

ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

УДК 551.24

**ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ И ГЛАВНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ЛЕГЕНДЫ
ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ КАРТЫ СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ, ЮГА
РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА, КОРЕИ И ЯПОНИИ**

*Л.М.Парфенов**, *У.Дж.Ноклеберг***, *А.И.Ханчук****

*Институт геологических наук СО РАН, Академия наук Республики Саха (Якутия), г. Якутск;

**Геологическая служба США, г. Менло Парк;

***Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

В рамках международного научного проекта по тектонике, геодинамике и металлогении составляется карта масштаба 1:5000000, охватывающая территории Восточной и Южной Сибири, Монголии, северо-востока Китая, юга российского Дальнего Востока, Кореи и Японии. В статье обсуждаются принципы и содержание террейнового анализа, лежащего в основе карты, приводятся определения ключевых понятий: кратон, террейн, аккреция, амальгамация, дисперсия и др. Раскрывается содержание показываемых на карте террейнов различного типа, перекрывающих и "сшивающих" их образований, которые классифицируются на основе принципа актуализма. Обсуждается возможность выделения террейнов в раннедокембрийском фундаменте кратонов.

ВВЕДЕНИЕ

В 70-е годы было признано, что офиолиты орогенных поясов представляют собой фрагменты земной коры ранее существовавших, а затем исчезнувших океанов, в пределах орогенных поясов были установлены фрагменты островных дуг, фрагменты континентов и микроконтинентов. На основе концепции тектоники литосферных плит были выполнены глобальные и трансрегиональные палеотектонические реконструкции. Казалось, что новая парадигма позволяет быстро, на основе относительно ограниченных исходных данных разрешить все глобальные проблемы, касающиеся строения и эволюции фанерозойских орогенных поясов и аккреции континентов, и на долю будущих поколений геологов уже ничего не останется [18].

В начале 80-х годов на основе детальных исследований, прежде всего на Аляске и в Кордильерах Северной Америки, было установлено, что фанерозойские орогенные пояса представляют собой коллаж или мозаику ограниченных разломами блоков земной коры, получивших название террейнов [10, 17-19, 20]. Террейны являются фрагментами более крупных тектонических образований: кратонов, пассивных и активных континентальных окраин, фрагментами океанической коры (офиолиты), внутриокеанских образований различного типа и

островных дуг. Все эти образования в прошлом находились на расстоянии в сотни и тысячи километров от мест их современного нахождения и, возможно, относительно друг друга и близлежащих кратонов. Аккреция и коллизия континентов, в результате которых формировались орогенные пояса, сопровождались крупными надвиговыми и сдвиговыми перемещениями. При этом происходило расчленение на части единых в прошлом тектонических единиц, их дезинтеграция и совмещение в единой структуре фрагментов разнородных и разнотипных образований. Стало ясным, что палеотектоническим реконструкциям должна предшествовать большая и кропотливая работа по выделению террейнов, установлению их геодинамической природы, корреляции и т.п., которая сейчас определяется как террейновый анализ. Террейновый анализ стал действенным методом регионального тектонического анализа орогенных поясов, который связывает в единое целое геологическое картографирование территории и детальные тематические исследования (структурные, геохимические, палеомагнитные, палеобиогеографические и др.) с региональными и глобальными палеотектоническими реконструкциями на основе тектоники литосферных плит. Металлогенический анализ орогенных поясов в настоящее время ориентируется на результаты террейнового анализа.



Рис. 1. Регионы, охватываемые предыдущим проектом по тектонике и металлогении севера тихоокеанского обрамления и новым проектом по тектонике и металлогении Северной и Центральной Азии, Кореи и Японии.

В 80-е годы были составлены и опубликованы карты террейнов Аляски и Кордильер Северной Америки [21, 22, 30, 32] и ряда других регионов [17]. Карты террейнов выгодно отличаются от сходных с ними геодинамических карт, которые во многом повторяют контуры геологических карт, тем, что на них изображена мозаика главных тектонических единиц орогенных поясов, тектоническое совмещение которых привело к формированию данного орогенного пояса.

Одна из первых карт террейнов территории России была составлена в рамках международного проекта по тектонике и металлогении севера тихоокеанского обрамления [6]. Проект выполнялся в 1990 - 1995 гг. силами геологов ДВО РАН, СО РАН, РАН и Роскомнедра совместно с геологами геологических служб США, Канады и Японии. В результате работ по проекту были составлены карта террейнов севера тихоокеанского обрамления и металлогенические карты региона масштаба 1:5000000, опубликованы описания этих карт [24, 25]. Результаты работ по данному проекту, которые докладывались на многих международных совещаниях, получили широкую известность и высоко оценены как в нашей стране, так и за рубежом. В связи с этим, было принято решение об организации нового подобного международного проекта, который с некоторым перекрытием охватывает территорию, расположенную непосредственно к западу от предыдущего, и является как бы его продолжением (рис. 1). Новый проект, рассчитанный на 5 лет (1997 - 2001 гг.), посвящен тектонике, геодинамике и металлогении Северной и

Центральной Азии, юга российского Дальнего Востока, Кореи и Японии. Рассматриваемая карта террейнов является частью данного проекта и составляется геологами России, Монголии, Китая, Кореи, Японии и США.

В данной статье предпринята попытка обсудить принципы составления обзорных геодинамических карт на основе террейнового анализа, в связи с разработкой легенды карты названного региона масштаба 1:5000000. Это особенно важно, поскольку в нашей геологической литературе понятия террейн и террейновый анализ иногда понимаются существенно иначе, чем это принято в Северной Америке (например [1]), где эти понятия были впервые сформулированы.

Геодинамическая карта Северной и Центральной Азии, юга российского Дальнего Востока, Кореи и Японии, естественно, основывается на принципах и разработках карты террейнов севера тихоокеанского обрамления [24, 25], а также опубликованных ранее карт террейнов других регионов [21, 22, 30, 32]. Вместе с тем, требуются дополнительные разработки легенды, определяемые, с одной стороны, необходимостью дальнейшего углубления принципов и методов тектонической картографии и, с другой стороны - отличительными особенностями и большим разнообразием тектонических структур, охватываемых новой картой. Карта террейнов севера тихоокеанского обрамления включала только мезозойские и кайнозойские орогенные пояса. Новая карта, наряду с мезозойскими и кайнозойскими орогенными поясами Сихотэ-Алиня, Японии и Северо-

Востока России, включает палеозойские орогенные пояса Центральной Азии, Таймыра, а также целиком Сибирскую платформу и значительную северную часть Северо-Китайской платформы с обширными выходами на поверхность кристаллических образований раннего докембрия. В легенду составляемой карты по сравнению с предыдущей картой требуется внести существенные дополнения, касающиеся изображения чехлов древних и молодых платформ, раннедокембрийских образований кратонов, магматических образований кратонов, гранитоидов и метаморфических пород в пределах разновозрастных орогенных поясов.

НАЗНАЧЕНИЕ КАРТЫ

Рассматриваемая карта масштаба 1:5000000 составляется как основной источник информации по геологии и тектоническим структурам региона для всех специалистов, заинтересованных в получении такой информации, а также в рамках проекта как тектоническая основа для анализа минеральных ресурсов и металлогении. Вместе с тем, карта может использоваться и для других самых разных целей, включая региональный тектонический анализ, анализ неотектоники, сейсмичности, современного вулканизма и др. Предполагается, что на основе карты террейнов, на следующем этапе работы будут выполнены палеотектонические реконструкции с изображением древних континентов, их пассивных и активных окраин, древних океанов, островных дуг, микроконтинентов и других внутриокеанских образований.

В рамках нового проекта, наряду с региональными задачами, представляется возможным поставить и решить целый ряд общих, фундаментальных геологических проблем, таких как сравнительный анализ структуры, палеогеодинамики и металлогении мезозойско-кайнозойских, палеозойских и позднедокембрийских орогенных поясов в связи с раскрытием и эволюцией Тихого и Палеоазиатского океанов. Самостоятельную большую проблему представляет анализ тектоники и металлогении раннедокембрийских образований в пределах щитов древних платформ и определение особенностей металлогенезиса и формирования земной коры в раннем докембрии. Новый проект включает также рассмотрение таких проблем, как происхождение и эволюция главных осадочных бассейнов в пределах древних платформ и разновозрастных орогенных поясов по периферии Тихого и Северного Ледовитого океанов, природа платформенного магматизма и рудообразования.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕРРЕЙНОВОГО АНАЛИЗА

В процессе террейнового анализа решаются следующие задачи:

1) выделение террейнов; выделение образований, перекрывающих террейны (осадочные и осадочно-вулканогенные) и “сшивающих” террейны (магматические и метаморфические);

2) определение и типизация (надвиг, сдвиг, сброс) границ террейнов;

3) типизация террейнов, перекрывающих и “сшивающих” их образований на актуалистической основе (выделение среди них островодужных образований, комплексов аккреционного клина, активных и пассивных континентальных окраин, фрагментов океанической коры и т.п., магматических образований, связанных с процессами рифтогенеза, коллизии, субдукции и др.);

4) выделение и типизация постаккреционных разломов, возникших после приращения террейнов к кратону и приводящих к разрушению, дисперсии террейнов;

5) анализ палеобиогеографических и палеомагнитных данных, необходимых для суждения о происхождении террейнов.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕРРЕЙНОВОГО АНАЛИЗА

Ключевыми понятиями террейнового анализа являются: кратон, тектоно-стратиграфический террейн (для краткости просто террейн), аккреция, амальгамация, дисперсия, перекрывающие и “сшивающие” образования.

Кратон (англ. craton) - сформированный в докембрии крупный (несколько миллионов км²) жесткий участок земной коры континентов (например, Северо-Азиатский, Сино-Корейский, Северо-Американский кратоны). Термин кратон ранее обычно рассматривался как синоним термина древняя платформа. Последующие исследования показали, что докембрийский кристаллический фундамент древних платформ протягивается и под внешние зоны смежных орогенов. Эти зоны, получившие название складчато-надвиговых поясов, сформированы на опущенных окраинах кратона и должны включаться в его состав наряду с древней платформой, представляющей центральную большую часть кратона. Именно в таком понимании был выделен Северо-Азиатский кратон [2], который включает Сибирскую платформу и расположенные по её периферии разновозрастные складчато-надвиговые пояса: Верхоянский, Байкало-Патомский, Енисейского кряжа и Южного Таймыра. Эти внешние зоны орогенных поясов отделяются от платформы фронтальными надвигами или фронтальными моноклиналями, а характер деформаций в их пределах определяется надвигами, в том числе региональными тектоническими срывами, которые отслаивают осадочные толщи от кристаллического

фундамента, а также крупными складками. В палеотектоническом отношении их называют миогеоклиналями (англ. *miogeocline*) [12] - ископаемыми аналогами современных пассивных континентальных окраин. Они образованы мощными (10-15 км) клиньями осадочных горных пород, которые утолщаются по мере удаления от платформы.

Кратон вместе с расположенными на его окраинах миогеоклиналями в палеотектоническом отношении соответствует континенту, который со временем увеличивается в размерах в результате приращения к нему (аккреции) террейнов различного типа.

Тектоно-стратиграфический террейн (англ. *tectono-stratigraphic terrane*) - ограниченный разломами блок земной коры, достаточно крупный, чтобы быть показанным на карте масштаба 1:5000000, который по своей геологической истории резко отличается от смежных с ним блоков (террейнов). Совокупность террейнов, находящихся в сложных структурных соотношениях друг с другом, слагает все пространство орогенного пояса за пределами кратона.

Выделение террейна основывается не на представлении о его возможных больших горизонтальных перемещениях, а на анализе стратиграфических, палеонтологических и структурных данных, анализе магматизма и метаморфизма, указывающих на его принципиальное отличие в своем геологическом развитии от смежных террейнов [10,18-20].

Термин тектоно-стратиграфический террейн означает, что каждый террейн, выделяемый в фанерозойских орогенных поясах, характеризуется, прежде всего, стратиграфической последовательностью геологических комплексов, сформированных в определенной геодинамической обстановке (геодинамических комплексов), а также особенностями и временем проявления процессов деформации, метаморфизма и магматизма. В строении террейна могут принимать участие один или несколько геодинамических комплексов. В объяснительной записке к карте террейнов севера тихоокеанского обрамления [24] каждый террейн иллюстрируется тектоно-стратиграфической колонкой, в которой показаны последовательность геодинамических комплексов, главные стратиграфические перерывы и несогласия, характер палеонтологических остатков (макрофауна, микрофауна или флора), данные изотопного геохронологического датирования, время проявления деформационных, метаморфических и магматических событий.

Во многих орогенных поясах установлено, что некоторые террейны прошли путь в тысячи километров до их приращения к континенту и были принесены на "спине" океанской литосферы, которая субдуцировала под окраину континента или

островную дугу. Такие террейны получили название **экзотических** (англ. *exotic terrane*). Экзотически являются многие террейны Корякского нагорья и Сихотэ-Алиня, которые содержат остатки позднепалеозойской и раннемезозойской тетической фауны. В принципе все выделенные террейны должны быть проверены на основе палеомагнитных и палеобиогеографических данных на их "экзотичность" в данном районе, поэтому их называют иногда **подозрительными террейнами** (англ. *suspect terrane*) [18].

Террейны представляют собой фрагменты более крупных тектонических единиц, дезинтегрированных в процессе аккреции. Различаются террейны кратонные, миогеоклинальные (пассивных континентальных окраин), окраинно-континентальной магматической дуги (активных континентальных окраин), островодужные, аккреционного клина, океанические и др., которые представляют собой фрагменты соответствующих тектонических образований. Многие террейны включают геологические образования разной геодинамической природы, т.е. несколько разных геодинамических комплексов, например окраинно-континентальные или рифтогенные вулканы на раннекембрийском кристаллическом фундаменте. В этом случае природа террейна определяется по верхнему геодинамическому комплексу.

На карте террейнов севера тихоокеанского обрамления [24, 25] в пределах мезозойских орогенных поясов Северо-Востока России выделено около 20 террейнов. Каждый террейн имеет собственное название и на карте обозначается двумя или тремя буквами латинского алфавита. Размер террейнов варьирует от нескольких километров до 350 км в поперечнике. Минимальными по размерам являются пластины офиолитов, представляющие собой фрагменты океанической коры. Большинство же террейнов являются весьма крупными (десятки и до нескольких сотен километров в поперечнике). Форма террейнов самая разная. Выделяются изометрические в плане, угловатые террейны, например, Охотский (300x350 км) и Омолонский (250x350 км) кратонные террейны, узкие (в несколько десятков километров) линейные террейны, протягивающиеся на многие сотни километров, например, Южно-Анюйский террейн аккреционного клина, Кони-Мургальский островодужный террейн, Омудевский миогеоклинальный (пассивной континентальной окраины) террейн, и террейны другой формы.

Террейны могут подразделяться на **субтеррейны** (англ. *subterrane*), которые определяются как ограниченные разломами части террейнов со сходной, но не идентичной геологической историей [24].

При анализе орогенных поясов с позиций тектоники плит широкое распространение получил

термин **шовная зона**, или **сутура** (англ. suture, suture zone), который определяется как тектоническое выражение зоны коллизии (столкновения) [18]. Шовная зона обычно содержит офиолиты и (или) метаморфические породы высоких давлений. Офиолиты и метаморфические породы высоких давлений с глаукофаном и лавсонитом на карте террейнов севера тихоокеанского обрамления входят в состав террейнов аккреционного клина. Многие из этих террейнов, имеющие лентовидную в плане форму, описаны в литературе как шовные зоны, например террейн Ангаючам на Аляске, Южно-Аньюйский террейн на Чукотке или Тукурингра-Джагдинский террейн в Монголо-Охотском поясе. В связи с этим не возникает необходимости выделения шовных зон как самостоятельных тектонических единиц. Многие террейны в прошлом были разделены обширными пространствами с океанической корой. Офиолиты, их фрагменты и метаморфические породы высоких давлений тяготеют к границам многих террейнов, но, вместе с тем, их наличие не является необходимым условием при определении границ террейнов. Границами террейнов являются крупные надвиги, сдвиги и реже сбросы, характерны зоны тектонического меланжа.

Высказываемые некоторыми авторами критические замечания относительно понятия террейн [27, 28], как представляется, не имеют под собой серьезных оснований. Дж.Шенгёр опасается, что понятие террейна может быть сведено до тектонического покрова или даже более мелких тектонических образований. Действительно, трудно определить предельные размеры террейна. При выделении террейна следует руководствоваться конечной задачей исследования, которая заключается в проведении глобальных и региональных палеотектонических реконструкций на основе карты террейнов. Это реконструкции орогенного пояса в целом, такого как Кордильеры Северной Америки, или ряда орогенных поясов, например Северо-Востока России. В этом случае выделение слишком мелких террейнов не имеет смысла. Следует обратить внимание, что в своих работах, посвященных тектонической эволюции Азии, Дж.Шенгёр приводит “генерализованную тектоническую карту”, на которой показано современное размещение “тектонических единиц первого порядка” (рис. 2 в [29]). Последующие палеотектонические реконструкции основываются на этих тектонических единицах первого порядка, из них реконструируются островные дуги, микроконтиненты и т.п. Легко заметить, что эти тектонические единицы первого порядка и террейны в принципе - одно и то же.

Аккреция (англ. accretion) - тектоническое приращение террейна или террейнов к кратону (континенту). Аккреция является кардинальным со-

бытием в тектонической эволюции террейна и окраины кратона. Геологические образования, сформированные до аккреции, определяются как **доаккреционные** (англ. preaccretion assemblages), а сформированные после аккреции - как **постаккреционные** (англ. postaccretion assemblages). Аккреция террейнов может происходить в процессе субдукции, например столкновение островной дуги с пассивной или активной континентальной окраиной, может явиться результатом обдукции океанической коры на окраину континента или крупных сдвиговых перемещений параллельно окраине континента.

Амальгамация (англ. amalgamation) - тектоническое объединение двух или более террейнов в единую более крупную тектоническую единицу до их приращения к кратону. В результате амальгамации возникают **супертеррейн** (англ. superterrane) и **составной террейн** (англ. composite terrane). Составной террейн объединяет террейны одинаковой природы, например, два или более островодужных террейна. Супертеррейн включает террейны различной природы, например, островодужные, пассивной континентальной окраины, океанические и др. Так, Колымо-Омолонский супертеррейн мезозойд Северо-Востока России включает Омолонский кратонный террейн, Омулеский и Приколымский миогеоклинальные (пассивной континентальной окраины) террейны, Алазейский, Хетафанский и Олойский островодужные террейны, Мунилканский океанический террейн и др. Как единое целое Колымо-Омолонский супертеррейн возник в конце средней юры. Верхнеюрские отложения залегают с угловым несогласием на образованиях самого разного возраста, плащеобразно перекрывая входящие в его состав террейны. Согласно палеомагнитным данным, в начале поздней юры супертеррейн находился на расстоянии 1500 - 2000 км от Северо-Азиатского кратона. Он приращился к кратону лишь в самом конце поздней юры - начале мела с формированием коллизионных гранитов, которые Ar-Ar методом датированы в 140-130 млн лет.

В террейновом анализе, кроме терминов аккреция и амальгамация, используются также термины **коллизия** (англ. collision), **стыковка** или **швартовка** (англ. docking). Термин коллизия в англоязычной геологической литературе обычно используется в его прямом смысле как столкновение. Видимо этим объясняется отсутствие термина коллизия в фундаментальном английском геологическом словаре [8]. Говорят о коллизии, т.е. столкновении террейнов друг с другом или кратоном, о коллизии континентов, островных дуг и др. Термином стыковка (швартовка) обозначается приращение террейна к кратону (континенту) [31], т.е. он является синонимом термина аккреция.

Дисперсия (англ. dispersion) - тектоническое разрушение, расчленение на фрагменты ранее аккрегированных или амальгамированных террейнов. Дисперсия террейнов может осуществляться тремя различными способами [18]: 1) путем трансляции, перемещений фрагментов террейна по крупным сдвигам на расстояния в сотни и первые тысячи километров; 2) путем рифтогенеза, в результате которого фрагменты ранее единых террейнов или террейна расходятся друг относительно друга; величина таких смещений может быть очень большой, если рифтогенез перерастает в открытие нового океана; 3) путем расчленения террейна глубинными надвигами на серию пластин с выдвиганием к поверхности нижних горизонтов земной коры или даже верхней мантии. Ярким примером дисперсии террейна в результате проявления сдвиговой тектоники является террейн Врангелия в Кордильерах Северной Америки, который был аккрегирован к континенту в середине мелового периода, а в конце мела и кайнозой в результате крупномасштабных перемещений по сдвигам параллельно окраине континента был расчленен на фрагменты, рассеянные на расстоянии в 24° по широте. Другой пример - разлом Сан-Андреас в Калифорнии, по которому дисперсия террейнов на окраине континента происходит в последние несколько миллионов лет и продолжается сейчас [11]. Подобные примеры известны и на востоке Азии (разлом Танлу в Китае и Центрально-Сихотэалинский разлом, латеральные перемещения по которым составляют сотни километров). Авековский террейн в мезозоидах Северо-Востока Азии, сложенный раннедокембрийскими метаморфическими породами, может служить примером террейна, разобшенного в позднем палеозое с Омолонским террейном сходного строения в результате рифтогенеза, следы которого имеются в разделяющей их так называемой Гижигинской складчатой зоне [4]. Примеры глубинных надвигов известны в Южных Альпах и провинции Гренвилл Канадского щита [18].

Части террейна, рассеянные в результате дисперсии, предлагается выделять как **фрагменты террейна** (англ. terrane fragments).

Перекрывающие и "сшивающие" образования (англ. overlap and stitch assemblages) формируются после аккреции или амальгамации террейнов и позволяют определить максимальный предел возраста этих процессов. Перекрывающие образования представлены осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными породами, которые накапливались после амальгамации или аккреции террейнов и стратиграфически перекрывают два или более смежных террейна или террейны и окраину кратона. К перекрывающим образованиям относятся чехлы древних и молодых платформ, молассы краевых и

межгорных прогибов и др. "Сшивающие" образования представлены поясами плутонических пород или роями даек и метаморфическими поясами различной геодинамической природы, которые как бы прошивают или пронизывают смежные террейны и окраину кратона. Эти образования могут быть связаны с аккрецией и амальгамацией террейнов, процессами рифтогенеза, субдукции и др. Плутонические породы могут быть генетически связаны с перекрывающими террейны вулканическими породами. Примером образований такого типа являются гранитоиды мелового Охотско-Чукотского окраинно-континентального вулканоплутонического пояса. Перекрывающие и "сшивающие" образования, как и террейны, классифицируются на основе принципа актуализма.

Ключевые понятия террейнового анализа схематически проиллюстрированы на рис. 2, где показан орогенный пояс, образованный террейнами 1, 2, 3 и 4, который расположен между двумя кратонами А и Б (рис. 2-А), и приведена тектоно-стратиграфическая диаграмма (рис. 2-Б), на которой показан возрастной объем толщ, слагающих террейны, и возраст постамальгационных и постааккреционных перекрывающих и "сшивающих" образований. Плутон а раннеюрского возраста интродуцирует террейны 3 и 4, начиная с этого времени они образуют одну тектоническую единицу - супертеррейн I, который был аккрегирован к кратону Б в средней юре, что определяется возрастом нижних горизонтов перекрывающих их образований б. Из диаграммы также следует, что террейны 1 и 2 были амальгамированы в супертеррейн II в поздней юре, а в начале мелового периода супертеррейн II был аккрегирован к кратону Б. Формирование орогенного пояса завершилось лишь в кайнозойе путем столкновения (коллизии) кратонов А и Б. В меловое время после аккреции супертеррейна II к кратону Б имела место дисперсия террейнов 2 и 4, обусловленная смещением по сдвигу.

ТЕРРЕЙНЫ В РАННЕДОКЕМБРИЙСКОМ ФУНДАМЕНТЕ КРАТОНОВ

Раннедокембрийские структуры фундамента кратонов, обнажающиеся в пределах щитов, представляют собой мозаику блоков размером в сотни километров в поперечнике, которые разделяются и обрамляются линейными поясами складчатых и в различной степени метаморфизованных (до гранулитовой фации) пород. На Канадском щите они описывались как провинции, субпровинции, орогенные и гранулитовые пояса, в Африке и Австралии - как кратоны, сложенные гранит-зеленокаменными образованиями, и мобильные пояса, сложенные породами, метаморфизованными в гранулитовой и амфибо-

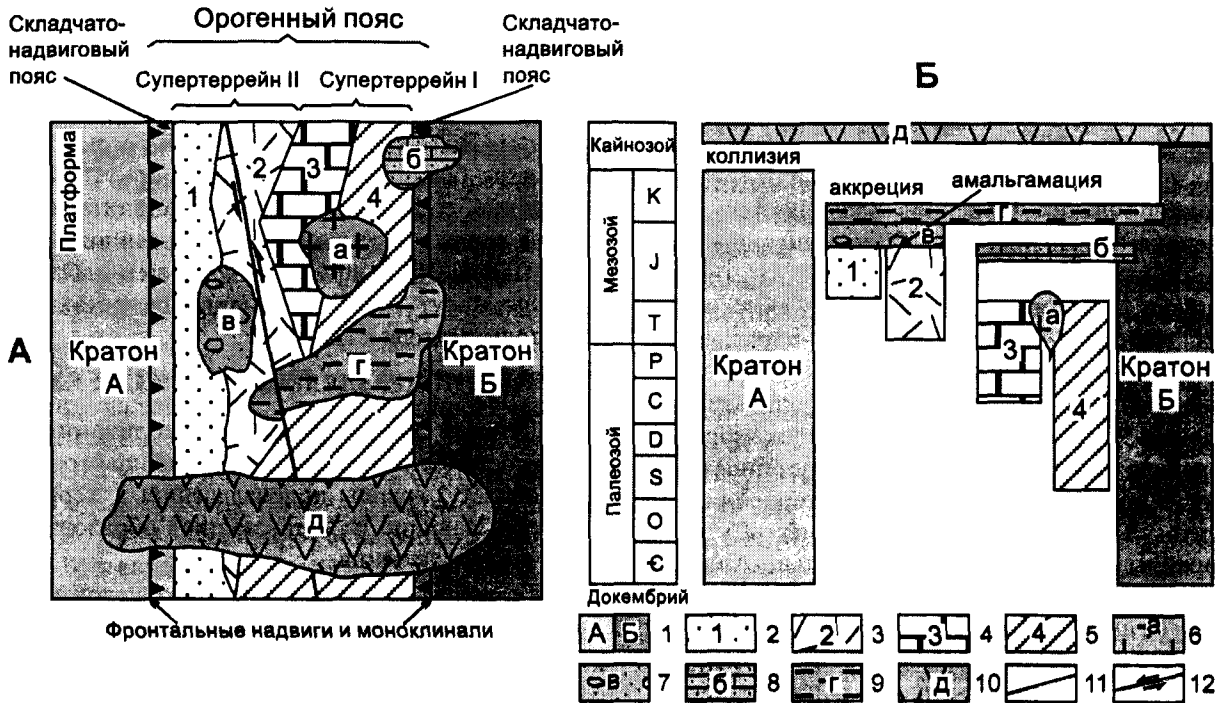


Рис. 2. Ключевые понятия террейнового анализа (по [31] с изменениями и дополнениями).

1 - кратоны А и Б; 2, 3, 4, 5 - террейны различного происхождения 1, 2, 3 и 4; 6, 7 - постамальгамационные "сшивающие" (а) и перекрывающие (в) образования; 8, 9, 10 - постаккреционные перекрывающие образования (б, г и д); 11 - разломы, ограничивающие террейны; 12 - постаккреционный разлом.

литовой фациях, на Алданском щите - как складчатые области, системы и зоны. В последние годы термин террейн все шире используется при описании этих крупных раннедокембрийских тектонических единиц или более мелких единиц внутри них [13-16, 18, 23, 26].

Применение термина "террейн" к этим раннедокембрийским тектоническим единицам, которые ограничены разломами и различаются по своим геологическим характеристикам и, следовательно, по истории геологического развития, представляется правомерным. Если отвлечься от глубокого метаморфизма горных пород, то легко заметить, что общий мозаичный узор раннедокембрийской структуры во многом сходен со структурами некоторых фанерозойских орогенных поясов, в частности, так называемого "мозаично-блокового" строения, таких как палеозойские структуры Центрального Казахстана или мезозойды Северо-Востока России. На первый взгляд может показаться, что и модели плитной тектоники приложимы к интерпретации структур раннего докембрия кратонов, если мы сможем на основе геохимических и других данных восстанавливать первичный состав глубоко метаморфизованных горных пород. Однако однозначно восстановить первичный состав метаморфических пород далеко не всегда представляется возможным и, главное, до сих пор остается

неясным, "работала" ли плитная тектоника в раннем докембрии, а если "работала", то насколько она отличалась от плитной тектоники фанерозоя. Кевин Бёрк - бывший главный редактор журнала "Tectonics" в предисловии к книге "Зеленокаменные пояса", представляющей фундаментальный обзор современных знаний об архейских структурах Мира, пишет: "Плитная тектоника - основное свойство современной Земли, и было бы интересно знать, была ли Земля столь отличной в архее от современной, что плитная тектоника отсутствовала. К сожалению, на этот вопрос нет ответа" [9].

В структурах раннего докембрия кратонов при составлении рассматриваемой в статье карты предлагается выделять террейны, определяемые как и террейны фанерозойских орогенных поясов, т.е. как ограниченные разломами крупные (десятки и первые сотни километров в поперечнике) тектонические единицы, различающиеся по истории своего геологического развития. Раннедокембрийские террейны, в отличие от фанерозойских, типизируются на основе их современного вещественного состава. В отличие от террейнов фанерозойских орогенных поясов, раннедокембрийские образования в большинстве случаев, в связи с глубоким метаморфизмом, не могут быть охарактеризованы как стратиграфические последовательности. При характеристике раннедокембрийских

ких террейнов на первое место выступают тип и набор слагающих их метаморфических и магматических пород, возраст протолита, возраст и тип главного и наложенного метаморфизма, возраст магматических проявлений и т.п.

В пределах Алдано-Станового щита среди раннедокембрийских террейнов различаются: гранит-зеленокаменные террейны (Олекминский и Батомский), чарнокит-гранитогнейсовый Нимнырский террейн, кварцит-парагнейсовый Сеймско-Сутамский террейн, кварцит-карбонат-парагнейсовый Тимптоно-Учурский террейн, тоналит-трондьмитовый Тындинский террейн, амфиболит-диоритогнейсовый Чогарский террейн. Раннедокембрийские террейны, как и в фанерозойских орогенных поясах, могут объединяться в составной террейн и супертеррейн. Так, Нимнырский и Сеймско-Сутамский террейны объединяются в Центрально-Алданский супертеррейн. Возраст разделяющего эти два террейна Сеймского надвига определяется в 2,3 млрд лет, что существенно древнее времени аккреции супертеррейна к расположенному западнее Олекминскому террейну (1,85 млрд лет) и времени аккреции расположенного восточнее Тимптоно-Учурского террейна (1,75 млрд лет) [7]. Согласно представлениям, которые развиваются в настоящее время А.П. Смеловым, Центрально-Алданский супертеррейн отделяется от смежных с ним на западе, юге и востоке террейнов широкими (до 100 км) зонами тектонического меланжа, соответственно Амгинской, Каларской и Тыркандинской. В пределах этих зон тектонически совмещены пластины, сложенные породами смежных террейнов, а также породами нижних горизонтов земной коры, представленные гранулитами повышенных давлений и анортозитами. На Анабарском щите подобные зоны меланжа шириной до нескольких десятков километров, которые разделяют блоки (террейны), сложенные гранулитами различного состава, описаны как глубоко эродированные зоны разломов [3].

Если допустить существование плитной тектоники в раннем докембрии, в той или иной степени сходной с современной, то можно попытаться наметить возможные фанерозойские аналоги геодинамическим обстановкам формирования раннедокембрийских террейнов. Так, гранит-зеленокаменным террейнам, возможно, могут отвечать островодужная и океаническая обстановки, тоналит-трондьмитовым террейнам - корневые зоны островной или окраинно-континентальной магматической дуги, чарнокит-гранитогнейсовым террейнам - корневая зона орогенного пояса, кварцит-парагнейсовым и кварцит-карбонат-парагнейсовым террейнам - миогеоклиналь (пассивная континентальная окраина), преддуговой или задуговой прогиба островных дуг, амфиболит-диоритогнейсовым террейнам - са-

мые нижние горизонты земной коры орогенного пояса. Приведенные сопоставления, конечно, весьма приблизительны, и многие специалисты по раннему докембрию с ними не согласятся и предложат другие варианты. Поэтому при составлении рассматриваемой карты было принято решение при типизации раннедокембрийских террейнов ограничиться обобщенной характеристикой их вещественного состава, а выводы об их природе, которые в настоящее время не могут быть однозначными, оставить на волю пользователя карты.

ГЛАВНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ЛЕГЕНДЫ КАРТЫ

Легенда рассматриваемой геодинамической карты, составляемой на основе террейнового анализа, включает 3 группы подразделений: 1) террейны, 2) перекрывающие и "сшивающие" образования и 3) прочие обозначения.

Террейны фанерозойских и позднедокембрийских орогенных поясов подразделяются на ряд типов. Ниже приводится краткая их характеристика.

Кратонный террейн (англ. cratonal terrane) - фрагмент кратона, образованный раннедокембрийскими кристаллическими породами; может иметь маломощный позднедокембрийский и (или) фанерозойский чехол (например Гарганский террейн Восточного Саяна, Муйский террейн в Забайкалье [5]).

Миогеоклиальный террейн (англ. miogeoclinal terrane) - фрагмент миогеоклинали (пассивной континентальной окраины), образованный мощными мелководными (шельфовыми) осадочными толщами, которые сформированы на утоненной континентальной коре (например Омудевский и Чукотский террейны на Северо-Востоке России [6]).

Террейн континентальной окраины (англ. continental margin terrane) - фрагмент континентального склона и его подножия, образованный дистальными турбидитами и гемипелагическими осадками, которые сформированы на утоненной континентальной или океанической коре (например Кулар-Нерский, Рассохинский и Западно-Камчатский террейны на Северо-Востоке России [6]).

Террейн окраинно-континентальной магматической дуги (англ. continental margin arc terrane) - фрагмент окраинно-континентальной магматической дуги андского типа, включающий известково-щелочные вулканические и (или) плутонические образования, залегающие несогласно на подстилающих складчатых толщах или интрузирующие их; может включать также образования преддуговой прогиба, представленные мощными (километры) глубоководными, мелководными и континентальными отложениями, сформированными перед фронтом магматической дуги (например Сергеевский и Кабаргинский террейны Сихотэ-Алиня [24]).

Островодужный террейн (англ. island arc terrane) - фрагмент островной вулканической дуги и, возможно, смежного с ней преддугового прогиба, образованный островодужными вулканогенными, вулканогенно-осадочными и интрузивными породами; могут присутствовать офиолиты различного типа (например Алазейский и Хетачанский террейны на Северо-Востоке России, Ирунейский и Олюторско-Камчатский террейны на Камчатке [6, 24], Еравнинский и Джидинский террейны в Забайкалье [5]).

Океанический террейн (англ. oceanic terrane) - фрагмент океанической коры, обдущированный на континентальную кору; образован офиолитами типа MOR, может включать также фрагменты подводных вулканических островов, гайотов и т.п. (например Мунилканский и Эконайский террейны на Северо-Востоке России [6]).

Террейн аккреционного клина типа А (англ. accretionary wedge terrane A) - фрагмент аккреционного клина окраинно-континентальной или островной магматической дуги, сложенный преимущественно турбидитами с небольшим количеством океанических пород, которые могут и отсутствовать (например террейн Принца Вильямса на Аляске [24]).

Террейн аккреционного клина типа Б (англ. accretionary wedge terrane B) - фрагмент аккреционного клина окраинно-континентальной или островной магматической дуги, сложенный преимущественно океаническими породами при подчиненном распространении турбидитов (например Южно-Анюйский террейн на Северо-Востоке России, Самаркинский террейн Сихотэ-Алиня [24]).

Флишевый террейн (англ. flysch terrane), или **террейн турбидитового бассейна** (англ. turbidite basin terrane) - террейн, сложенный мощными толщами флиша (турбидитов), которые могут иметь различное, окончательно еще не выясненное, происхождение; эти толщи могут представлять собой накопления континентального склона и его подножия, преддугового или тылового прогибов вулканической островной дуги или выполнение узких трогов перед фронтом продвигающихся тектонических покровов (например Березовский террейн на Северо-Востоке России [6], Журавлевско-Тумнинский террейн Сихотэ-Алиня [24], Баргузинский террейн в Забайкалье [5]).

Рифтовый террейн (англ. rift terrane) - фрагмент рифтовой зоны, образованный осадочными и магматическими породами с характерными признаками формирования в условиях внутриконтинентального рифтогенеза. Террейны такого типа на карте террейнов севера тихоокеанского обрамления не выделялись, но, возможно, будут обнаружены

при более тщательном анализе при составлении новой карты.

Террейны, слагающие раннедокембрийский кристаллический фундамент кратонов, типизируются на основе обобщенной характеристики их современного вещественного состава. Среди них различаются гранит-зеленокаменные, чарнокит-гранитогнейсовые, кварцит-парагнейсовые, эндербит-гнейсовые и другие подобного типа террейны, перечень которых будет уточняться в процессе составления карты.

Террейны на карте показаны цветом, который определяет тип (природу) террейна вне зависимости от возраста слагающих его пород. Желательно продумать возможность отражения возраста слагающих террейны геодинамических комплексов. На карте, составленной по предыдущему проекту [24, 25], возраст не был показан. Естественно, значительная часть информации утрачивалась.

Среди перекрывающих и "сшивающих" образований различаются следующие типы:

1) комплексы окраинно-континентальных и островных магматических дуг (неразделенные), среди которых различными знаками показываются вулcano-плутонические пояса, образования задуговых и преддуговых прогибов и аккреционных клиньев (примером их являются меловые Охотско-Чукотский и Восточно-Сихотэалинский пояса, в пределах которых показываются гранитоиды и вулканы, самостоятельными знаками изображаются сопряженные с поясами соответственно Пенжинский и Западно-Сахалинский преддуговые прогибы; другой пример - современная Курило-Камчатская вулканическая дуга, с которой сопряжены Южно-Охотский задуговой прогиб, образования преддуговых прогибов, аккреционного клина и глубоководного желоба на притихоокеанской стороне дуги; Курило-Камчатская дуга является островной только в пределах Курильских островов и по простирацию на Камчатке переходит в Восточно-Камчатский вулканический пояс, который резко несогласно перекрывает террейны, ранее аккретированные к окраине Азии;

2) комплексы миогеокиналей (пассивных континентальных окраин);

3) внутриконтинентальные образования, включающие рифты и авлакогены, платформенные чехлы различного возраста и магматические образования (массивы, трубки и дайки щелочных ультраосновных пород, карбонатитов, габбро, щелочных гранитов, кимберлиты, плато-базальты и др.);

4) образования, связанные с формированием орогенных поясов (молассы краевых, тыловых и межгорных прогибов, пояса коллизионных гранитов и даек, метаморфические пояса различного типа);

5) образования, связанные с крупными трансформными перемещениями блоков земной коры (поля и пояса бимодальных вулканитов, щелочных и субщелочных гранитов, основных и ультраосновных пород, осадочные бассейны растяжения).

На карте цветом отражается возраст перекрывающих и "сшивающих" образований, а их геодинамическая природа показывается крапами. При этом, однотипно изображаются как древние, так и современные образования (современные островные дуги, пассивные континентальные окраины и др.). Перекрывающие и "сшивающие" образования показываются желтыми и светло-коричневыми цветами, резко отличными от ярко-красных, зеленых, фиолетовых, синих цветов, которыми изображаются террейны различного типа. Такой изобразительный прием позволяет, во-первых, легко различать на карте те и другие образования, а во-вторых, позволяет определять время аккреции и амальгамации террейнов.

К прочим обозначениям относятся: стратоизогипсы по подошве платформенных чехлов, границы главных осадочных бассейнов, астроблемы, а также разломы. Среди разломов различаются разломы, ограничивающие террейны, и постаккреционные разломы, которые приводят к дисперсии террейнов. Те и другие подразделяются на надвиги, сдвиги и сбросы. Внемасштабными знаками предполагается показать офиолиты в составе террейнов аккреционного клина и островодужных, находки глаукофанс-ланцевых пород и эклогитов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматриваемая карта показывает современное размещение террейнов, перекрывающих и "сшивающих" их образований в пределах кайнозойских, мезозойских, палеозойских и позднекембрийских орогенных поясов, расположенных между Северо-Азиатским и Сино-Корейским кратонами, Северным Ледовитым и Тихим океанами. Террейны этих орогенных поясов, образования, перекрывающие и "сшивающие" террейны, классифицируются однотипно, на основе принципа актуализма и моделей плитной тектоники. Предпринимается попытка выделения террейнов в раннекембрийском фундаменте кратонов. Эти террейны типизируются на основе обобщенной характеристики слагающих их кристаллических пород. Путем изображения террейнов, перекрывающих и "сшивающих" их образований карта раскрывает главные структуры орогенных поясов и время их формирования, возраст аккреции и постаккреционные и постамальгамационные преобразования.

Карта несет основную информацию для последующего регионального металлогенического анализа, для выяснения связей металлогенических по-

ясов и зон с геодинамическими комплексами различного типа и геодинамическими процессами, приведшими к формированию того или иного орогенного пояса. Карта представляет также необходимую, но недостаточную исходную информацию для палинстратических реконструкций. Для проведения таких реконструкций требуется: 1) составить карту террейнов со снятыми перекрывающими и "сшивающими" образованиями и 2) привлечение палеомагнитных и палеобиогеографических данных.

Предварительная легенда геодинамической карты Северной и Центральной Азии, юга российского Дальнего Востока, Кореи и Японии, составляемой на основе террейнового анализа обсуждалась на рабочем совещании участников проекта в г. Иркутске (ноябрь 1997 г.) и была принята в качестве рабочей основы при составлении макетов карты для регионов. Раздел, посвященный проблеме террейнов в раннекембрийском фундаменте кратонов, написан по результатам обсуждений с А.П.Смеловым, В.Ф.Тимофеевым, А.Н.Зедгенизовым и В.С.Оксманом. Авторы признательны Ч.Б.Борукаеву, М.И.Кузьмину, Л.И.Попеко и А.В.Прокопьеву за конструктивные критические замечания по рукописи статьи в целом, которые, по возможности, были учтены при окончательной ее редакции. В процессе составления макетов и карты в целом, несомненно, будут вноситься изменения и дополнения в легенду. Публикацией данной статьи мы хотим привлечь внимание читателей журнала к нашей коллективной работе и будем признательны за любые критические замечания и предложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Г.С., Хаин В.Е. О соотношениях Байкало-Витимского, Алдано-Станового и Монголо-Охотского террейнов (юг Средней Сибири)//Геотектоника. 1995. № 5. С. 68-82.
2. Косыгин Ю.А., Башарин А.К., Берзин Н.А., Вотах О.А., Красильников Б.Н., Парфенов Л.М. Докембрийская тектоника Сибири. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1964. 74 с.
3. Лутц Б.Г., Оксман В.С. Глубокоэродированные зоны разломов Анабарского щита. М.: Наука, 1990. 260 с.
4. Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойд Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 192 с.
5. Парфенов Л.М., Булгатов А.Н., Гордиенко И.В. Террейны и формирование орогенных поясов Забайкалья// Тихоокеан. геология. 1996. №4. С.3-15.
6. Парфенов Л.М., Натапов Л.М., Соколов С.Д., Цуканов Н.В. Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии//Геотектоника. 1993. № 1. С.68-78.
7. Смелов А.П. Метаморфизм в архее и протерозое Алдано-Станового щита. Автореф. д-ра. геол.-минер. наук. дисс... Новосибирск, 1996. 24 с.
8. Bates R.L. and Jackson J.A. (editors). Glossary of geology. Third edition, Alexandria, Virginia, American Geological Institute, 1990. 788 p.
9. Burke K. Foreword//Greenstone Belts. Oxford, Clarendon

- Press, 1997. P. v-vii.
10. Coney P.J., Jones D.L., and Monger J.W.H. Cordilleran suspect terranes. *Nature*, 1980. 239. P. 329-333.
 11. Crowell J.C. The recognition of transform terrane dispersion within mobile belts//Tectonostratigraphic terranes of the Circum-Pacific region. Houston, Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources. 1985. P. 51-61.
 12. Dietz R.S. and Holden J.C. Miogeoclines (miogeosynclines) in space and time// *Journal of Geology*. 1966. V. 75, no. 5, pt. 1. P. 566-583.
 13. Dobretsov N.N., Popov N.V., Smelov A.P., Bogomolova L.M., Moscovchenko N.I. and Barton J.M., Jr. The Aldan-Stanovik shield//Greenstone Belts. Oxford, Clarendon Press, 1997. P. 710-725.
 14. Dook V.L. Geologic framework of the Aldan-Stanovik shield//The oldest rocks of the Aldan-Stanovik shield, Eastern Siberia, USSR. Leningrad-Mainz, Soviet Committee for IGCP Project 280, 1989. P. 2-3.
 15. Frost B.R., Avchenko O.V., Chamberlain K.R. and Frost C.D. Evidence for extensive Proterozoic remobilization of the Aldan shield and implications for Proterozoic plate tectonic reconstructions of Siberia and Laurentia. *Precambrian Research*, 1997 (in press).
 16. Glover J.E. and Ho S.E. (editors). The Archean: terranes, processes and metallogeny. Geology Department and University Extension, The University of Western Australia, 1992. 436 p.
 17. Howell D.G. (ed.). Tectonostratigraphic terranes of the Circum-Pacific region. Houston, Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, 1985. 581 p.
 18. Howell D.G. Tectonics of Suspect Terranes: mountain building and continental growth. London, New York, Chapman and Hall, 1989. 232 p.
 19. Howell D.G., Jones D.L. and Schermer E.R. Tectonostratigraphic terranes of the Circum-Pacific region: principles of terrane analysis//Tectono-stratigraphic terranes of the Circum-Pacific region. Houston, Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, 1985. P. 3-31.
 20. Jones D.G., Howell D.G., Coney P.J. and Monger J.W.H. Recognition, character and analysis of tectonostratigraphic terranes in western North America//Accretion tectonics in the Circum-Pacific regions. Tokyo, Terrapub, 1983. P. 21-35.
 21. Jones D.L., Silberling N.J., Coney P.J., and Plafker G. Lithotectonic terrane map of Alaska. U.S. Geological Survey, Map MF-1874-A, scale 1:2500000, 1987.
 22. Monger J.W.H. and Berg H.C. Lithotectonic terrane map of western Canada and southeastern Alaska: U.S. Geological Survey, Miscellaneous Field Studies, Map MF-1874-B, I sheet, scale 1:2500000, 1987, 12 p.
 23. Moscovchenko N.I., Ovchinnikova G.V. and Kastykina V.B. High-pressure granulites of East Siberia in terms of Archean and Proterozoic evolution. *Precambrian Research*. 1993. 62. P. 473-491.
 24. Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H. et al. Circum-North Pacific tectonostratigraphic terrane map: U.S. Geological Survey, Open File Report 94, 1994. 433 p., 2 sheets scale 1: 5000000; 2 sheets 1:10000000.
 25. Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H., Baranov B.V. et al. Summary Circum-North Pacific tectonostratigraphic terrane map. U.S. Geological Survey, Open File Report 96-727, scale 1:10000000, 1997.
 26. Rosen O.M., Condie K.C., Natapov L.M. and Nozhkin A.D. Archean and Early Proterozoic evolution of the Siberian craton: A preliminary assessment//Archean Crustal Evolution, Elsevier, Amsterdam, 1990. P. 411-459.
 27. Sengor A.M.C. Lithotectonic terranes and the plate tectonic theory of orogeny: a critique of the principles of terrane analysis//Terrane analysis of China and the Pacific Rim. Houston, Texas, Circum-Pacific Council Ener. Miner. Resour., Earth Sci. Ser. 1990. 13. P. 9-44.
 28. Sengor A.M.C. Plate tectonics and orogenic research after 25 years: Synopsis of a Tethyan perspective. *Tectonophysics*. 1991. 187. P. 315-344.
 29. Sengor A.M.C., Natal'in B.A., and Burtman V.S. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. *Nature*. 1993. V. 364. P. 299-307.
 30. Silberling N.J., Jones D.L., Blake M.C. Jr, and Howell D.J. Lithotectonic terrane map of the western conterminous United States. U.S. Geological Survey, Map MF-1874-C, scale 1:25000000. 1987.
 31. Twiss R.J. and Moores E.M. Structural geology. New York, W.H. Freeman and Company. 1992. 532 p.
 32. Wheeler J.O., Brookfield A.J., Gabrielse H., Monger J.W.H., Tipper H.W. and Woodsworth G.J. Terrane map of the Canadian Cordillera. Geological Survey of Canada, Open File Report 1894, scale 1:2000000. 1988. 9 p.

Поступила в редакцию 6 октября 1997 года.

Рекомендована к печати Карсаковым Л.П.

L.M. Parfenov, W.J. Nokleberg, A.I. Khanchuk

Compilation principles and the main units of the legend of the Geodynamic Map of North and Central Asia, Russia's Far East South, Korea and Japan

Within the framework of the International Scientific Project on Tectonics, Geodynamics and Metallogeny, a map at a scale of 1: 5000000 is being compiled covering the territory of East and South Siberia, Mongolia, Northeast China, Russia's Far East South, Korea and Japan. The paper discusses the principles and the content of terrane analysis on which the map is based, and gives definitions of key notions: craton, terrane, accretion, amalgamation, dispersion, etc. The mapped different-type terranes, overlying and "suturing" them assemblages, which are classified on the basis of the principles of actualism, are explained. A possibility is discussed of distinguishing terranes in the cratons' Early Precambrian basement.