной сульфидности руд с участием галенита и сфалерита. Влияние Cu-порфировой Кони-Мургальской металлогенической зоны обусловлено внутрирудной инъекцией гранитоидов, в геохимическом отношении специализированной на Cu и Mo, что привело к широкому развитию в позднем парагенезисе золото-серебряных руд Cu-Ag колчеданов – штроейерита, ялпаита, маккинстриита (см. рис. 2).

На площади Омолонского кратонного террейна подобное влияние на состав руд конечных членов рудноформационных рядов оказывают локализованные в породах древнего основания доаккреционные железистые кварциты раннего протерозоя с повышенными концентрациями Fe, Co и Ni, а также карбонатные толщи позднего протерозоя – раннего палеозоя с рассеянными в них Pb и Zn (табл. 3). Их аккреция происходила в среднем палеозое (кедонская серия вулканогенных пород) и мезозое – вдоль Конгинского разлома. В молодых вулканоструктурах сформировались эпитермальные золото-серебряные и серебро-полиметаллические месторождения. Для них установлено, что модельный возраст Pb в галенитах, рассчитанный по изотопному составу, в мезозойских месторождениях соответствует возрасту пород основания: на участке Седой – ордовик, а на Правой Визуальной – позднему протерозою. В леллингите позднего продуктивного парагенезиса концентрации Co достигают 1,4, а Ni – 3,2 мас.%. Среди минеральных видов Ag (см. рис. 2) преобладают Ag-Fe колчеданы – штернбергит и аргентопирит (Савва, 1999).

Металлогеническая специализация террейнов связана прежде всего с особенностями и содержанием геохимических аномалий в нижнекоревом и подкоревом фундаменте геологических структур; при формировании осадочных толщ большое значение приобретает также металлоносность областей сноса (размыва). Именно эти факторы унаследованности обуславливают не только метаморфогенную и магматогенную рудоносность, но и минералогические типы месторождений полихронных рядов.

По составу фанерозойских рудноформационных рядов можно получить определенные представления о докембрийских праформациях фундамента. В частности, золоторудные месторождения Центральной Колымы приурочены к мощным зонам пирротинизации, которые чрезвычайно бедны другими полезными ископаемыми. Нетрудно представить, что эти месторождения образовались в связи с метаморфизмом и гранитизацией железистых кварцитов, исключительно бедных рудогенными элементами (кроме железа и золота); золотоносные железистые кварциты отмечены в докембрийском фундаменте Омолонского кратонного террейна. Вместе с тем крупнейшие золото-сульфидные и золото-серебряные месторождения Чукотки и некоторых постааккреционных зон необычно ассоции-

руют с редкометалльными, серебро-сульфидными, олово-урановыми и олово-серебряными месторождениями. При анализе металлоносности гранитоидов, развитых в этих районах, обнаруживаются черты уран-многометалльной минерализации, свойственной рудным праформациям докембрийского рифтогенеза. И наиболее просто диагностируются рудноформационные ряды мантийной линии – по распространенности мафит-ультрамафитовых пород, а также хромитовой, медно-никелевой и платинометалльной минерализации (Савва, 1997). С позиции полихронности и металлогенической унаследованности оруденения особого внимания заслуживают кратонные террейны, изученность которых весьма фрагментарна.

*Кратонные террейны.* Эти террейны (срединные массивы) академик А. Д. Щеглов называл островами сокровищ еще в те времена, когда в наших кратонных террейнах не было открыто ни одного крупного месторождения, хотя их перспективы, по мнению ряда исследователей, представлялись значительными. В регионе, кроме уже упомянутого Омолонского, известны Охотский, Тайгоносский и Эскимосский кратонные террейны. Если два первых представляются сравнительно изученными и характеризуются значительным количеством разнообразных месторождений и рудопроявлений, то два последних почти полностью перекрыты постааккреционными вулканогенными образованиями. Фундамент этих кратонов сформировался к началу позднего протерозоя; в его строении участвует метаморфический комплекс архея, образующий выступы в куполовидных структурах кратонов. Эти структуры расчленены на приподнятые и опущенные блоки, которые погребены под чехлом толщ различного возраста – от позднепротерозойских и палеозойских до триасовых, юрских и позднемеловых вулканогенных. Мощность чехла редко превышает 2000 м в опущенных блоках. Позднемезозойские гранитоиды и вулканы размещены вдоль разломов фундамента и в приразломных более поздних структурах. Мощные проявления кислого вулканизма отмечены в среднем девоне – раннем карбоне. От протерозоя до мела и кайнозоя отмечены многочисленные вспышки базальтового и щелочно-базальтового вулканизма. Многочисленные и разновозрастные зоны гидротермально измененных пород в кратонных террейнах и по их обрамлению изучены слабо или не изучены вообще. Металлогения кратонных террейнов на данном этапе их изученности представляется родственной колымским и чукотским террейнам пассивных континентальных окраин (см. рис. 1). Однако для рудоносных зон различного возраста в кратонных террейнах не характерна оловянная минерализация, что свойственно большинству уникальных золоторудных провинций Тихоокеанского пояса.

В Омолонском кратоне известны докембрийские железистые кварциты, палеозойские молибден-медно-порфировые, полиметалличес-

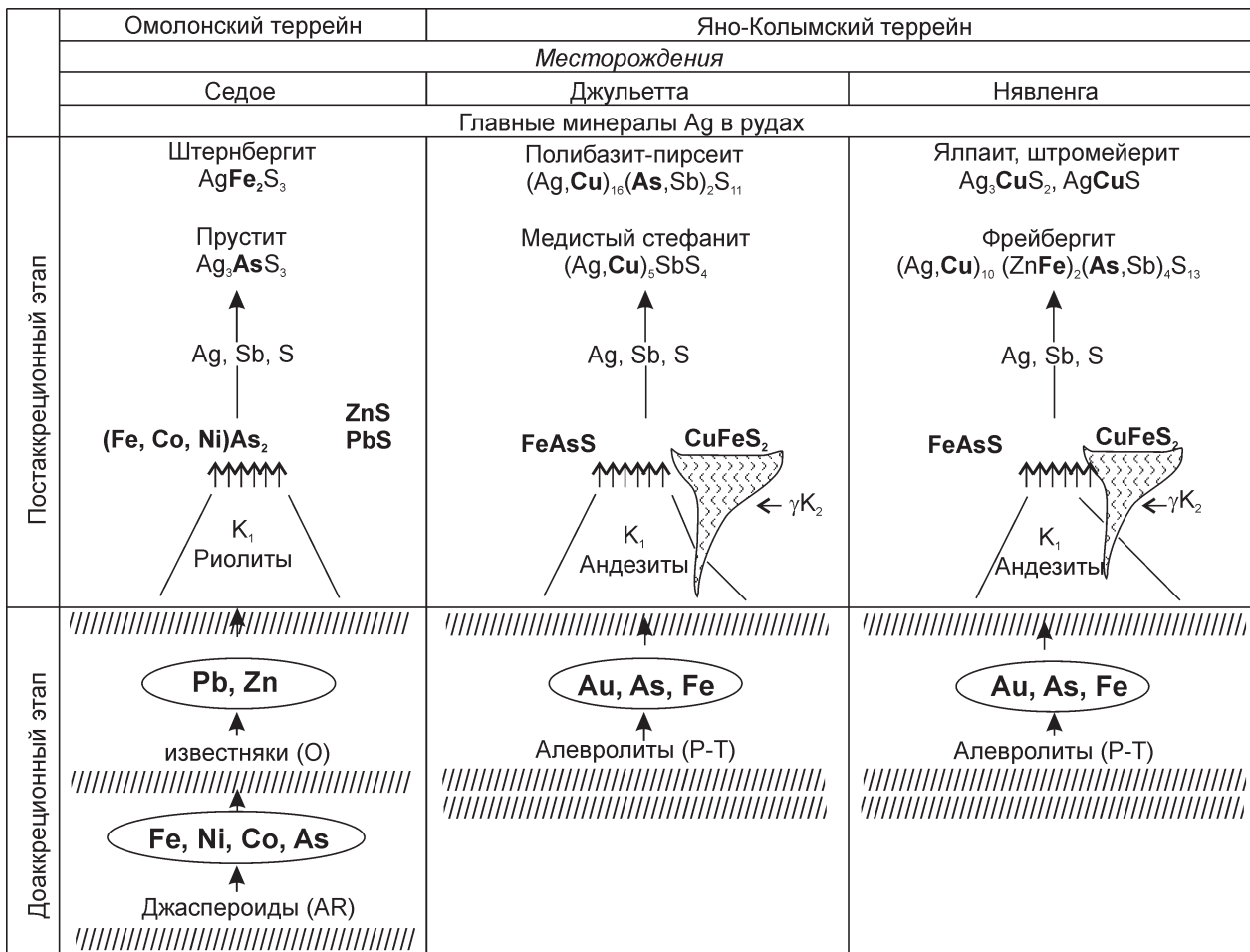


Рис. 2. Схема мобилизации и перераспределения вещества из пород, лежащих в основании вулканоструктур

Fig. 2. Schematized mobilization and redistribution of the matter from rock sequences at the bottom of volcanic structures

кие, золотые, золото-теллуридные и золото-серебряные месторождения и рудопроявления. На периферии и по обрамлению кратона развиты также медно-порфировые и золото-серебряные месторождения позднемезозойского возраста.

Аккреция околоомолонского ансамбля террейн, колымских – пассивной континентальной окраины на западе и чукотских – островодужных на северо-востоке, завершилась в послеготеривское – предальбское время. Фрагменты докембрийского фундамента обнажены преимущественно в палеозойских интрузивно-купольных поднятиях-выступах с месторождениями железистых кварцитов и магнетитовых скарновых залежей, ассоциирующих с рядом других рудопроявлений. В частности, на Коаргычанском выступе в докембрийских катаклазитах; среди очковых гнейсов и диафоритов отмечены амфиболиты и магнетитовые кварциты с гематизированным кварцем, в штупной 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 30 г/т серебра. Неоднократно отмечалась также золотоносность сульфидизированных докембрийских амфиболи-

тов, гнейсов и мигматитов в Абкитском поднятии. Геологическая ситуация и минеральные ассоциации рудопроявлений позволили сопоставить их с оруденением типа Калгурли (Западно-Австралийский щит) (Савва и др., 1997).

Многочисленные обширные районы распространения ранне-среднепалеозойских преимущественно кислых магматических пород, занимающие более 40 тыс. км<sup>2</sup> площади Омолонского террейна, характеризуются железорудными скарновыми, медно-порфировыми, эпитермальными золото-серебряными и другими месторождениями окраинно-континентальных магматических дуг. Золотоносность представлена золото-кварцевыми прожилками в гранитах и сиенитах раннепалеозойского абкитского и анмандыканского интрузивных комплексов; в кварце с вкрапленностью пирита и галенита зафиксировано до 42,5 г/т золота и 92,5 г/т серебра. Среди пропилитизированных базальтов раннекембрийской сезамской толщи отмечено большое количество кварцевых, кварц-полевошпатовых, кварц-магнетитовых, кварц-эпидот-хлоритовых, кварц-кальцитовых жил и прожилков с повышенными содержаниями марганца, ванадия,

Таблица 2. Мышьяковистые и медистые минеральные фазы месторождения Джульетта

Table 2. Arsenious and cupreous mineral phases at Juliet Deposit

Минерал	Содержание элементов, мас. %								Сумма
	Se	Ag	Sb	S	Cu	Fe	Zn	As	
Блеклые руды	–	7,7	23,5	25,2	32,8	3,0	4,3	4,0	100,5
	–	35,0	16,9	20,5	16,5	4,3	0,0	6,5	100,1
	–	34,6	14,2	21,1	17,8	5,6	0,0	7,4	100,8
	–	29,9	21,9	21,8	16,5	4,1	4,1	2,5	100,8
Медистый агиларит	18,8	76,0	–	4,8	1,2	0,1	–	0,0	100,9
	16,4	76,6	–	5,3	1,4	0,1	–	0,0	99,8
Мышьяковистый полибазит	1,2	45,1	14,8	19,1	11,6	5,3	–	0,6	97,7
	5,8	63,0	8,2	12,6	7,3	0,3	–	2,2	99,4
	0,1	61,0	10,3	11,7	10,0	5,2	–	2,0	100,3
	3,8	44,4	15,8	17,5	11,4	6,2	–	0,5	99,6
Пирсеит	0,1	63,5	0,6	18,0	9,6	0,7	–	7,3	99,8
	1,3	60,1	0,8	17,6	10,4	0,2	–	8,7	99,1
	0,7	71,0	0,5	18,3	1,4	0,3	–	7,6	99,8
Медистый акантит	6,6	72,2	4,1	11,5	2,9	0,0	–	2,7	100,4
	3,7	70,7	4,4	13,9	4,0	0,1	–	3,7	100,3
	3,6	71,2	4,1	13,7	3,9	0,0	–	3,4	100,0
Медистый стефанит	4,1	61,6	14,5	13,6	3,6	0,8	–	0,2	98,4
	2,1	65,4	11,5	12,9	6,2	0,5	–	0,1	98,7
	3,2	64,1	12,2	15,3	4,1	0,5	–	0,2	99,7

Примечание. «Самебах». Аналитик Е. М. Горячева. Режим проведения анализов, аналитические линии и эталоны: AsLa – эталон – FeAsS (43,49 – As; 34,97 – Fe; 21,54 – S); CuKa – эталон – CuFeS (34,5 – Cu; 30,5 – Fe; 34,5 – S); FeKa – эталон – FeS<sub>2</sub> (46,55 – Fe); PbMa – эталон – PbS (86,6 – Pb); SbLa – эталон – Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (71,38 – Sb); SeKa – эталон – PbSe (27,6 – Se); ZnKa – эталон – ZnS (67,1 – Zn); AgLa – эталоны – сплавы различного состава. Прочерк – элемент не обнаружен.

Таблица 3. Содержания главных рудогенных элементов в геологических образованиях различного возраста на участке Седой, г/т

Table 3. The main ore-forming elements content of geologic structures of different ages in Sedoi area, g/t

Возраст геологических образований	Характеристика геологических образований	Pb	Zn	Cu	Ag	Au	Mn	As
<b>O</b>	Неизменный известняк-ракушечник	300	200	15	1	0,65	150	10
<b>D<sub>2</sub></b>	Слабоизмененный биотитовый гранит	50	100	30	1	0,35	200	30
	Скарнированный известняк (кальцит, эпидот, сульфиды – 1–3%)	800	300	30	15	0,70	300	40
	Скарн гранат-эпидот-пирротин-сфалеритовый	500	1000	20	10	0,35	1000	–
	Скарн существенно гранатовый с теллуридами Bi, Pb	80	500	2	0,3	0,45	600	–
	Скарноидные жильные образования (кварц-карбонат-гранат-халькопирит)	15	100	>1000	100	0,77	100	4
<b>K<sub>1-2</sub></b>	Карбонат-полисульфидные жилы	800	600	5	150	30,5	800	100
	Существенно галенитовые жилы с карбонатом	>1000	1000	10	200	0,55	50	10
	Манганокальцитовые жилы с серебро-мышьяковой минерализацией	>1000	500	10	1500	0,70	1000	1000
	Лавобрекчия риолита с крупными обломками известняка	80	100	10	100	50	600	70
	Вторичные кварциты, развитые по риолиту	15	100	40	2	15	500	40
	Флюидальный риолит с пленками пирролизита	15	150	20	1,5	2,5	>1000	40

Примечание. Спектральный анализ выполнен в ЦГЭ (пос. Хасын, Магаданской обл.), аналитик Р. Ф. Шевченко.



серебра и золота. Среди карбонатных толщ ордовика выявлены золотоносные зоны сульфидизации в джаспероидах. Однако наиболее изучены в настоящее время эпитермальные золото-серебряные месторождения и рудопроявления палеозойских континентальных вулканических зон (месторождения Кубака, Ольча, Инняга, Туманное и др.). Они представлены адуляр-кварцевыми жилами с незначительной вкрапленностью сульфидов (пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит, акантит, фрейбергит), электрума, кюстелита, золота и серебра, с еще более редкой вкрапленностью теллуридов (гессит, алтаит и др.) и сульфосолей (полибазит, стефанит, пираргирит и др.). Именно незначительным содержанием рудных минералов в жилах эти месторождения отличаются от своих позднемеловых аналогов в приомолонских и других золото-сереброносных зонах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП).

Значительно слабее изучен Охотский кратонный террейн, представляющий собой систему горстов и грабенов; в Кухтуйском и Юровском выступах известны архейские породы. Позднемезозойские гранитоиды и вулканогенные толщи связаны с разломами ОЧВП прослеженными на десятки и сотни километров в северо-западном субмеридиальном и северо-восточном направлениях. Северо-западные разломы представляются унаследованными, так как согласуются со структурным планом кристаллического основания кратона. Поперечные северо-восточные разломы имеют прерывистый (скрытый) характер. В рассматриваемых зонах разломов формировались меловые вулканоплутонические ассоциации пестрого состава: ранние – преимущественно гранодиорит-андезитовые с молибденитовой и сульфидно-полиметаллической минерализацией, средние – гранит-риолит-игнибритовые и андезибазальтовые с золото-редкометалльной и молибденитовой минерализацией, поздние – контрастные габбро-гранит-базальтриолитовые с полиметаллической, золото-серебряной и сурьмяно-ртутной минерализацией.

В Нетер-Кухтуйской зоне разломов было выявлено и в значительной мере отработано Хаканджинское золото-серебряное месторождение, при изучении которого впервые был установлен высокоревенированный (прогрессирующий) характер рудного процесса, распространенный в Охотской ветви вулканогенного пояса. Из других особенностей месторождения отмечены родонит-родохрозитовые ассоциации в рудах. Позднее подобные ассоциации были обнаружены в рудах гигантского существенно серебряного месторождения Дукат, расположенного в рифтогенном прогибе (Балыгычанском грабен-прогибе) на периферии структуры «слабых дислокаций», или погруженного микрократона по С. М. Тильману.

Эскимосский и Тайгоносский кратонные террейны расположены в наиболее перспективных частях ОЧВП, перекрывающего эти террейны,

строение и границы которых в сущности не выявлены.

Даже из тех неполных и отрывочных сведений, которыми мы располагаем, нетрудно сделать вывод о высочайших перспективах кратонных террейнов и структур их обрамления. Особенно тесно эти перспективы связаны с проблемой прогнозирования золотого оруденения, которое характеризуется отчетливо сквозным развитием на Северо-Востоке России – от докембрия до кайнозоя. Высокая фанерозойская золотоносность колымских и чукотских террейнов и рудноформационный анализ позволяют прогнозировать в железистокварцитовом ряду проработанных месторождения типа Хомстейк, в базит-ультрабазитовом ряду – месторождения типа Калгурли, а также золоторудные месторождения уран-многометалльных рядов (Сидоров, 1998).

Физико-химические условия отложения гидротермальных руд, судя по минеральным парагенезисам и результатам изучения газовой жидких включений в минералах, в большинстве случаев удивительно однотипны в различных геологических обстановках. Однако в постагреационных структурах Северо-Востока России нами были выделены завершенные и незавершенные рудноформационные ряды. Последние в отличие от первых характеризуются отсутствием низкотемпературных месторождений (сурьмяных, ртутных, флюоритовых). Иными словами, в ряде постагреационных металлоносных зон низкотемпературное минералообразование было редуцировано в связи с особенностями вулканоплутонической деятельности в южной (охотской) части ОЧВП (Савва, 1997).

Таким образом, анализ выделенных нами полихронных рудноформационных рядов позволяет выявить глубинную доагреационную металлогеническую специализацию террейнов разного типа. Вместе с тем тектоно-магматическая активизация террейнов не только создает элементы качественной металлогенической однородности постагреационных зон (например, тихоокеанское кольцо золото-сереброносных зон), но и вносит определенные коррективы в унаследованность рудообразования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 03-05-64095 и 04-05-64359).

#### ЛИТЕРАТУРА

*Российский металлогенический словарь.* – СПб., 2003. – 276 с.

Савва Н. Е. Факторы, влияющие на видовой спектр и химический состав минералов серебра в рудах эпитермальных месторождений // Геологическое строение, магматизм и полезные ископаемые Северо-Восточной Азии : тез. докл. IX сессии СВО ВМО. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1997. – С. 101–104.

Савва Н. Е. Серебро-арсенидная россыпеобразующая формация Омолонского срединного массива // Геология и минерагения Северо-Востока Азии : тез. докл. X сессии СВО ВМО РАН. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1999. – С. 47–49.



*Савва Н. Е., Фидря И. Л.* Отражение региональных металлогенических особенностей территории в минералого-геохимической специализации руд золото-серебряного месторождения Джульетта // *Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра.* – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 119–130.

*Савва Н. Е., Фомина М. И., Рожков П. Ю.* Особенности палеозойского золото-редкометалльного оруденения на примере рудопроявления Джугаджак // *Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы технологии производственного процесса, методологии учебного процесса, геологии, экологии и горного дела».* – Магадан : МФ ХТГУ, 1997. – С. 96–98.

*Сидоров А. А.* Рудные формации и эволюционно-исторический анализ благороднометалльного орудене-

ния. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – 246 с.

*Сидоров А. А., Волков А. В.* Генетическое разнообразие и конвергентность эпиптермального золото-серебряного оруденения // *ДАН.* – 2004. – Т. 397, № 1. – С. 72–77.

*Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия).* – М. : МАИК, 2001. – 572 с.

*Умитбаев Р. Б.* Охотско-Чаунская металлогеническая провинция. – М. : Наука, 1986. – 285 с.

*Шпикерман В. И.* Домеловая минерация Северо-Востока Азии. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – 333 с.

*Щеглов А. Д.* Основы металлогенического анализа. – М. : Недра, 1980. – 420 с.

*Поступила в редакцию 14.06.2005 г.*

## METALLOGENY OF TECTONO-STRATIGRAPHIC TERRANES IN NORTHEASTERN RUSSIA

*A. A. Sidorov, A. V. Volkov, N. E. Savva*

The results of mineral assemblage studies of tectono-stratigraphic terranes are used by the authors of this paper as a basis to postulate an inherited development of mineral deposits since the pre-accretionary time; the old many-stage anomalies of ore matter are disguised with post-accretionary hydrothermal minerals; all this shall be taken into consideration by the researchers, who develop new mineralogical and geochemical searching criteria.

**Key words:** *metallogeology, mineral assemblages, lode deposits, accretion, tectono-stratigraphic terranes, the Pacific Ring.*