

**Рудные месторождения континентальных окраин.** Владивосток: Дальнаука, 2000. 276 с. ISBN 5-7442-1246-9

В сборнике публикуются статьи членов Дальневосточной группы IAGOD, посвященные различным по генезису рудным месторождениям юга Дальнего Востока России. Приводятся новые данные по минералогии, геохимии и условиям формирования традиционных для Дальнего Востока месторождений олова, вольфрама, золота, серебра, полиметаллов. Рассмотрены также условия формирования гельцикон-бадделейитовых руд и проблемы техногенного рудообразования. Впервые описывается новый объект - месторождение "Искра" в Кавалеровском оловорудном районе. Предложены некоторые оригинальные представления о процессах рудообразования в мобильной зоне взаимодействия континентальной и океанических плит.

Сборник представляет интерес для широкого круга геологов, занимающихся изучением металлогении эндогенных образований.

Ответственный редактор чл.-корр. РАН *А.И. Ханчук*

Редакционная коллегия: к.г.-м.н. *Г.А. Гонеvчук*,  
к.г.-м.н. *И.И. Фатьянов*

Рецензенты: д. г.-м. н. *Л.Н. Хетчиков*,  
д. г.-м. наук *В.Г. Гонеvчук*

**Ore deposits of continental margins.** Vladivostok: Dalnauka, 2000. 276 p. ISBN 5-7442-1246-9

The book includes the papers of the members of the Russian Far East Group of IAGOD describing the Russian Southeast ore deposits of different genesis. This publication presents the latest mineralogical, geochemical, and formation condition data on the traditional tin, tungsten, gold, silver, and polymetal deposits of this part of Russia. The problems of helzicon-baddeleyite oreformation conditions and technogenesis are considered as well. This is the first publication that includes the description of the Iskra deposit of the Kavalerovo ore district. Some original concepts of oreformation processes in the mobile zone of continental-oceanic-plate interaction are proposed.

The book might be of interest for the geologists involved in the endogenic formation metallogeny research.

Executive Editor *Alexander I. Khanchuk*

Editorial Council: *G.A. Gonevchuk, I.I. Fatjanov*

Reader: *L.N. Khetchikov, V.G. Gonevchuk*

# ПАЛЕОГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

А.И. Ханчук

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН*

Предлагаются региональные плитотектонические модели, базирующиеся на новых данных по геологическому строению региона. Рассматривается роль смены палеогеодинамических обстановок: субдукционных на трансформные калифорнийского типа и наоборот, имевшей место в наиболее важной для региона мезо-кайнозойской истории, в формировании общей металлогенической зональности и отдельных рудных месторождений.

Обосновывается важное значение природы террейнов и, прежде всего, субдукционно-аккреционных комплексов в образовании месторождений полезных ископаемых.

## PALEOGEODYNAMIC ANALYSIS OF ORE DEPOSIT FORMATION IN THE RUSSIAN FAR EAST

A.I. Khanchuk

*Far East Geological Institute of FEB of RAS*

The paper presents regional plate-tectonic models based on the recent data on the region geological structure. It also discusses the significance of paleodynamic environment alterations, from the subduction to transform of Californian type, and vice versa. These are the environments that took place in most important period of Mesozoic-Cenozoic regional history and that affected general metallogenic zonality and the formation of ore deposits.

The importance of terrane nature for the first place subduction-accretionary assemblages in formation of mineral deposits is proved.

### Введение

Палеогеодинамический анализ как метод исследования возник в связи с появлением теории тектоники литосферных плит. Его сущностью является использование моделей современных геодинамических обстановок на границах и внутри литосферных плит в геологической ретроспективе. В современной геодинамике тектоника плит часто связывается с конвективными течениями в верхней мантии, а тектоника плюмов – с термально-плотностными потоками, восходящими с границы ядра к нижней мантии (Добрецов, Кирдяшкин, 1994; Maquyama, 1994; Рундквист и др., 2000). Ка-

ждой геодинамической обстановке присущи определенные комплексы пород и тектонические движения, характеристики которых используются при палеогеодинамических реконструкциях. Существенными ограничениями палеогеодинамического анализа являются недостаточные знания о глубинных породах современных обстановок и изменение состава мантии в ходе геологической эволюции Земли. Тем не менее, метод палеогеодинамического анализа получил широкое распространение, так как позволил ввести внешний критерий для оценки корректности предлагаемых ретроспективных моделей. Элементы палеогеодинамического анализа стали также использоваться и геологами, не принявшими тектонику литосферных плит. Полемика по этому вопросу является плодотворной, если не предполагает ревизию базовых представлений, ставших в последние двадцать лет научными фактами, таких, например, как: реальность современного движения литосферных плит, значение палеомагнитных данных, разная скорость седиментации на континентальной окраине и на дне океана и многих других. Поскольку геология во многом остается описательной наукой, для Дальнего Востока России, как и для других регионов, сохраняется актуальность получения фактических данных по геологии, геохимии и геофизике.

В последние годы выполнен ряд исследований и обобщений по аккреционной, коллизионной, сдвиговой и рифтогенной палеогеодинамике, охватывающих рассматриваемый регион. (Богданов, Филатова, 1999; Зоненшайн и др., 1990; Натальин, 1991; Уткин, 1989, 1999; Ханчук и др., 1989; Nokleberg et al., 1994; Sengor, Natal'in, 1996). Появились региональные металлогенические модели, опирающиеся на плитовую тектонику (Раткин, 1995; Ханчук и др., 1995; Ханчук, Иванов, 1999; Nokleberg et al., 1998).

Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений включает региональную типизацию основных структурных элементов, реконструкции геодинамических условий формирования рудных месторождений в конкретных структурах с учетом региональных моделей.

### **Главные структурные элементы юга Дальнего Востока**

В геодинамической истории рассматриваемого региона геодинамические обстановки повторяются. Связанные с ними структурно-вещественные комплексы отчетливо разделяются на два типа. Первый тип – это гетерогенные блоки фундамента, ограниченные разломами (террейны), а второй – перекрывающие их вулканогенные и осадочные отложения с седиментационными контактами. Кроме того, выделяются пояса интрузий, которые пересекают ("сшивают") различные террейны (Парфенов и др., 1998).

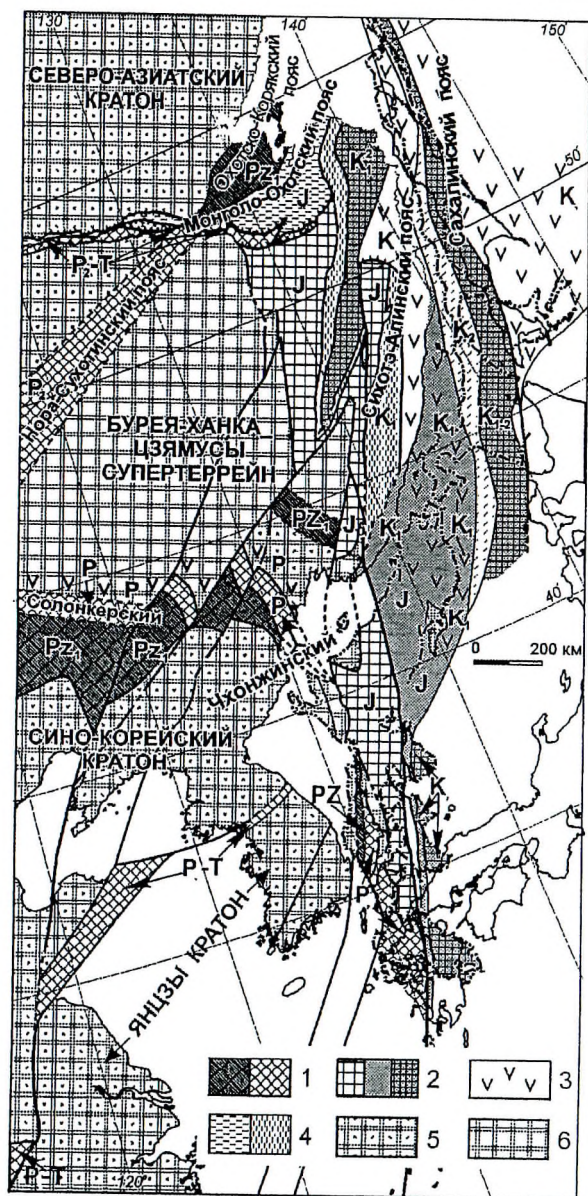


Рис. 1. Главные тектонические элементы фундамента Восточной Азии (до раскрытия Японского моря).

1-2 – субдукционно-аккреционные комплексы разного возраста; 3 – палеоостровные дуги; 4 – окраинно-континентальные шельфовые и турбидитовые комплексы; 5 – докембрийские кристаллические блоки; 6 – раннепалеозойские орогенные пояса, нерасчлененные.



За последнее время достигнут значительный прогресс в определении геодинамической природы главных структурных элементов юга Дальнего Востока. Особо следует выделить работы Л.М. Парфенова (1984) и Б.А. Натальина (1991), создавших базовые палеогеодинамические модели. Вместе с тем, из-за недостатка данных, многие положения носят еще дискуссионный характер. На рис. 1 представлена обобщенная тектоническая схема фундамента Восточной Азии, а на рис. 2 палеогеодинамическая модель юга

Рис. 2. Палеогеодинамические комплексы и рудные районы Дальнего Востока

1 – Северо-Азиатский кратон; 2-8 – террейны: 2 – пассивной континентальной окраины, 3 – кратона, 4 – островной дуги, 5 – активной континентальной окраины, 6 – аккреционной призм, 7 – турбидитового бассейна, 8 – метаморфический; 9-16 – возраст перекрывающих отложений и постаккреционных комплексов: 9 – кайнозойский, 10 – поздне меловой, 11 – ранне – и поздне меловой, 12 – позднеюрский и раннемеловой, 13 – поздне триасовый и среднеюрский, 14 – среднекарбонный и раннетриасовый, девонский и раннекарбонный, 16 – ордовикский и силурийский; 17 – осадочный или интрузивный контакт; 18 – постаккреционные разломы; 19 – постаккреционный надрыв с направлением смещения верхнего блока; 20 – постаккреционный сдвиг с направлением относительного смещения (стрелки); 21 – комплексы метаморфических ядер; 22 – рудные районы, в том числе: 1 – Баджальский, 2 – Вознесенский, 3 – Дальнегорский, 4 – Кавалеровский, 5 – Комсомольский.

Перекрывающие образования: *осадочные*: Czs – кайнозойские, JKs – поздне меловые, Ks – ранне меловые, KJs – юрско-меловые, Jtrs – триасово-юрские; *вулканогенно-осадочные*: Cz2 – кайнозойские базальты (трансформной окраины), Czv – кайнозойские бимодальные (трансформной окраины), IKv – поздне меловые (активной окраины), Kv – средне меловые (трансформной окраины), Jv – юрские (активной окраины), Pv – пермские (рифтогенные), CD – девонско-среднекарбонные (рифтогенные).

Интрузивные породы: Ku – ранне меловые щелочные ультрамафиты и мафиты (трансформной окраины); *гранитоиды*: Czg – раннекайнозойские (трансформная окраина, калифорнийский тип), IKg – поздне меловые (активной окраины), Kg – средне меловые (трансформной окраины), Jg – юры-мела (трансформной окраины), Trg – триаса (коллизонные), Prg – перми (активной окраины), Sog – ордовика-силура.

Террейны (тип, возраст): NSC – Северо-Азиатский (кратон), BU – Бурейнский (метаморфический), AMG – Амгунский (Ульбанский) (окраинно-континентальный турбидитовый, юра), ANV – Анивский (аккреционная призма, поздний мел), BD – Баджальский (аккреционная призма, юра), BL – Баладекский (кратонный), GL – Галамский (аккреционная призма, палеозой), KB – Кабаргинский (аккреционная призма, ранний палеозой), KE – Кемский (островная дуга, средний мел), KLM – Киселевско-Маноминский (аккреционная призма, средний мел), KR – Хорский (островная дуга, поздний палеозой), KV – Камышовый (островная дуга, средний мел), LG – Лавелин-Гродековский (островная дуга, пермь), MK – Малохинганский (аккреционная призма, ранний палеозой), ML – Мельгинский (аккреционная призма, ранний палеозой), MO – Моне-ронский (островная дуга, ранний мел), MT – Матвеевский (островная дуга, ранний палеозой), NAB – Набильский (аккреционная призма, поздний мел), NM – Нахимовский (метаморфический, ранний палеозой), SMA – Самаргинский (аккреционная призма, юра), SG – Сергеевский (пассивная континентальная окраина, мезозой), SHT – Шмидтовский (островная дуга, мел), SL – Сосунайско-Лангериский (аккреционная призма, поздний мел), SP – Спасский (аккреционная призма, ранний палеозой), TU – Таухинский (аккреционная призма, ранний мел), TR – Терпения (Восточно-Сахалинский) (островная дуга, поздний мел), TD – Тукурингро-Джагдинский (аккреционная призма, поздний палеозой), UB – Унья-Бомский (окраинно-континентальный турбидитовый бассейн, юра), UR – Урмийский (пассивная континентальная окраина, поздний палеозой), VS – Вознесенский (пассивная континентальная окраина, ранний палеозой), WSA – Западно-Сахалинский (флишевый, средний-поздний мел), ZRA – Журавлевско-Амурский (окраинно-континентальный турбидитовый, ранний мел).

Осадочные бассейны: az – Амурско-Зейский (поздняя юра – антропоген), bg – Благовещенский (поздний мел – антропоген), bu – Бурейнский (поздняя юра – ранний мел).

Вулкано-плутонические пояса: es – Восточно-Сихотэ-Алинский (поздний мел), ko – Хингано-Охотский (мел), oc – Охотско-Чукотский (ранний (альб) – поздний мел), uo – Умлекано-Огоджинский (мел).

Дальнего Востока. Общепринятым является выделение Северо-Азиатского (Сибирского) кратона, Буреинского и Ханкайского массивов с континентальным режимом развития со среднего палеозоя и эпокеанических орогенных поясов, различающихся по возрасту главной складчатости и формирования континентальной литосферы: Монголо-Охотского (ранний мезозой), Сихотэ-Алинь-Северо-Сахалинского (граница раннего и позднего мела) и Сахалинского (палеоген). Кроме того, некоторые исследователи выделяют Охотско-Корякский орогенный пояс. Кратко остановимся на нерешенных и дискуссионных вопросах.

**Буреинский и Ханкайский массивы.** В предлагаемой автором модели Буреинский и Ханкайский массивы, совместно с Цзямусы и другими массивами на территории Китая, рассматриваются как условно выделяемые части среднепалеозойского континентального супертеррейна, не имеющего собственного названия (в статье – Бурей-Ханка-Цзямусы – БХЦ). Западной границей БХЦ супертеррейна является Нора-Сухотинский, а южной – Чхонжинский (Северная Корея) аккреционные комплексы позднепалеозойского возраста и их продолжение в Китае и Монголии. Эти комплексы возникли в процессе закрытия соответственно западной и восточной ветвей океанического бассейна, который в среднем – позднем палеозое существовал между Северо-Китайским и Бурей-Ханка-Цзямусы континентами.

В другой плито-тектонической модели Буреинский и Ханкайский массивы рассматриваются как части Сино-Корейского кратона и раннепалеозойских орогенных поясов в его обрамлении (Sengor, Natal'in, 1996).

Ряд геологов развивают давние представления А.М.Смирнова о том, что Ханкайский, Цзямусы и Буреинский массивы имеют архейский фундамент и являются частями Сино-Корейского кратона.

Автор разделяет представление о том, что БХЦ – супертеррейн является частью позднепалеозойского Амурского супертеррейна.

Наши исследования показывают, что Ханкайский массив имеет гетерогенное строение (Ханчук и др., 1995). В нем выделяется Вознесенский террейн с позднерифейскими (?) – кембрийскими терригенными и карбонатными отложениями пассивной континентальной окраины, прорванными раннеордовикскими (450 млн.лет) и позднесилурийскими (411 млн.лет) гранитами (Belytsky et al., 1999; Хетчиков и др., 1994). К северу от Вознесенского выделяется Спасский террейн аккреционной призмы или сутура по Б.А.Наталину (1991), сложенный раннепалеозойскими турбидитами с включениями кембрийских офиолитов, кремней и известняков. В типично субдукционном меланже его, известном под названием "песчано-сланцевая" свита, хорошо сохранились глыбы палеоокеанических ленточных кремней с многочисленными микрофоссилиями кембрийского возраста. К северу от Спасского террейна, в Ханкайском и Буреинском массивах доминируют метаморфические купола с зонами от зеленосланцевой до граунулитовой фаций. Исходные породы представлены позднерифейско-

кембрийскими известняками, офиолитами, кремнистыми и терригенными породами. Нет никаких геологических оснований считать глубокометаморфизованные породы Ханкайского и Буреинского массивов архейскими или нижнепротерозойскими. Недавние исследования на ионном зонде метаморфических зерен цирконов Цзямусы массива показали позднекембрийский возраст гранулитового метаморфизма –  $502 \pm 8$  и  $498 \pm 11$  млн. лет (Wilde et al., 1997). А гранулиты Цзямусы массива всеми исследователями рассматриваются как аналог гранулитов Ханкайского массива.

Перекрывающие отложения Буреинского и Ханкайского массивов имеют возрастной диапазон от силура до кайнозоя. Условно выделяются верхнеордовикские-силурийские терригенные отложения в Ханкайском массиве.

Девон-каменноугольные – представлены мелководными и континентальными вулcano-плутоническими и осадочными образованиями рифтогенной природы. Магматические породы принадлежат бимодальной серии с преобладанием риолитов (95%). Базальты отличаются высоким содержанием титана и алюминия.

Пермские отложения Ханкайского массива – это рифтогенная серия, сформировавшаяся в окраинном море за Лаоелин-Гродековской островной дугой. Базальты содержат до 2% двуокиси титана. Широко распространены и позднепермские рифтогенные граниты (Левашев, 1991).

Триас представлен мелководно-морскими и континентальными отложениями. На юге Ханкайского массива известны верхнетриасовые (норийские) туфы.

Юру характеризуют мелководно-морские и наземные терригенные отложения, иногда с линзами известняков и примесью туфового материала.

Разрезы перекрывающих отложений Буреинского и северной части Ханкайского массивов отличаются от одновозрастных разрезов на юге, где средний палеозой представлен редкими выходами девонских терригенных пород.

Пермские и триасовые породы, аналогичные по составу южноприморским, известны только в пределах Урмийского террейна в хребте Большие Чурки (Котляр и др., 1997). На остальной площади развиты поздне триасовые и позднеюрско-раннемеловые отложения. Характерной особенностью Буреинского массива является широкое развитие раннеордовикских, пермских и, в меньшей степени, поздне триасовых гранитов.

*Лаоелин-Гродековский* террейн БХЦ сложен пермскими вулcano-плутоническими комплексами островодужной природы. Локально распространены нижнесилурийские вулканические и осадочные породы неясного генезиса.

Этот террейн маркирует тыловую часть эпиконтинентальной островной дуги, фронтальная часть которой и ее субдукционно-аккреционный комплекс вскрываются в Северной Корее и в Китае. Пока остается неясным

откуда в золотоносные россыпи на площади рассматриваемого террейна попали слабоокатанные зерна платины в ассоциации с высокохромистой шпинелью (Щека и др., 1991), характерной для дунит-клинопироксенитовых интрузий уральско-аляскинского типа типоморфных для палеоокеанических островных дуг.

*Сергеевский террейн* сложен крупными плутонами синкинематических амфиболовых габбро-, диорито-гнейсов (преобладают), содержащих блоки метаморфических пород океанической природы и гранито-гнейсов с блоками метатерригенных пород. Синкинематические интрузии, вероятно, возникли в результате плавления пород субдукционного комплекса и имеют возраст – 528-504 млн.лет. Они интродуцированы раннеордовикскими (492 млн.лет) гранитами. На сергеевских габброидах залегают с осадочным контактом верхнедевонские туфы (Синица, 1998), а на ордовикских гранитах, аналогично, пермские отложения. Загадкой остается отсутствие седиментационных контактов пермских пород с сергеевскими габброидами. Эти породы представлены морскими и наземными, вулканическими и осадочными отложениями с крупными массивами известняков. Вулканические породы частично квалифицируются как субдукционные (островодужные) и рифтогенные (тыловодужные) (Левашев и др., 1989; Левашев, 1991). Выше залегают триасовые и юрские терригенные образования: суши и шельфа – к западу, и верхней части континентального склона – к востоку. Среди морских отложений описаны наземные верхнеюрские риолиты (монакинская свита) и андезиты, вероятно, надсубдукционные (окраинская свита). Кроме того, известны выходы раннемеловых (берриасских?) щелочных пикритов и базальтов (погская свита) (Ханчук и др., 1995).

Сергеевский террейн образует тектонические покровы и клиппы на Самаркинском террейне юрской аккреционной призмы и совместно с последним смят в складки, а его фрагменты транслированы вдоль Центрально-Сихотэ-Алинского сдвига. Самый северный из них – Хорский блок (Ханчук, 1993).

*Сихотэ-Алинь-Северо-Сахалинский орогенный пояс.* В Сихотэ-Алинской части пояса выделяется 6 террейнов: Самаркинский, Баджальский, Журавлевско-Амурский, Таухинский, Кемский и Киселевско-Маноминский.

*Самаркинский террейн* вскрывается вдоль восточной окраины Ханкайского массива. Он сложен юрскими турбидитами с включениями девонских офиолитов, пермских и триасовых кремней, верхнепалеозойских известняков (Ханчук и др., 1988, 1989; Волохин и др., 1990; Кемкин, Ханчук, 1993;). Этот террейн и его аналоги – Мино-Тамба террейн в Японии и Нанданьхада – в Китае, представляют собой фрагменты единого юрского аккреционного комплекса (Kojima, 1989).

*Баджальский террейн*, вскрывающийся вдоль Буреинского массива, является, по мнению автора, продолжением охарактеризованного выше

юрского аккреционного комплекса. Такой вывод обоснован непрерывностью полосы выходов аллохтонов верхнетриасовых кремней с прослоями известняков вдоль северо-восточной и северной границ Самаркинского террейна, восточной границы Наданьхада и Баджальского террейнов (Ханчук, 1993). Отметим, что Б.А. Натальиным (1991) выделен Хабаровский аккреционный комплекс раннемелового возраста, который, по его мнению, на западе граничит с докембрийским континентальным блоком и, таким образом, разделяет Баджальский и Самаркинский террейны, образуя сутуру (Sengor, Natal'in, 1996, с. 595). Однако, последние данные свидетельствуют о юрском возрасте матрикса Хабаровского комплекса (Zyabrev et al.; 1999), подтверждая правомерность отнесения его к единой юрской аккреционной призме. Баджальский террейн отличается от Самаркинского широким распространением тектонических покровов верхнетриасовых терригенных пород континентальной окраины и отсутствием офиолитов.

*Таухинский террейн* Южного Сихотэ-Алиня интерпретируется как титон-раннемеловой аккреционный комплекс, состоящий из трех субтеррейнов: западного, сложенного базальтами спредингового типа, перекрытыми верхнеюрскими кремнями; центрального, сложенного неокомскими турбидитами с включениями триасовых и юрских кремней, триасовых известняков и базальтов палеогайотов; юго-восточного, сложенного титонскими турбидитами с включениями фрагментов девон-пермских гайотов, пермских и триасовых кремней, а также тектоническими покровами пермских, верхнетриасовых и раннемеловых терригенных пород континентальной окраины (Ханчук и др., 1989; Волохин и др., 1990; Кемкин, Ханчук, 1993; Голозубов, Ханчук, 1995; Кемкин, Кемкина, 1998 и др.). Субтеррейны Таухинского террейна наклонены на юго-восток. Это, возможно, свидетельствует о том, что Таухинский террейн является частью палеозоны субдукции, ассоциирующейся с раннемеловой вулканической дугой на севере о.Хонсю и юго-западе о.Хоккайдо.

*Журавлевско-Амурский террейн* раннемеловых терригенных отложений, мощностью около 10 км, протягивается вдоль террейнов юрской аккреционной призмы. Объединение выделенных ранее нами (Кханчук, 1994) – Журавлевского и Б.А. Натальиным (1991) – Амурского террейнов в единый структурный элемент, основывается на распространении однотипных валанжинских слоев с бухиевой фауной, которые S-образной полосой протягиваются через весь Сихотэ-Алинь. Журавлевско-Амурский террейн сложен шельфовыми и турбидитовыми отложениями с потоками щелочных пикритов и базальтов на валанжинском уровне. На некоторых участках в основании журавлевской части террейна вскрываются базальты и кремнистые породы позднеюрского (?) возраста, что дает основание считать часть Журавлевско-Амурского террейна седиментационным комплексом подножия континентального склона (Голозубов, Ханчук, 1995).

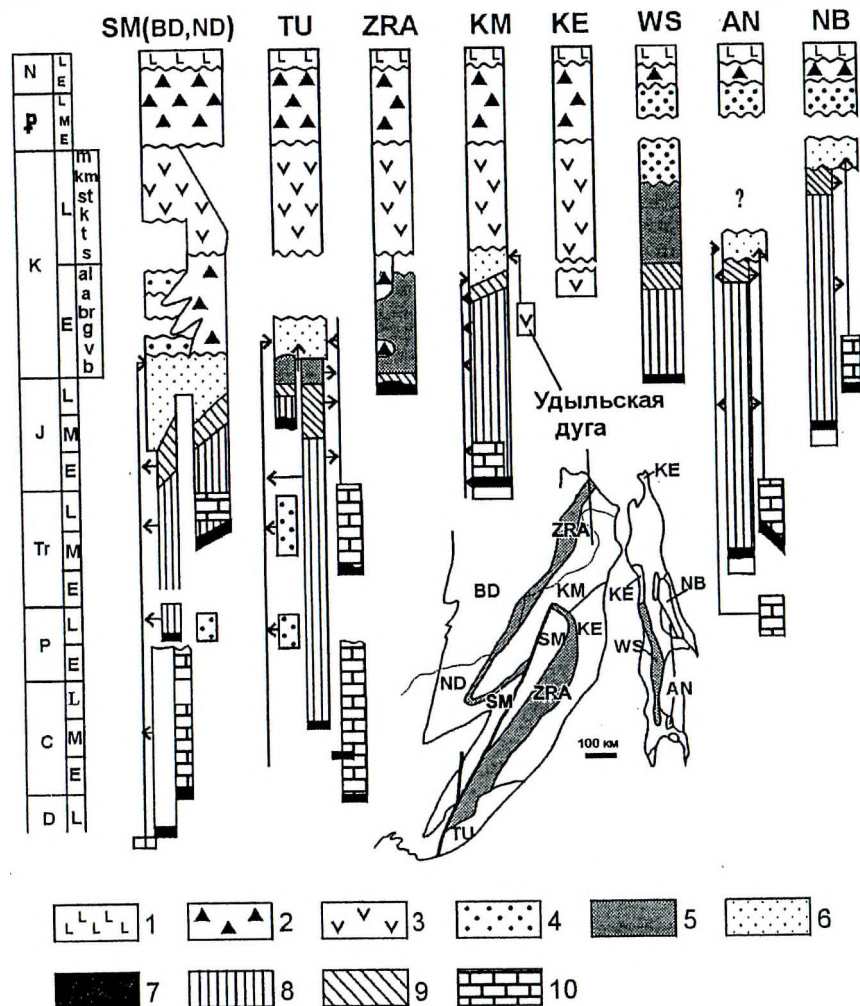


Рис. 3. Тектоно-стратиграфические колонки террейнов и перекрывающих образований Сихотэ-Алинь-Северосахалинского и Хоккайдо-Сахалинского орогенных поясов

1 – внутриплитные платобазальты; 2 – пикриты, базальты, бимодальные вулканиты трансформной континентальной окраины; 3 – надсубдукционные вулканиты; 4 – отложения шельфа и суши; 5 – шельфовые и турбидитовые отложения; 6 – турбидиты и субдукционный меланж; 7-10 – включения палеоокеанических пород среди турбидитового матрикса аккреционных призм: 7 – базальты, 8 – ленточные кремни, 9 – кремнисто-глинистые породы, 10 – известняки.

Террейны: AN- Анивский; BD – Баджалский; KE – Кемский; KM – Киселевско-Маноминский; ND – Наданьхада; SM – Самаркинский; TU – Таухинский; WS – Западно-Сахалинский; ZRA – Журавлевско-Амурский.

*Кемский террейн* представляет собой фрагмент апт-альбской островной дуги (Симаненко, 1986).

*Киселевско-Маноминский* террейн первоначально выделялся как аккреционный комплекс раннемелового (начиная с берриаса) возраста с включениями юрских базальтов и кремней (Наталин, 1991). В ходе дальнейших исследований возраст комплекса был определен как среднемеловой: турбидитовый матрикс – апт-альбский, а доаптские раннемеловые породы квалифицированы как отложения океанической плиты (Зябрев, 1994; Ханчук и др., 1994). Кроме того, в составе Киселевско-Маноминского аккреционного комплекса описано включение готерив-барремской островной дуги (Маркевич и др., 1996).

Докайнозойские геологические комплексы Северного Сахалина являются аналогами разновозрастных Сихотэ-Алинских. В Камышовом хребте на побережье Татарского пролива описаны фрагменты апт-альбской островной дуги (Симаненко, 1986). Аналогичные образования известны и на п-ве Шмидта.

*Сахалинский (Хоккайдо) орогенный пояс* образовался в эоцене. Западная граница его маркируется средне-позднемеловым терригенным комплексом Западно-Сахалинского террейна, фрагменты которого вскрываются и на п-ве Шмидта. В Центральной части распространены террейны аккреционных комплексов с возрастом турбидитового матрикса от позднего альба до начала палеогена (Рождественский, 1993; Ханчук и др, 1989; Kituga et al., 1992). Палеоокеанические включения представлены пермскими, триасовыми и позднеюрскими фрагментами палеогайотов, триас-раннемеловыми кремнями и офиолитами. Широко распространены зеленые и глаукофановые сланцы, образовавшиеся по породам аккреционной призмы. На востоке выделяется террейн позднемеловой островной дуги (Граник, 1991; Рождественский, 1993), в котором обнаружены фрагменты юрско-меловой бонинитовой островной дуги (Высоцкий и др., 1998). Граниты, отмечающие коллизионные события, имеют возраст около 40 млн.лет (Иванов и др., 1998).

*Монголо-Охотский орогенный пояс.* В составе пояса выделяются террейны различного происхождения (Парфенов и др., 1999). В восточной части – это террейны палеозойских аккреционных комплексов и юрских турбидитовых бассейнов, которые сформировались в процессе закрытия Монголо-Охотского океана. Строение этих комплексов расшифровано не в полной мере, из-за отсутствия возрастных датировок и геохимических данных. Вызывает, например, сомнение включение Галамского террейна в состав Монголо-Охотского пояса, поскольку в Галамском террейне развиты палеоокеанические образования нижнего палеозоя, тогда как в других террейнах пояса палеоокеанические комплексы не древнее силура-девона. Анализ комплексов кембрийских (начиная со второй половины атдабанского века) археоциат из различных местонахождений Дальнего Востока пока-

зал их приуроченность к двум палеобиогеографическим провинциям: Афро-Сибирско-Антарктической и Кордильерско-Корякской. Археоциаты Ханкайского массива на продолжении всего раннекембрийского времени принадлежат к Сибирский подпровинции, относящейся к Афро-Сибирско-Антарктической провинции (Беляева, 1987). Археоциаты Буреинского массива тоже относятся к Сибирской подпровинции и отличаются от Ханкайских лишь на фациальном уровне: археоциаты Ханкайского массива обнаруживают максимальное сходство с археоциатами Западных Саян и Тувы, в Буреинском массиве они имеют больше общих форм с восточносаянскими археоциатами (Беляева, Кашина, 1983). Комплексы археоциат Галамского террейна – позднеботомский и тойонский, резко отличаются от всех одно-возрастных комплексов Дальнего Востока и принадлежат к Кордильеро-Корякской биогеографической провинции (Беляева, 1987; Khanchuk, Veluаeva, 1993). Силурийские и ранне-среднедевонские фауны этого террейна обнаруживают сходство с фаунами Северо-Востока России (Парфенов и др., 1999), а по набору пород он очень похож на описанный нами Ганычаланский террейн в Корякском нагорье (Ханчук и др., 1992), который в свою очередь сопоставляется с террейном Ливенгуд на Аляске. Все это позволяет рассматривать Галамский террейн в составе Охотско-Корякского орогенного пояса.

Важное значение для понимания палеогеодинамики региона могло бы иметь исследование кольцевых морфоструктур. К сожалению, на юге Дальнего Востока их изучение развивается в крайне фиксистском варианте: все геологические комплексы, которые попадают на площадь региональной кольцевой морфоструктуры или к ней примыкают, считаются конформными.

В палеогеодинамике региона существенную роль играет разломная тектоника. Ее преимущественно сдвиговый характер был установлен Б.А.Ивановым (1960) и в дальнейшем детально охарактеризован В.П.Уткиным (1989, 1999 и др.) и другими исследователями.

Одной из главных особенностей геологического строения Дальнего Востока России является широкое распространение мезозойских и кайнозойских вулканических пород, с которыми связаны около 70% известных здесь рудных месторождений. В пределах Монголо-Охотского и Сихотэ-Алинского орогенных поясов и Амурского континентального супертеррейна в формировании меловых и кайнозойских магматических образований можно выделить следующие этапы.

Неоком. Щелочные вулканоплутоническая и плутоническая серии трансформной континентальной окраины.

Средний мел-сеноман. Известково-щелочная и латит-шошонитовая вулканоплутонические серии и плутоническая серия гранитоидов "пестро-го" состава трансформной окраины.

Сеноман-маастрихт. Известково-щелочная и шошонитовая серии надсубдукционной континентальной окраины.

Палеоген (поздний маастрихт ?)-миоценовая известково-щелочная серия трансформной окраины и позднемiocен-плиоценовая толеит-щелочно-базальтовая серия внутриплитового типа.

### Палеогеодинамические реконструкции и формирование месторождений

В последние годы становится все более очевидным, что взаимодействие литосферных плит вдоль северо-восточной окраины Азии, в целом отвечающее стандартным моделям геодинамических обстановок, в определенные периоды времени имело трансформный характер, аналогичный современному взаимодействию плит вдоль западной окраины Северной Америки (Ханчук и др., 1997; Ханчук, Иванов, 1999). Такой геодинамический режим может быть обусловлен косою субдукцией спредингового хребта под континентальную окраину. В результате, субдукция океанической плиты трансформируется в ее латеральное скольжение, спрединговый хребет погружается под континентальную окраину, раскалывает ее на блоки, которые по сдвигам перемещаются на север. Геофизические исследования в Северной Америке показывают, что прекращение субдукции здесь привело к разрушению пластины субдуцированной литосферы. На ее изгибе и вдоль трансформных разломов возникли разрывы, в которые проникло астеносферное вещество. Разрыв в пластине субдуцированной литосферы под Северной Америкой получил название *slab window*, "английскую кальку" которого предложено закрепить в русскоязычной литературе (Ханчук, 2000). Характерная для слэб-виндоу последовательность магматизма: крупнообъемные массы калиевых игнимбритов (риолитов), которые, вероятно, образованы плавлением литосферы над астеносферным диапиром, затем бимодальные и базальтовые серии – производные собственно астеносферного диапира, описана и для вулканических комплексов мезо-кайнозоя впервые выделяемых трансформных континентальных окраин Востока России. Ранее они квалифицировались как не субдукционные, а рифтогенные (синсдвиговые) или внутриплитные.

*Домезозойские реконструкции.* Наиболее древний в рассматриваемом регионе Вознесенский террейн согласно палеобиогеографическим (Беляева, 1987), палеомагнитным данным (Бретштейн и др., 1997) и палеогеографическим реконструкциям Восточной Азии (Maquyama, et al., 1997), возможно, является фрагментом кембрийской пассивной окраины Гондваны. Это подчеркивает и локализация в нем стратиформного месторождения цинка с кадмием и с незначительным содержанием свинца (Раткин, 1995): подобный тип месторождений характерен для всех фрагментов раннекембрийской пассивной окраины Гондваны – от Африки до Южной Америки.

Другие раннепалеозойские террейны БХЦ супертеррейна, вероятно, первоначально представляли собой части различных структур Палеоазиатского океана, которые в позднем кембрии – раннем ордовике были аккретированы к окраине Гондваны (Wiede et al., 1999): Лаоелин-Гродековский террейн – фрагмент островной дуги, аккретированной к окраине Гондваны в конце силура; Сергеевский террейн – часть раннепалеозойского орогенного пояса окраины Гондваны. Девон-каменноугольный магматический комплекс, в вулканитах которого установлено неоднократное контрастное чередование базальтов и риолитов, связан с расколом Гондваны, в результате которого и образовался БХЦ супертеррейн. Для него характерна урановая специализация и проявления тантал-ниобиевой и золотой минерализации в комагматах куйбышевского комплекса плюмазитовых гранитов (Левашев, 1991).

### Мезозойские и кайнозойские реконструкции

Вдоль южной окраины Северо-Азиатского кратона обычно выделяется юрская надсубдукционная магматическая дуга (Парфенов, 1984; Sengor, Natalin, 1996). Однако, подобная модель вероятна только для восточной – Удской – зоны, где развиты андезитовые толщи верхней юры (Красилов и др., 1992). Достоверных данных о юрских вулканических породах к востоку от Удской зоны на окраине кратона нет. Развитые вдоль Станового разлома крупные массивы гранитов с характерной синсдвиговой морфологией тел, которые на мелкомасштабных геологических картах датируются поздней юрой, согласно последним датировкам современными изотопными методами, имеют раннемеловой возраст (Моисеенко и др., 1999), а геохимические особенности свидетельствуют об их несубдукционной природе (Антонов, 1998).

В Монголо-Охотском поясе на границе с кратоном вскрываются юрские террейны турбидитовых бассейнов: Унья-Бомский и Ульбанский, которые заняли современное положение в раннем мелу, в результате крупномасштабных левосторонних сдвиговых перемещений. До этого события ульбанские турбидиты, вероятно, являлись продолжением унья-бомских. Эти данные свидетельствуют скорее об трансформной обстановке калифорнийского типа юрской континентальной окраины региона (Ханчук, Иванов, 1999), а не субдукционной (Парфенов и др., 1999). Связь с трансформной границей плит раннемеловых вулканитов и гранитов юго-восточной окраины Северо-Азиатского кратона давно уже предполагается по их сходству с магматическими породами в районе Калифорнийского залива и в Провинции Бассейнов и Хребтов на западе США (Зоненшайн и др., 1990; Кузьмин, 1985).

Согласно палеомагнитным данным, Амурский супертеррейн в юре практически не перемещался (Scotese, 1997) и, следовательно, закрытие Монголо-Охотского океана произошло за счет перемещения Сибири и ее поворота по часовой стрелке. Формирование юрского аккреционного комплекса не сопровождалось интенсивным надсубдукционным вулканизмом, что подтверждается изучением тяжелой фракции минералов в матриксе Самаркинского террейна и свидетельствует об остром угле схождения океанической и континентальной плит (Нечаев и др., 1997). В конце юры произошла субдукция под континентальную окраину срединноокеанического хребта (рис. 4).

Трансформная континентальная окраина реконструирована в Сихотэ-Алине на рубеже юры и мела. Здесь, вдоль окраины Амурского палеозойского континентального супертеррейна, с запада на восток выделяются террейны юрской аккреционной призмы и террейн раннемелового турбидитового бассейна, который фиксирует переход от субдукции к скольжению океанической плиты. На первом этапе, в допозднеготеривское время, преобладала обстановка растяжения. На континентальном склоне и у его подножия накапливались преимущественно глинистые толщи, формировались комплексы щелочных базитов. Они представлены ультрамафит-мафит-сиенитовыми плутонами с характерной ориентировкой под острым углом относительно главного направления раннемеловых сдвиговых перемещений (рис. 5), а также лавами, дайками, трубками взрыва и мелкими телами пикритов, меймечитов и базальтов, приуроченными к террейнам юрской аккреционной призмы. Породы интрузивной фации одного из таких комплексов – Даянского – по своим петрохимическим и минералогическим особенностям аналогичны шошонит-абсарокитам, а вулканыты – лампроитам кайнозоя запада США (Моисеенко, Сахно, 2000). С разнообразиями основного состава связаны месторождения титана (ильменита), которые сопровождаются промышленными россыпями титановых минералов. К щелочным сиенитам приурочена редкоземельно-редкометалльная минерализация: цирконий, ниобий, элементы цериевой группы, лантан, иттрий.

На втором (готерив-сеноманском) этапе зоны сжатия и растяжения чередовались во времени и пространстве (рис. 6, 7). Произошла резкая активизация движений по системе окраинно-континентальных левосторонних сдвигов; на континентальном склоне начали накапливаться песчаные и флишоидные толщи. Центральный Сихотэ-Алинский разлом и его продолжение в Японии (разломы Танакура и Медианный) унаследовали границу литосферных плит и напоминали современный разлом Сан-Андреас в Калифорнии. Террейны юрско-раннемеловой аккреционной призмы и раннемеловой островной дуги, расположенные первоначально далеко на юге, переместились на север на расстояние около 1000 км и в альбе были прижаты сдвигами к континентальной окраине. Для конца альба нет признаков субдукции под окраину Восточной Азии. К западу от Центрального разло-

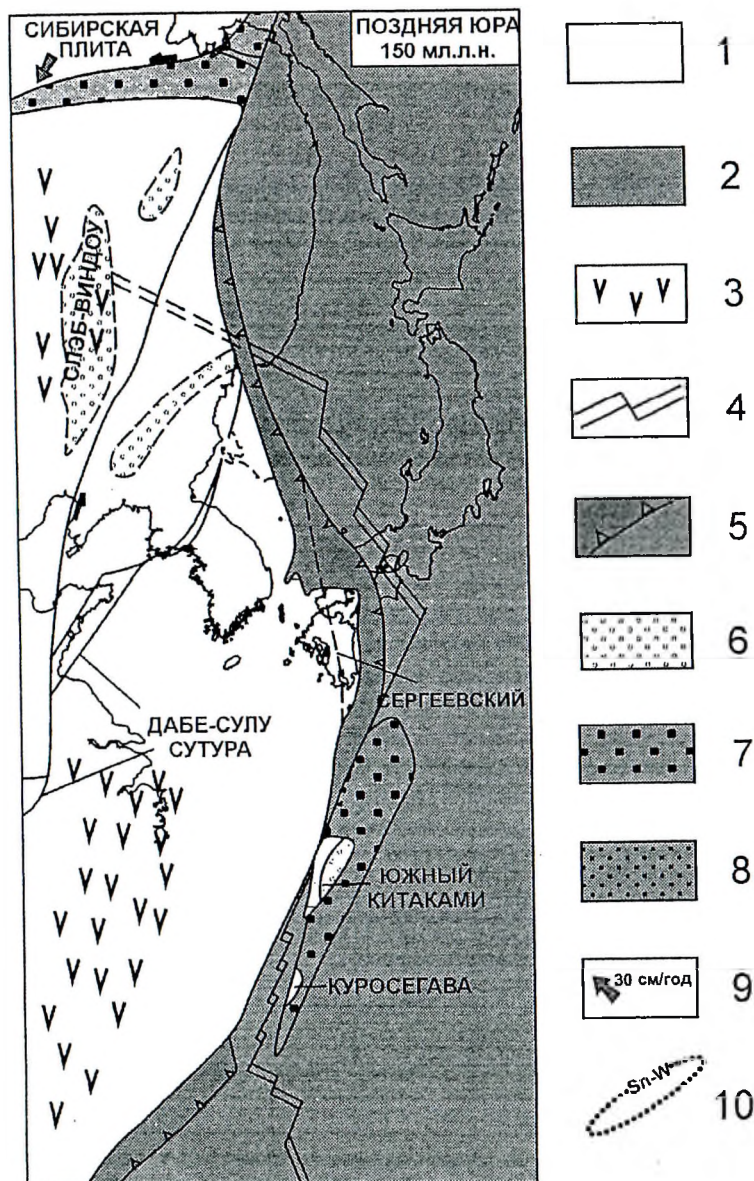


Рис. 4. Палеогеографическая карта Восточной Азии для поздней юры

1 – континент; 2 – океан; 3 – ареалы вулканизма; 4 – спрединговые хребты; 5 – зоны субдукции; 6-8 – осадочные бассейны: 6 – суши, 7 – шельфа и верхней части континентального склона; 8 – подножие континентального склона; 9 – направление и скорость перемещения плит по (Miyuata et al., 1997); 10 – металлогенические зоны (см. рис. 7, 8).

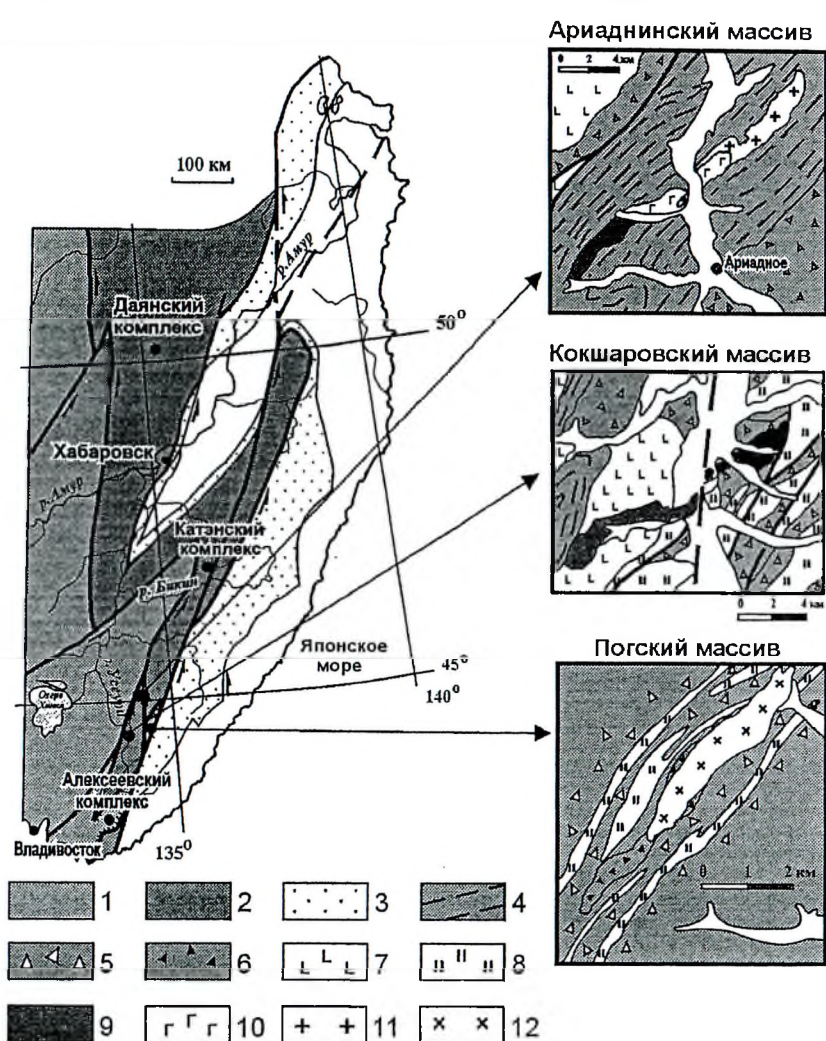


Рис. 5. Щелочные ультрамафит-мафитовые комплексы раннемеловой трансформной окраины

1-3 – рельефы: 1 – палеозой-мезозойской континентальной окраины; 2 – раннемелового шельфа и турбидитового бассейна неокомской трансформной окраины; 3 – юрской зоны субдукции; 4-5 – матрикс аккреционной призмы (средняя-верхняя юра): 4 – турбидиты, 5 – микститы; 6 – осадочные брекчи; 7-8 – палеоокеанические включения позднепалеозойского и раннемезозойского возраста: 7 – базальты, 8 – кремни; 9-12 – раннемеловые (берриасские) интрузии: 9 – высокотитанистые пироксениты с дайками нефелиновых сиенитов и карбонатитов, 10 – высокотитанистые габброиды, 11 – гранитоиды; 12 – граносиениты, нефелиновые сиениты.

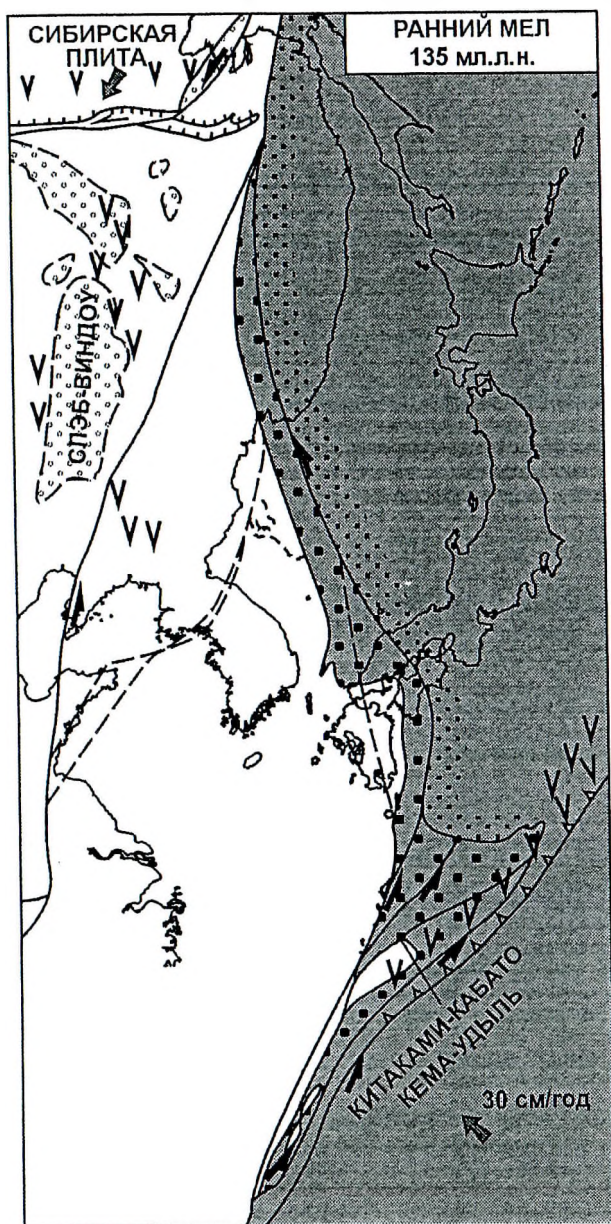


Рис. 6. Палеогеографическая карта Восточной Азии для начала готерива. обозначения те же, что к рис. 4.

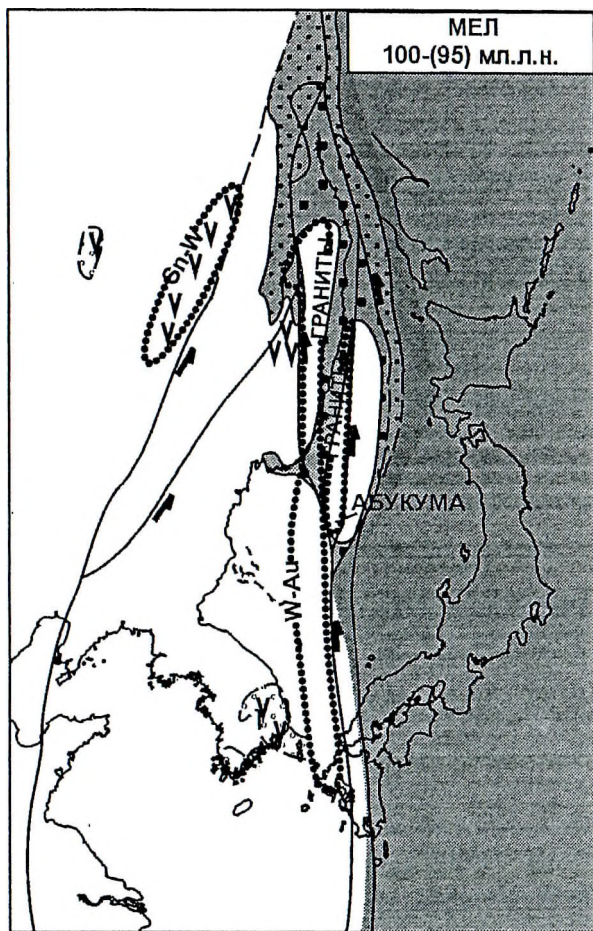


Рис. 7. Палеогеографическая карта Восточной Азии для позднего альба – начала сеномана. Условные обозначения те же, что к рис. 4.

ма, вдоль границы с Амурским континентом, произошла трансляция на север юрской аккреционной призмы на расстояние около 700 км. Согласно палеоботаническим данным, Сергеевский террейн занял современное положение в раннем мелу, переместившись по сдвигам в промежуток времени после валанжина – до альба с юга на север на расстояние до  $15^\circ$  по широте (Golozoubov et al., 1999). Его можно рассматривать как фрагмент континентальной окраины, который нависал над зоной субдукции, а затем от-  
 условны колосился и переместился вместе с субдукционно-аккреционной призмой. В Японии в это же время (в конце готерива) произошло сдваивание юрской

аккреционной призмы вдоль Медианного сдвига (Tazawa, 1993; Matsukawa et al., 1997). Сдвиги расщелили край Амурского континента и переместили отдельные его блоки в северном направлении, обусловив характерную "зубчатую" форму его восточной границы. Готерив-сеноманские левосторонние сдвиговые трансляции сформировали гигантскую S-образную структуру Сихотэ-Алиня и были причиной формирования гранитно-метаморфического слоя коры. Комплекс метаморфического ядра новообразованной коры представляет Анюйский метаморфический купол, имеющий альбский возраст метаморфизма (Натальян и др., 1994).

Континентальная кора Сихотэ-Алиня образовалась за короткий промежуток времени в 60 млн лет (средняя юра – альб), включающий (1) формирование террейнов аккреционных призм, турбидитового бассейна и островной дуги и (2) их коллизию с окраиной континента в результате крупномасштабных левосторонних перемещений по сдвигам. В этом коренное отличие выводов автора о начальных условиях проявления раннемеловых сдвигов от модели сихотэалинских сдвигов В. П. Уткина (1989, 1999; Вулканические..., 1984), условием которой является существование под Сихотэ-Алинем древней континентальной литосферы и ее растяжение на начальном этапе.

Среднемеловые-сеноманские вулканоплутонические комплексы маркируют становление континентальной литосферы в Сихотэ-Алине и обнаружены: 1) в широкой полосе, которая протягивается на юго-запад от Монголо-Охотского пояса, через Баджальский террейн и Буреинский массив и далее в Китай; 2) на северном острье Ханкайского массива; 3) вдоль границы Ханкайского массива и Сергеевского террейна; 4) вдоль Журавлевско-Амурского террейна.

В северной части региона они объединяются часто в вулканоплутонические пояса: Умлекано-Огонжинский и Хингано-Охотский. Между тем выходы рассматриваемых образований изолированы и вписываются в систему региональных сдвигов. Яркий пример – Алчанская зона между сдвиговыми ограничениями северного выступа Ханкайского массива.

Наиболее детально изучены Баджальско-Буреинский и Кавалеровский районы распространения рассматриваемых пород.

Результаты петрологических исследований в северной части региона отражены в публикациях В.Г. Моисеенко и В.Г. Сахно (Вулканические..., 1984; Моисеенко, Сахно, 2000). При этом В.Г. Сахно давно уже обосновывает несубдукционный петрогенезис среднемеловых-сеноманских вулканических пород. Главной особенностью представленных здесь эффузивов является присутствие высокомагнезиальных андезитов, которые в современных активных окраинах не связываются с механизмом субдукции. Андезит-дацитовые разности отличаются от субдукционных и микроэлементным составом, в частности, повышенным содержанием ниобия при пониженном содержании рубидия и стронция. Их отличительной особенностью является также монцитонитовидность и повышенная роль калия при относительно невысоких его содержаниях в расплавах.

По комплексу петрологических особенностей среднемеловые-сеноманские вулканиты Буреинского и Баджальского массивов аналогичны (близки) породам калифорнийской геодинамической обстановки.

Такие же особенности мелового гранитоидного магматизма Буреинского массива и Баджальского террейна отмечены В.Г. Гоневчуком (1999). Частично этот вопрос, а также связь магматизма и доминирующего здесь оловянного оруденения рассмотрен в статье В.Г. Гоневчука с соавторами в настоящем сборнике.

В Кавалеровском районе вулканоплутонические образования второго этапа раннемеловой трансформной окраины представлены оловоносным Березовско-Арааратским комплексом, включающим одноименные крупные монцитонитовидные плутоны и небольшие покровы трахиандезитов и трахиандезито-базальтов. В большом количестве публикаций приводится геологическое датирование возраста комплекса – апт-сеноман и многочисленные калий-аргоновые датировки, показывающие более узкий интервал – 113-95 млн. лет. Выявленные в Арааратском массиве пироксеновые обособления интерпретируются как показатель пикритового состава исходного расплава (Гладков, 1982; Гоневчук, 1999). Заметим также, что оливиндвупироксеновый парагенезис указывает на низкие давления при генерации исходного расплава и, наряду с его составом, исключает возможность образования Березовско-Арааратского комплекса над зоной субдукции и дает основание предполагать связь его с слэб-виндоу.

К югу от Кавалеровского района развиты интрузивы золотоносных гранитоидов, которые, по данным В.Г. Гоневчука (1999), парагенетически связаны с Березовско-Арааратским комплексом, а их отличия обусловлены условиями кристаллизации.

Плутонические образования второго этапа развития раннемеловой трансформной окраины представлены также гранитоидами, массивы которых, имеют синсдвиговую ориентировку. Среди них выделяются готерив-аптский (хунгарийский), комплекс, локализованный вдоль северной границы Ханкайского массива и на мысленном продолжении его острого выступа на северо-восток; и альб-сеноманский (татибинский) – вдоль Центрального разлома. Эти гранитоиды в пределах террейнов аккреционной призмы и турбидитового бассейна относятся к ильменитовой, а в Ханкайском массиве – к магнетитовой сериям (Романовский, 1999). В Самаркинском террейне с ними связана вольфрамовая минерализация с золотом, в Киселевско-Маноминском – вольфрам-золотая, а в Журавлевско-Амурском – оловянная с признаками золотой.

Сеноман-маастрихтский этап магматизма региона представлен Восточно-Сихотэ-Алинским вулканическим поясом (ВСВП), который реконструируется как надсубдукционный (рис. 8). ВСВП перекрывает большинство террейнов Сихотэ-Алиня (см. рис. 2) и сложен, главным образом, кислыми вулканиками с небольшим объемом андезитов и базальтов на сено-

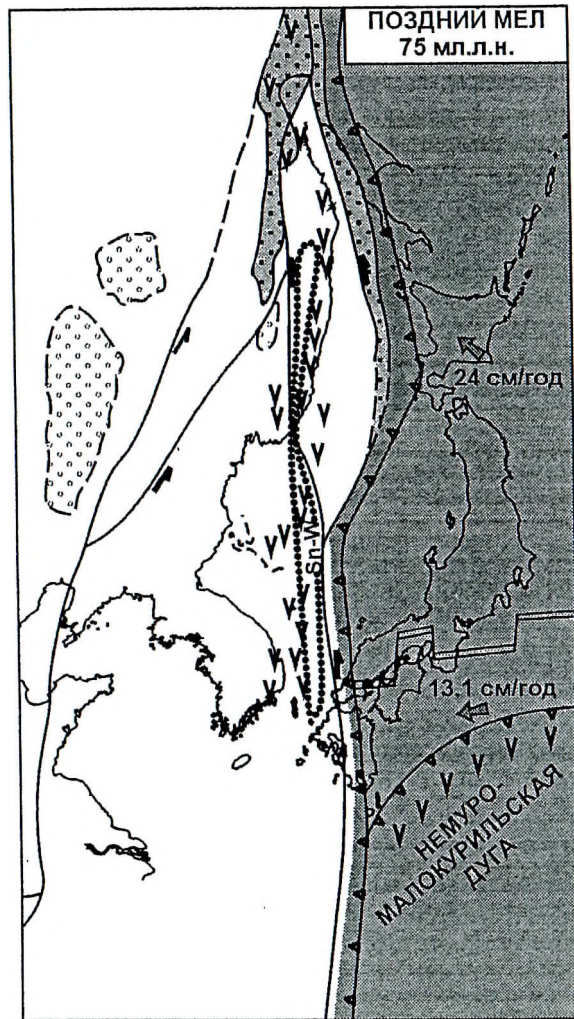


Рис. 8. Палеогеографическая карта Восточной Азии для кампана. Условные обозначения те же, что к рис. 4.

манском и маастрихтском уровнях. Ему присуща обычная для надсубдукционных поясов поперечная зональность, а металлогения во многом определяется природой перекрываемых террейнов. В южной его части, где в основании залегают породы Таухинского и, частично, Журавлевского террейнов, с известково-щелочными гранитами этого этапа связано уникальное скарновое месторождение бора в Дальнегорском районе, а также поли-

металльно-оловянная минерализация. Севернее ВСВП перекрывает Кемский островодужный террейн. Развитые здесь фронтальные и тыловые магматиты характеризуются медным и молибденово-медным прожилково-вкрапленным и порфировым медно-полиметаллическим оруденением (Раткин, 1995). На самом севере ВСВП, где в основании его залегают породы Киселевско-Маноминского террейна, локализовано Многовершинное золото-серебряное месторождение.

В собственно тыловой, шошонитовой, зоне ВСВП на юге Журавлевско-Амурского террейна сосредоточены жильные касситерит-сульфидные месторождения (Кавалеровский район и др.). Севернее, в центральной Сихотэ-Алине, сеноман-туронские интрузии шошонитовой серии несут медно-молибденовое оруденение порфирового типа. Золото-сульфидная минерализация образовалась позже медной и также распространена во вмещающих интрузии турбидитах в виде прожилково-вкрапленных руд с дисперсным золотом (Петраченко и др., 1991).

На границе мела и палеогена в регионе произошла смена типа магматизма. Палеоген-миоценовые магматиты образуют вулканические депрессии, поперечные к простиранию ВСВП. Общая последовательность магматизма: палеоцен – риолиты (игнимбриты) и только на самом юге, в Хасанском районе – базальты и более кислые породы; эоцен-олигоцен – бимодальная серия с преобладанием базальтов; олигоцен-миоцен – высокоглиноземистые базальты.

Базальты этих ассоциаций детально изучены Ю.А. Мартыновым (1999), который сделал убедительный вывод о не субдукционной, а рифтогенной природе палеоген-миоценового магматизма региона.

Большинство месторождений кайнозойского этапа связано с кислым палеоценовым комплексом. На юге, в Таухинской аккреционной призмe, это скарновые свинцово-цинковые и эпитермальные золото-серебряные месторождения. Севернее, вдоль побережья Японского моря – только золото-серебряные (Салют, Бухтянское, Белая Гора и др.).

#### Аккреционные комплексы и их роль в формировании рудных месторождений

Рудные месторождения образуются в результате соединения различных благоприятных факторов. Главными из них являются: геодинамическая природа террейнов (фундамента), перекрывающих и "сшивающих" их магматических комплексов в сочетании со структурным стилем и характером деформаций, которые контролируют распространение магматических пород и рудной минерализации. В настоящее время все более очевидным становится преимущественная локализация разнотипных рудных месторождений в террейнах аккреционных призм орогенных поясов.

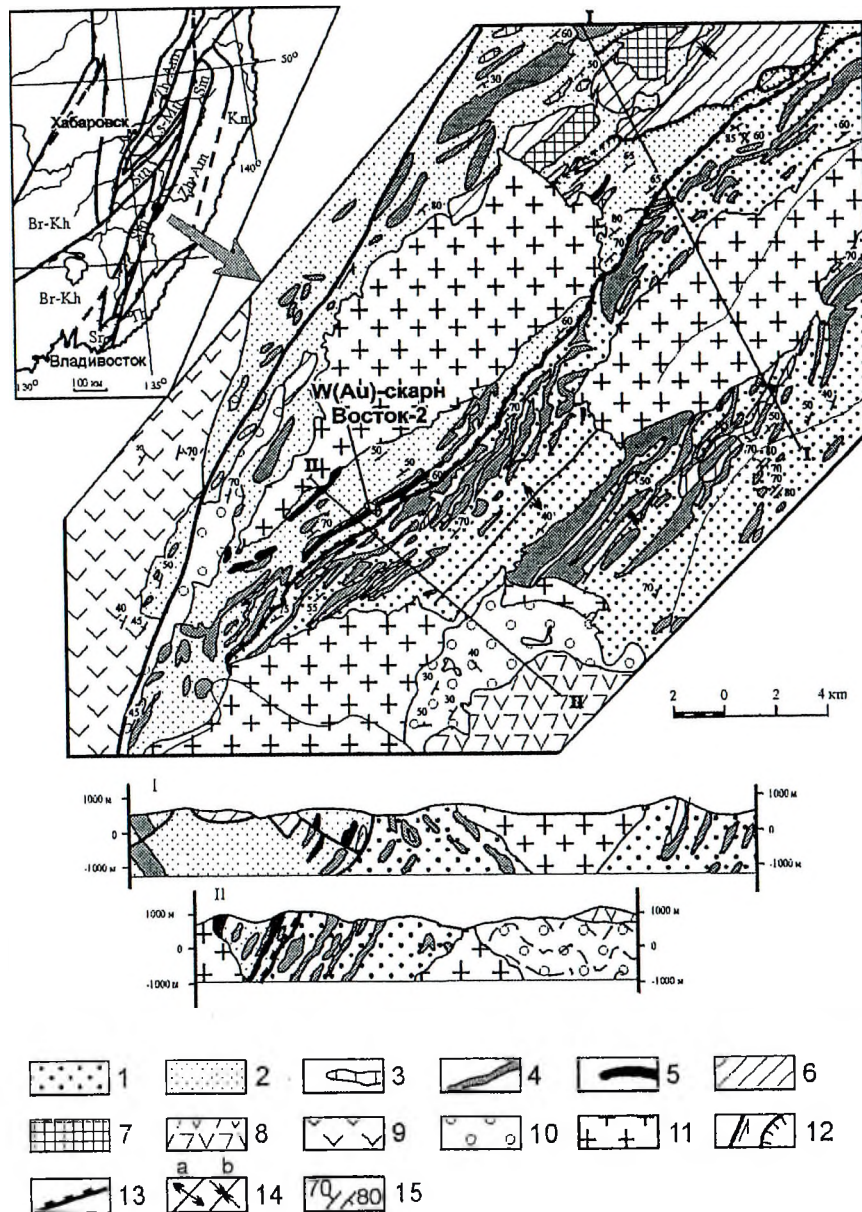


Рис. 9. Геологическая схема района месторождения Восток-2 (составлена по материалам геологической съемки м-ба 1:50 000, проведенной В.Н. Оковитым и др., 1994г.).

1-5 – Самаркинский терреин аккреционной призмы. 1-2 – матрикс: 1 – верхнеюрский, 2 – средне-верхнеюрский; 3-5 – палеоокеанические включения: 3 – юрские кремнистые аргил-

Многочисленные месторождения золота черносланцевого типа приурочены к аккреционным призмам в Монголо-Охотском и Сихотэ-Алинском поясах (Ханчук, Иванов, 1999), в Узбекистане (Мурунтау и др.). Такие аккреционные призмы наиболее детально изучены в южной части Сихотэ-Алиня, где они были впервые в 1967 году квалифицированы Н.Г. Мельниковым и показаны на картах как зоны развития хаотических образований. Оказалось, что палеозойские известняки, по которым до этого велось стратиграфическое расчленение разрезов, на самом деле образуют инородные включения в мезозойских кремнисто-терригенных толщах. На следующем этапе Н.Г. Мельниковым, В.В. Голозубовым, А.О. Мазаровичем, В.П. Парняковым, Ю.П. Юшмановым и другими геологами были датированы кремнистые породы, возраст которых оказался в основном триасовым, и обоснован юрско-раннемеловой возраст олистостромовых (микститовых) толщ. Было также установлено повторение в разрезах одних и тех же кремнисто-терригенных пачек и их залегание в юрско-нижнемеловых толщах микститового (олистостромового) типа с включениями кремней, базальтов и известняков. Этими и другими исследователями был доказан тектоно-седиментационный характер хаотических комплексов, образование которых интерпретировалось в известной модели конседиментационных тектонических покровов (Микститы..., 1988). На этом этапе изучения ленточные кремни и ассоциирующиеся с ними песчано-сланцевые отложения рассматривались как разновозрастные.

Более поздние детальные исследования показали, что стратиграфическая мощность ленточных кремней триаса чрезвычайно мала – всего около 50 м, т.е. скорость осадконакопления составляла 1,5 м за 1 млн. лет (Волохин и др., 1990), а массивы палеозойских и мезозойских известняков в хаотических комплексах Сихотэ-Алиня и Сахалина залегают на базальтах и являются фрагментами гайотов дна древнего океана (Ханчук и др., 1989). Массовое выделение радиоларий из терригенных пород, которые еще оставались практически "немыми" и датировались триасом по возрасту кремней, осуществленное И.В. Кемкиным, показало, что терригенные породы в хаотических комплексах имеют юрский или раннемеловой возраст и часто образуют турбидитовый матрикс, среди которого располагаются пакеты кремневых пластин. Длина таких пакетов может достигать десятков километров. Это позволило интерпретировать хаотические образования южного Сихотэ-Алиня как субдукционно-аккреционные комплексы (призмы, кли-

литы, 4 – среднетриасовые-нижнеюрские ленточные кремни. 6-7 – Сергеевский терреин континентальной окраины: 6 – раннепалеозойские габбро-гнейсы, диорито-гнейсы, граниты, 7 – пермские базальты, риолиты, терригенные породы и известняки; 8-11 – перекрывающие образования: 8 – турон-сантонские андезиты и дациты активной континентальной окраины; 9-11 – комплексы трансформной континентальной окраины: 9- альбские андезиты, 10 – валанжинские терригенные отложения шельфа, 11 – альбские граниты; 12 – разломы; 13 – граница между верхней и нижней частями аккреционной призмы; 14 – оси антиклиналей (а) и синклиналей (в); 15 – простираение и падение слоев.

нья) и дать им названия: Самаркинский – в Центральной зоне, и Таухинский – в Прибрежной (Ханчук и др., 1989). Стало ясно, что аккреционные комплексы имеют закономерное строение и сложены чередующимися турбидитовыми и меланжевыми толщами с включениями палеоокеанических, редко континентальных, образований, а также пакетами пластин с постепенными переходами от океанических кремней к турбидитам. Постепенная стратиграфическая последовательность от кремней через кремнисто-глинистые отложения к турбидитам, которая наблюдается в аллохтонных пакетах, стала рассматриваться у нас и в Японии, куда протягиваются аккреционные комплексы Сихотэ-Алиня, как стратиграфическая летопись движения океанической плиты к зоне субдукции.

Признаки субдукционной аккреции недавно детально описаны С.В. Зябровым (1998) в хребте Хехцир в юрской аккреционной призме. Карта, составленная под руководством В.Н.Оковитого для района месторождения Восток-2 (рис. 9), дает ясное представление о строении Самаркинского аккреционной призмы. Установленное залегание среднеюрской части ее на верхнеюрской полностью согласуется с субдукционной моделью роста призмы – снизу вверх.

По новым данным о генезисе аккреционных комплексов возможна новая палеогеодинамическая модель для ряда месторождений в черных сланцах.

Граница континентальной и океанической плит является областью высокой биопродуктивности. Здесь возможно также поступление эндогенного углерода, что способствует формированию углеродистых отложений, аккумулирующих золото и платиноиды из разрушающихся фрагментов океанической плиты – офиолитов и железо-марганцевых корок на палеогайтах. Кроме того и палеоокеанические отложения содержат углеродистые прослои. Характерный пример – углеродистые слои в палеоокеанических отложениях на границе перми и триаса, детально изученные в Японии и известные в Сихотэ-Алине, или слои среднетриасовых углеродистых кремней – фтанитов, которые в Дальнегорском и Кавалеровском рудных районах некоторыми исследователями описаны как породы мантийного происхождения. Лавинная седиментация на границе континент-океан способствует быстрому захоронению углеродистых пород, а последующая деформация аккреционных призм, метаморфизм и внедрение гранитов приводят к концентрации благородных металлов и образованию коренных месторождений. Очевидно также происхождение золотоносных россыпей и платиноидами за счет разрушения аккреционных призм.

Обращает на себя внимание приуроченность вольфрамового оруденения к Самаркинскому аккреционному комплексу, что также характерно, например, для месторождений Мурунтау.

В Таухинской аккреционной призме к субдукционному меланжу приурочены скарновые свинцово-цинковые месторождения.

Подобная специализация аккреционных призм требует изучения. Открытым остается и вопрос о причинах формирования борного месторождения в Таухинском террейне: не исключена первичная концентрация бора в лагунных отложениях на стадии океанического атолла.

### Заключение

В данной статье сделана попытка показать возможность и перспективность перехода от глобальных к региональным плитотектоническим моделям формирования рудных месторождений.

В металлогенически наиболее важной для региона мезозойско-кайнозойской истории формирование месторождений связывается со сменами палеогеодинамических обстановок: субдукционных континентальных окраин на трансформные калифорнийского типа и наоборот. Именно эти палеогеодинамические обстановки определяют общую металлогеническую специфику и зональность региона. Влияние фундамента, т.е. палеогеодинамической природы террейнов, проявляется в генетических типах месторождений: скарновый – в аккреционных комплексах, где есть известняки, грейзеновый – в турбидитах и т.п.

Для создания новой модели образования черносланцевых месторождений благородных металлов перспективным представляется дальнейшее изучение аккреционных комплексов.

### Литература

- Антонов А.Ю. Редкометалльные элементы в позднемезозойских гранитоидах южного ограничения Алданского щита // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 3. С. 68-81.
- Беляева Г.В. Биогеография раннего кембрия Востока СССР // Эволюция геологических процессов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1987. С. 41-64.
- Беляева Г.В., Кашина Л.Н. О возможных связях Саяно-Алтайского бассейна с западным Приморьем в раннем кембрии (по археоциатам) // Биостратиграфия и палеонтология нижнего и среднего кембрия Северной Азии. М.: Наука. 1983. С. 65-80.
- Богданов Н.А., Филатова Н.И. Строение и геодинамика формирования активных окраин континентов // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18, № 5, С. 9-23.
- Бретштейн Ю.С., Гурарий Г.З., Печерский П.М. Палеомагнетизм палеозойских пород террейнов юго-западного Приморья // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 4. С. 41-63.
- Волохин Ю.Г., Бурый Г.И., Руденко В.С., Филиппов А.Н. Триасовая кремневая формация Южного Сихотэ-Алиня // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1990. № 4. С. 45-57.
- Вулканические пояса Востока Азии. Геология и металлогения. Ред. А.Д.Щеглов. М.: Наука, 1984. 504 с.
- Высоцкий С.В., Говоров Г.И., Кемкин И.В., Сапин В.И. Бонинит-офиолитовая ассоциация восточного Сахалина: геология и некоторые особенности петрогенезиса // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 6. С. 3-15.
- Гладков Н.Г. Верхнемеловые и палеогеновые вольфрамоносные и оловоносные магматические ассоциации западной части Кавалеровского района // Оловоносные и вольфрамоносные гранитоиды некоторых регионов СССР. М.: Наука, 1982. С. 202-232.

- Голозубов В.В., Ханчук А.А. Таухинский и Журавлевский террейны (Южный Сихотэ-Алинь) – фрагменты раннемеловой азиатской окраины // Тихоокеан. геология. 1995. Т.14, № 2, С.13-25.
- Гоневчук В.Г. Оловоносные системы Дальнего Востока: магматизм и рудогенез: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. Владивосток. 1999. 62 с.
- Гранник В.М. Петрохимическая характеристика магматических пород Восточно-Сахалинской позднемезозойской островодужной системы // Тихоокеан. геология. 1991. № 6. С. 67-86.
- Добрецов Н.А., Кирдяшкин А.Г. Глубинная геодинамика. Новосибирск, 1994. 299 с.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит. Т. 2. М: Наука, 1990. 334 с.
- Зябрев С.В. Раннемеловые кремни Киселевско-Маноминского террейна – наиболее молодые океанические отложения в структуре юга континентальной части Дальнего Востока России // Тихоокеан. геология. 1994, № 6. С. 74-82.
- Зябрев С.В. Стратиграфическая летопись кремнисто-терригенного комплекса хр.Хехцир и кинематика асимметричных складок – индикаторы субдукционной аккреции // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 1. С. 76-84.
- Иванов Б.А. Центральный Сихотэ-Алинский разлом (сдвиг) // Докл. АН СССР. 1960. Т. 138, № 4. С. 900-903.
- Иванов В.С., Тарарин И.А., Игнатьев А.В., Азарова Л.И., Недашковская Л.В. Геохимические особенности глиноземистых гранитоидов Анивского массива о-ва Сахалин // Новые данные по магматизму и металлогении Дальнего Востока. Владивосток. Дальнаука, 1998. С. 22-32.
- Кемкин И.В., Кемкина Р.А. Юрско-раннемеловая стратиграфия кремнистых и терригенных отложений Дальнегорского рудного района (Южный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 1. С. 59-75.
- Кемкин И.В., Ханчук А.И. Первые данные о раннемеловом аккреционном комплексе в бассейне р. Черная (Южный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеан. геология. 1993. № 1. С. 140-143.
- Кемкин И.В., Ханчук А.И. Юрский аккреционный комплекс южного Сихотэ-Алиня // Тихоокеан. геология. 1993, № 5. С. 32-42.
- Котляр Г.В., Захаров Ю.Д., Попеко Л.И., Тазава Дж., Бураго В.И. Слои с Timorites на Востоке Азии // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 3. С. 41-50.
- Красилов В.А., Синюков В.И., Витрик С.В. О времени заложения Удского вулканического пояса // Тихоокеан. геология. 1992. № 1. С. 102-108.
- Кузьмин М.И. Геохимия магматических пород фанерозойских подвижных поясов. Новосибирск: Наука, 1985. 197 с.
- Левашиев Г.Б. Геохимия парагенных магматитов активных зон континентальных окраин. Владивосток, 1991. 378 с.
- Левашиев Г.Б., Рыбалко В.И., Изосов А.А., и др. Тектоно-магматические системы аккреционной коры // Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 339 с.
- Маркевич П.В., Зябрев С.В., Филиппов А.Н., Малиновский А.И. Восточный фланг Киселевско-Маноминского террейна: фрагмент островной дуги в аккреционной призме (Северный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеан. геология. 1996. Т. 15, № 2. С. 70-98.
- Мартинов Ю.А. Высокоглиноземистый базальтовый вулканизм Восточного Сихотэ-Алиня: петрология и геодинамика // Петрология. 1999. Т. 7, № 1. С. 58-78.
- Микститы Сихотэ-Алинской складчатой системы / Врублевский А.А., Мельников Н.Г., Белозубов В.В. и др. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 112 с.
- Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Шергина Ю.П. Возраст формирования Кировского золоторудного месторождения Приамурья // Докл. РАН. 1999. Т. 369, № 3. С. 354-356.
- Моисеенко В.Г., Сахно В.Г. Пломовый вулканизм и минералогия Амурской мегаструктуры. Благовещенск: АмурКНИИ. 2000. 160 с.
- Наташын Б.А. Мезозойская аккреционная и коллизионная тектоника юга Дальнего Востока СССР // Тихоокеанская геология. 1991. № 5. С. 3-23.
- Наташын Б.А., Фор М., Монье П., и др. Анюйский метаморфический купол (Сихотэ-Алинь) и его значение для мезозойской геодинамической эволюции восточной Азии // Тихоокеанская геология. 1994, № 6. С. 3-24.

- Нечаев В.П., Мусашино М., Ли Д.У. Юрско-нижнемеловая геодинамическая эволюция восточной окраины Азии: реконструкция по изменению ассоциаций тяжелых минералов осадочных пород // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 6. С. 21-35.
- Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойд Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 190 с.
- Парфенов Л.М., Ноклеберг У.Дж., Ханчук А.И. Принципы составления и главные подразделения легенды геодинамической карты Северной и Центральной Азии, юга российского Дальнего Востока, Кореи и Японии // Тихоокеан. геология. 1998. № 3. С. 3-13.
- Парфенов Л.М., Попеко Л.И., Тамуртоого О. Проблемы тектоники Монголо-Охотского орогенного пояса // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18, № 5. С. 24-43.
- Петраченко Е.Д., Петраченко Р.И., Родионов А.Н. О полигенности и полихронности оруднения Ороженско-Приманкинского вулканического поля Центрального Сихотэ-Алиня // Соотношение разных типов оруднения вулкано-плутонических поясов Азиатско-Тихоокеанской зоны сочленения. Владивосток: ДВО АН СССР. 1991. С.95-110.
- Раткин В.В. Металлогения свинца и цинка Тихоокеанской окраины Азии // Автореф. Дисс. На соискание уч. степени доктора г.-м. наук. Владивосток, 1995. 36 с.
- Рождественский В.С. Геодинамическая эволюция Хоккайдо-Сахалинской складчатой системы // Тихоокеан. геология. 1993. № 2. С. 76-87.
- Романовский Н.П. Тихоокеанский сегмент Земли. Хабаровск: ИГиГ ДВО РАН. 1999. 167 с.
- Рундквист Д.В., Ряховский В.М., Мионов Ю.В., Пустовой А.А. Существует ли универсальный Sr-Nd-Rb-изотопный индикатор нижнемантийных плюмов? // Докл. РАН. 2000. Т. 370, № 2. С. 223-226.
- Симаненко В.П. Позднемезозойские вулканические дуги Восточного Сихотэ-Алиня и Сахалина // Тихоокеан. геология. 1986. № 1. С. 7-13.
- Синица С.М. Парадокс кливажа // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 1. С. 3-12.
- Уткин В.П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М. Наука, 1989. 166с.
- Уткин В.П. Горст-аккреционные системы, рифто-грабены и вулкано-плутонические пояса юга Дальнего Востока России. Статья 3. Геодинамические модели синхронного формирования горст-аккреционных систем и рифто-грабенов // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18, № 6. С. 35-58.
- Ханчук А.И. Геологические строение и развитие континентального обрамления северо-запада Тихого океана. Автореф. доктор. дисс. Москва. 1993. 31 с.
- Ханчук А.И. Тектоника и магматизм палеотрансформных континентальных окраин калифорнийского типа на Востоке России // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. Материалы XXXIII Тектонического совещания. М.: ГЕОС. 2000. С. 544-547.
- Ханчук А.И., Панченко И.В., Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и Сахалина в палеозое и мезозое: Проект № 224 (Дююрская эволюция Вост. Азии) Междунар. Программы геол. корреляции. Препр. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 56 с.
- Ханчук А.И., Никитина А.П., Панченко И.В., Бурый Г.И., Кемкин И.В. Палеозойские и мезозойские гайоты Сихотэ-Алиня и Сахалина // ДАН СССР. 1989. Т. 307, № 1. С. 186-190.
- Ханчук А.И., Кемкин И.В., Панченко И.В. Геодинамическая эволюция юга Дальнего Востока в среднем палеозое-раннем мезозое // Тихоокеанская окраина Азии. Т. 1. Геология. М.: Наука. 1989. С. 218-255.
- Ханчук А.И., Голозубов В.В., Панченко И.В. и др. Ганычаланский террейн Корякского нагорья // Тихоокеан. геология. 1992. № 2. С. 82-94.
- Ханчук А.И., Ознянов Н.В., Попова И.М., Филиппов А.Н. Новые данные о ранне-меловых отложениях Нижнего Приамурья. // Доклады РАН. 1994. т.338, № 5.
- Ханчук А.И., Раткин В.В. Рязанцева М.Д. и др. Геология и полезные ископаемые Приморского края: очерк. Владивосток: Дальнаука, 1995. 65 с.
- Ханчук А.И., Голозубов В.В., Мартинов Ю.А., Симаненко В.П. Раннемеловая и палеогеновая трансформные окраины (калифорнийский тип) Дальнего Востока России // Тектоника Азии. Тезисы XXX тектонического совещания. Москва, 1997. С. 240-243.
- Ханчук А.И., Иванов В.В. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруднение Дальнего Востока России // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 11. С. 1635-1645.

Хетчиков Л.Н., Герасимов Н.С., Пахомова В.А. и др. Результаты Rb-Sr датирования и изучения включений в кварце гранитов Григорьевского комплекса Ханкайского массива // Докл. РАН, 1994, т. 343, № 1. С. 91-93.

Щека С.А., Вржосек А.А., Сапин В.И., Кирюхина Н.И. Преобразование минералов плагиновой группы из россыпей Приморья // Минерал. жур. 1991. № 1. С. 31-40.

Belytsky B.V., Krymsky P.S., Rub M.G., Pavlov V.A., Rub A.K. Age and genetic relationships of rare-metal ore-bearing granites of Voznesenka ore field, Primorye: Rb-Sr and Sm-Nd isotopic data // Mineral Deposits: Processes to Processing, Stanley et al (eds). 1999. A.A. Balkema / Rotterdam / Brookfield. V. 1. P. 313-316.

Golozoubov V.V., Markevich V.S. Bugdaeva E.V. Early Cretaceous changes of vegetation and environment in East Asia // PALAEO. 1999. № 153. P. 139-146.

Khanchuk A.I. Tectonics of Russian Southeast // Chishitsu News, 1994, № 480. P. 19-22.

Khanchuk A.I., Belyaeva G. Relationship between the terranes of Paleozoic and Paleopacific oceans in the Far East, Russia // Report No. 4 of the IGCP Project 283: Geodynamic evolution of Paleozoic ocean/Dobretsov N.L. and Berzin N.A. (eds). 1993. Novosibirsk. P. 84-86.

Kimura G., Sakakibara M., Ofuka H., Ishizuka H., Miyashita S., Okamura M., Melnikov O., Lushenko V. A deep section accretionary complex: Susunay Complex in Sakhalin Island, Northwest Pacific Margin // The Island Arc. 1992. V. 1. P. 166-175.

Kojima S. Mesozoic Terrane accretion in Northeast China, Sikhote-Alin and Japan regions // Paleogeography. Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1989. V. 69. P. 213-232.

Maruyama S. Plume tectonics // Geol. Soc. Jap. 1994. V. 100. № 1. P. 24-34.

Maruyama S., Isozaki Y., Terrabayashi M. Paleogeographic maps of the Japanese Islands: Plate tectonic synthesis from 750Ma to the present // The Island Arc. 1997. V. 6. P. 124-142.

Matsukawa M., Takahashi O., Hayashi K., Ho M., Kononov V.C. Early Cretaceous Paleogeography of Japan, based on tectonic and faunal data // Mem. Geol. Soc. Japan. 1997. № 48. P. 29-42.

Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H., Baranov B.V., Byalobzhesky S.G., Bundtzen T.K., Feeny T.D., Fujita K., Gordey S.P., Grantz A., Khanchuk A.I., Natal'in B.A., Natarov L.M., Norton I.O., Patton W.W., Plafker J., Scholl D.W., Sokolov G.M., Stone D.B., Tabor R.W., Tsukanov N.V., Vallier T.L. and Wakita Koji. Circum-North Pacific tectonostratigraphic terran map: U.S. Geological Survey, Open-File Report 94, 1994, p. 2 sheets scale 1:5 000 000; 2 sheets 1:10 000 000.

Nokleberg W.J., West T.D., Dawson K.M. et al. Summary terrane, mineral deposit and metallogenic belt maps of the Russian Far East, Alaska and Canadian Cordillera: U.S. Geological Survey Open-File Report 98-136, 1 CD-ROM (Publication also available on Internet/Web at <http://wrgis.wr.usgs.gov/open-file/of98-136/>). 1998.

Scotese, C.R. Phanerozoic Plate Tectonic Reconstructions, PALEOMAP Progress Report, Dept. of Geology, University of Texas at Arlington. 1997.

Sengor A.M.C., Natal'in B.A. Paleotectonics of Asia: fragments of a synthesis // The tectonic evolution of Asia. Cambridge University Press. 1996. P. 486-640.

Tazawa J. Pre-neogene tectonics of the Japanese islands from the viewpoint of paleobiogeography // Jour. geol. soc. japan. 1993. v. 7. № 7. p. 525-543.

Wilde S.A., Dorsett-Bain H.L. and Liu J. The identification of a Late Pan-African granulite facies event in northeastern China: SHRIMP U-Pb zircon dating of the Mashan Group at Liu Mao, Heilongjiang Province, China // Proceedings of the 30th International Geological Congress. 1997: Beijing. V. 17. VSP International Science Publishers, Amsterdam. P. 59-74.

Wilde S.A., Dorsett-Bain H.L., Lennon R.G. Geological Setting and Controls on the Development of Graphite, Sillimanite and Phosphate Mineralization within the Jiamusi Massif: An Exotic Fragment of Gondwanaland Located in North-Eastern China? // Gondwana Research. 1999. V. 2, № 1. P. 21-46.

Zyabrev S., Matsuoka A. Late Jurassic (Tithonian) radiolarians from a clastic unit of the Khabarovsk complex (Russian Far East): Significance for subduction accretion timing and terrane correlation // The Island Arc. 1999. V. 8. P. 30-37.