

УДК 551.243.5(470.1)

DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-6-779-796

ТЕРРЕЙНЫ ОСНОВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ТИПОВ В СТРУКТУРАХ УРАЛО-ТИМАНСКОГО АРЕАЛА И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СЕГМЕНТА ЕВРАЗИИ

© 2018 г. В. А. Коротеев, В. М. Нечеухин, А. А. Краснобаев, Е. Н. Волчек

Институт геологии и геохимии УрО РАН, 620016, Екатеринбург, ул. Акад. Вонсовского, 15,
e-mail: koroteev@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 12.02.2018 г., принята к печати 19.09.2018 г.

Предмет исследования. Рассматриваются различные точки зрения на понятие структур типа террейна и роли их в сложении орогенных поясов. *Материалы и методы.* Использовались собственные исследования и обобщение имеющихся публикаций по районам исследования, с привлечением известных в настоящее время изотопных и радиологических данных, в первую очередь цирконового геохронологии. Были привлечены также результаты геолого-геофизических сейсмоструктурных и палеомагнитных исследований. *Результаты.* Установлено, что в сложении Урало-Тиманского структурного ареала вместе с протерозойскими и палеозойскими ассоциациями орогенных поясов и рифейскими осадочными сериями выступов Русской плиты принимают участие структурные образования, которые соответствуют террейнам континентальной коры. Они наиболее характерны для Уральского орогенного пояса, принадлежащего к группе поясов эпиконтинентального типа, связанных с трансформацией океанических бассейнов при активном участии процессов аккреции и коллизии. К параметрическим особенностям этих террейнов относятся древние возрастные характеристики пород террейнов, их положение в структуре поясов, а также наличие реликтов субгоризонтально-слоистых структурных элементов. Слагающие террейны дискордантные по отношению к вмещающим структурам блоки мигматитов, гнейсов и других метаморфических пород имеют докембрийский возраст, что явилось основанием к введению термина “террейны древней континентальной коры”. Они характеризуются наличием реликтов субконтинентального строения, связанных со строением древних литосферных плит и процессами континентализации. По связи с источником выделяются экзотические и эндемические, а по строению – простые и сложные террейны. Геодинамика включения террейнов древней континентальной коры в структуру орогенных поясов связывается с горизонтальными перемещениями фрагментов древней литосферы в океанических палеобассейнах к периферии Русской плиты и локализацией их в поясовых структурах. Становление этих террейнов в структурах орогенных поясов завершается образованием внутритеррейновых массивов гранитоидов и поясов вулканогенно-интрузивных серий, а также формированием сложных структурных ансамблей. Сторонники другой методологии, доминирующей среди исследователей Тихоокеанского подвижного пояса Северо-Восточного сегмента Евразии, относят к террейнам все структурные элементы, которые выполняют орогенные пояса, поскольку считают, что они претерпели горизонтальные перемещения и находятся в аллохтонном залегании. *Выводы.* Установлено, что в разных геологических провинциях террейны имеют свои особенности. Это явилось основанием для выделения двух геодинамических типов террейнов.

Ключевые слова: террейны, террейны древней континентальной коры, простые и сложные террейны, экзотические и эндемические террейны, структурные ансамбли

TERRAINS OF THE MAIN GEODYNAMICAL TYPES IN THE STRUCTURES OF URAL-TIMAN AREAL AND THE EURASIA NORTH-EASTERN SEGMENT

Viktor A. Koroteev, Viktor M. Necheukhin, Artur A. Krasnobaev, Elena N. Volchek

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS, 15 Akad. Vonsovsky st., Ekaterinburg
620016, Russia, e-mail: koroteev@igg.uran.ru

Received 12.02.2018, accepted 19.09.2018

Subject of study. Different points of view on the concept of structures of the terrain type and their role in the addition of orogenic belts are considered. *Materials and methods.* We used our own research and analysis of the latest publications

Статья написана по заказу Редколлегии.

Для цитирования: Коротеев В.А., Нечеухин В.М., Краснобаев А.А., Волчек Е.Н. (2018) Террейны основных геодинамических типов в структурах Урало-Тиманского ареала и Северо-Восточного сегмента Евразии. *Литосфера*, **18**(6), 779-796. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-6-779-796

For citation: Koroteev V.A., Necheukhin V.M., Krasnobaev A.A., Volchek E.N. (2018) Terrains of the main geodynamical types in the structures of Ural-Timan areal and the Eurasia North-Eastern segment. *Litosfera*, **18**(6), 779-796. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-6-779-796

about the Ural-Timan region and the Pacific belt, on the territory of the Northeast segment of Eurasia, as well as currently known isotope radiometric data. It was used also the result of geophysical seismotectonic and paleomagnetic explorations. *Results.* It has been established that in the composition of the Ural-Timan structural area, along with the Proterozoic and Paleozoic associations of the orogenic belts and the Riphean sedimentary series of protrusions of the Russian Plate, structural formations that correspond to the terrain of the continental crust take part. They are the most characteristic for the Ural orogenic belt, which belongs to the group of epiocean-type belts, associated with the transformation of ocean basins with the active participation of accretion and collision processes. The parametric features of these terrains include the ancient age characteristics of terrain rocks, their position in the belt structure, as well as the presence of relics of subhorizontal layered structural elements. The discordant blocks of migmatites, gneisses and other metamorphic rocks of Precambrian age, which make up the terrains, was the basis for the introduction of the term "terrane of the ancient continental crust". By connection with the source, exotic and endemic, and simple and complex terrains are distinguished by structure. The geodynamics of including terrains of the ancient continental crust into the structure of orogenic belts is associated with horizontal movements of fragments of the ancient lithosphere in oceanic paleobasins to the periphery of the Russian Plate and their localization in belt structures. The formation of these terrains in the structures of the orogenic belts is completed by the formation of the intra-terrain massifs of granitoids and belts of volcanic-intrusive series. Supporters of a different methodology, dominant among researchers of the Pacific Belt of the Northeast Segment of Eurasia, refer to terrains all the structural elements that perform orogenic belts, because they believe that they have undergone horizontal movements and are in allochthonous occurrence. *Conclusions.* It has been established that in different geological provinces the term terrain has its own characteristics. This was the basis for the selection of two geodynamic types of terrains.

Keywords: *terrane, terrane of the ancient continental crust, simple and complex terrane, exotic and endemic terrane, structural ensembles*

Acknowledgements

The work was performed under the theme No. AAAA-A18-118052890016-3 of the State Task of the IGG UB RAS.

ВВЕДЕНИЕ

Принятие теоретической геологией парадигмы тектоники литосферных плит, включающей в себя в качестве основной геодинамическую концепцию, существенно изменило представление о причинах и содержании геологических процессов и их результатах. К числу таких результатов относятся фактические данные о процессах формирования орогенных систем и поясов, а также важной, а иногда решающей роли в этом формировании процессов аккреции и коллизии. Разработанные методы реконструкций позволили выявить, что эти процессы не только сопровождалась аккреционным скупиванием и коллизионным столкновением зон и блоков из единого геологического пространства, но и протекали в различающихся условиях геодинамических обстановок.

Вместе с этим они включали в себя и вовлечение в формирующиеся геодинамические системы и пояса фрагментов как собственных (эндемических), так и чуждых (экзотических) структурно-вещественных образований, которые получили наименование террейнов. Как выяснилось в ходе исследований, такие образования могут играть разную роль в формировании состава и строения орогенных систем и поясов, а также давать повод к различному пониманию этих образований. Все эти особенности отмечаются при изучении террейнов на обширной территории Северо-Восточного сегмента Евразии.

Под Северо-Восточным сегментом Евразии понимается система плитных и межплитных структур, которые располагаются от восточной перифе-

рии Восточно-Европейской платформы до структур периферии Тихого океана. Совершенно очевидно, что в кратком обзоре отсутствует возможность рассмотреть все особенности распространения террейнов и террейноподобных образований на такой обширной территории. Однако имеются основания привести характерные особенности положения и состава таких образований в наиболее характерных структурах и зонах концентрации на материалах собственных исследований и обобщения имеющихся публикаций. Кроме того, включение в эти обобщения материалов по западной периферии Тихого океана позволяет рассмотреть некоторые особенности формирования и динамики вовлечения в геодинамические структуры этих образований.

СОВРЕМЕННОЕ ПОНИМАНИЕ ТЕРРЕЙНОВ И ИХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ТИПОВ

Структура земной коры Северо-Восточного сегмента Евразии в значительной степени определяется процессами, которые характеризуют основные особенности тектоники литосферных плит и геодинамической концепции. Это относится и к проблеме участия в структурах земной коры характерного сегмента структурных образований, несущих признаки террейнов.

Для более полной характеристики сегмента имеется необходимость выделить эти структурные образования, а также дать оценку их роли в строении и сложении этого сегмента.

Однако, прежде чем рассмотреть эти проблемы, необходимо остановиться на понимании тер-

минов “террейн” и “террейновый анализ” со стороны разных исследователей. Оно не является однозначным.

Термин “террейн” (от лат. *terra* – земля) впервые был использован американскими исследователями при работах в полосе Алеутских островов для обозначения зон с разным геологическим строением и историей формирования [Irving, 1979; Jones et al., 1983]. При таком определении для этих образований ими предлагалось использовать термин “структурно-формационный террейн”. В отечественной литературе такие структурные элементы рассматривались в качестве структурно-формационных зон.

Вместе с этим формируется и другое понимание термина “террейн” и “террейновый анализ”, а также трактовки термина “геодинамический тип террейна”. В основном такое направление сформировалось у исследователей, изучавших строение и особенности формирования орогенов определенного типа. В результате исследований установлено, что орогенные пояса этого типа по составу слагающих комплексов и строению, а также другим признакам соответствуют группе орогенов так называемого эпиокеанического типа, кратко – эпиокеанические орогены, что отражено в их названии (от греч. *epi* – потом). Формирование орогенов этой группы связывается с трансформацией океанических палеобассейнов и слагающих их ассоциаций в условиях активного проявления процессов аккреции и коллизии. Это понятие, с одной стороны, определяет, что они альтернативны группе орогенов, образующихся при коллизионном столкновении континентальных плит. С другой стороны, оно осложняет решение проблемы участия террейнов континентальной коры в орогенных поясах фанерозоя, сложенных океаническими ассоциациями, формировавшимися на коре океанического типа [Борукаев, 1999; Добрецов и др., 2001; Нечухин, 2007; Нечухин и др., 2009].

Соответственно, все формационные и структурные элементы эпиокеанических орогенов обусловлены трансформацией этого бассейна или его сегментов при активном участии процессов аккреции и коллизии. Для таких образований и их деструктурированных фрагментов было предложено использовать термин “тектонико-геодинамические элементы”, под которым понималось структурное образование с учетом геодинамических условий его формирования. Было предложено сочетания однотипных или разнотипных элементов использовать для выделения геологических зон при “террейновом анализе”, а также районировании для решения разных задач [Коротеев и др., 1996; Нечухин, Волчек, 2015].

При таком подходе, адекватном основным положениям тектоники литосферных плит, термин “террейн”, как считают сторонники этого направ-

ления, применим только к блокам, которые отвечают фрагментам дезинтеграции других, как правило, более древних, литосферных плит. Именно от них сохраняются возрастные параметры и реликты субгоризонтально-слоистого строения континентальной коры в этих блоках.

Выделение орогенов эпиокеанического типа, формирующихся в основном за счет геодинамической трансформации океанических бассейнов и слагающих их ассоциаций, выдвигает еще одну проблему. Она заключается в решении вопроса, каким образом, за счет каких геодинамических процессов террейны с признаками принадлежности к фрагментам континентальной коры с древними возрастными вовлекались в структуру фанерозойских орогенных поясов, выполненных океаническими формационными и структурными ассоциациями.

Вместе с этим формируется еще одно, третье, направление в трактовке терминов “террейн” и “террейновый анализ”, из которых вытекает и свое понимание генетического типа террейнов у сторонников этого направления. По их мнению, к террейнам следует относить все структурные образования, участвующие в сложении орогенных поясов, поскольку все они предположительно претерпели горизонтальные перемещения [Геодинамика..., 2006].

Соответственно, по мнению сторонников этого направления, “внутренние зоны подвижных поясов могут представлять собой коллаж совершенно чуждых друг другу структурных единиц”. Размещение и положение этих структурных единиц и предлагается рассматривать как предмет террейнового анализа.

Другие сторонники этого направления предлагают в составе коллажной структуры выделять доаккреционные, синаккреционные и постааккреционные элементы, используя их для решения разных, в том числе металлогенических и прогнозных, задач [Шпикерман, Горячев, 1998].

Рассмотрению и возможному решению этих проблем и задач посвящен предлагаемый обзор.

Террейны основных геодинамических типов в строении Урало-Тиманского ареала и их параметрические особенности

Отмеченные особенности позволяют выделять различающиеся по геодинамике формирования группы орогенных поясов, использовать разные трактовки понятия геодинамического содержания структурных образований типа “террейн”, объяснять роль этих образований в строении орогенных поясов. Соответственно, все эти особенности имеют свое значение при характеристике структурных образований, несущих признаки террейнов и их аналогов.

В сложении Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии, как показывают материалы геодинамических реконструкций, участвуют прежде всего ассоциации верхнепротерозойского Тиманского и палеозойского Уральского орогенных поясов. Их дополняют ассоциации рифтогенно-орогенных поясов и Печорской впадины, а также рифейские осадочные серии выступов Русской протоплиты и зоны ее деструкции (рис. 1).

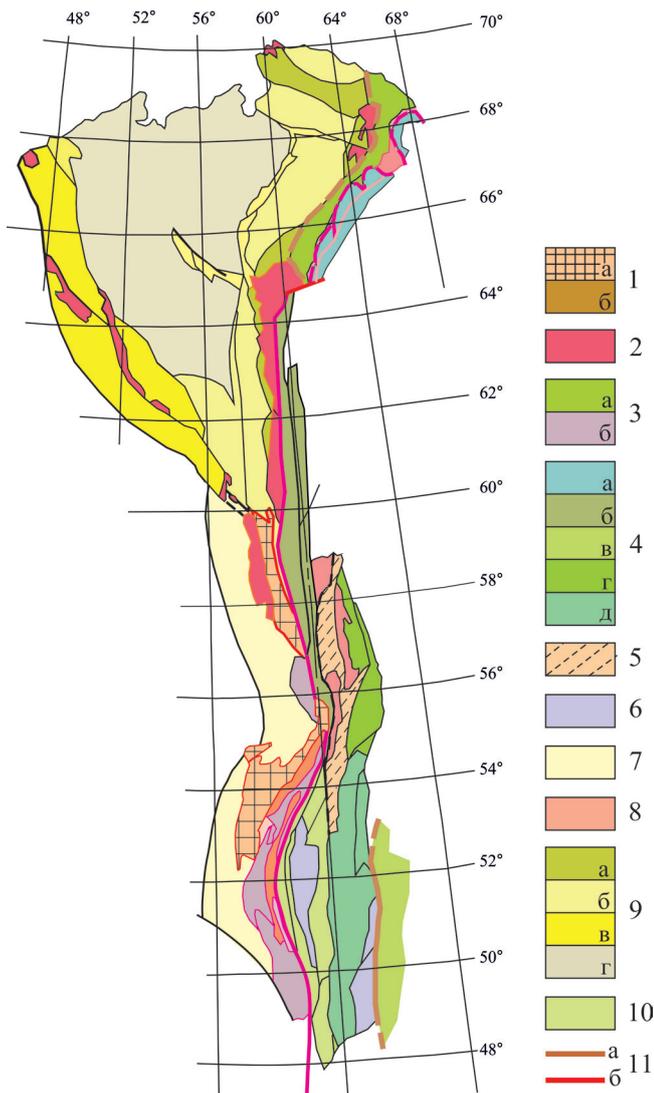


Рис. 1. Схема геодинамических систем и структурных элементов Урало-Тиманского ареала

1 – выступы Русской протоплиты (а) и зоны внутриплитной деструкции (б); 2 – Тиманский ороген и его выступы; 3 – Талота-Пайпудин-Лемвинский (а) и Сакмаро-Кракинско-Тирлянский (б) орогенные пояса; 4–8 – Уральский ороген и его геодинамические элементы: 4 – сегменты (а – Полярноуральский, б – Среднеуральский, в – Южноуральский, г – Восточный, д – Восточноуральский), 5 – межсегментная зона аккреционного сучивания, 6 – сдвигово-раздвиговые (транстенсивные) структуры, 7 – предгорные депрессии

внешней части орогена, 8 – континентальные террейны; 9 – Печорская впадина и ее структурные элементы (а – выступы рифтогенного основания, б – надаккреционные депрессионные структуры, в – депрессии унаследованные, г – неоплитный чехол); 10 – Казахский ороген; 11 – межорогенный (а) и межплитный (б) коллизионные швы.

Fig. 1. The scheme of geodynamic systems and structural elements of the Eurasian Ural-Timan areal.

1 – the protrusions of Russian protoplate (a) and interplate destruction zone (б); 2 – the Timan orogen and its protrusions; 3 – Talota-Paipudin-Lemvinsky (a) and Sakmaro-Krakin-Tirlyansky (б) orogenic belts; 4–8 – the Uralian orogen and its geodynamic elements: 4 – segments (a – Polar Urals, б – Middle Urals, в – Southern-Urals, г – Eastern, д – Eastern-Urals), 5 – intersegment zone of accretionary piling, 6 – strike-slip (transtensive) structures, 7 – piedmont depressions of the orogen outer part, 8 – continental terrains; 9 – the Pechora basin and its structural elements (a – protrusions of riftogenic basement, б – supra-accretionary depressional structures, в – inherited depressions, г – neoplate cover); 10 – the Kazakhstan orogen; 11 – inter-orogenic (a) and interplate (б) collisional sutures.

Вместе с этим при геодинамических реконструкциях было высказано мнение, что в сложении орогенных поясов участвуют структурные образования, имеющие признаки террейнов континентальной коры [Нечухин и др., 2000, 2009]. Установлено, что такие структурные образования, сопоставимы по своим параметрическим данным с террейнами, которые концентрируются главным образом в пределах орогенных поясов. Их наибольшая концентрация наблюдается в Уральском орогенном поясе (рис. 2).

Это послужило основанием на примере данных структурных образований рассмотреть главные характеристики и параметрические особенности, как самого сегмента, так и орогенных поясов эпиокеанического типа в целом.

Прежде всего, эти особенности позволили выделить отдельную группу террейнов, характерных для орогенных поясов эпиокеанического типа. Также имеется основание считать целесообразным, учитывая возрастные особенности этой группы, в соответствии с положениями языковой семантики (от гр. *semanticos* – обозначающий, смысловой) принять для этих террейнов название “террейны древней континентальной коры”.

Из наличия таких особенностей следует сделать вывод о том, что в сложении террейнов такого типа значительная часть их материала, еще находясь в составе древней литосферы, и, соответственно, до включения в структуру орогенного пояса, подверглась “континентализации”. Уровень ее, как известно, может быть оценен, например, по изотопным отношениям стронция, характеризующим уровень соотношения в блоках мантийного мафического и корового силикатического материала. Террейны делятся на группу с низкой и умеренной ($I < 1.705-1.707$) и

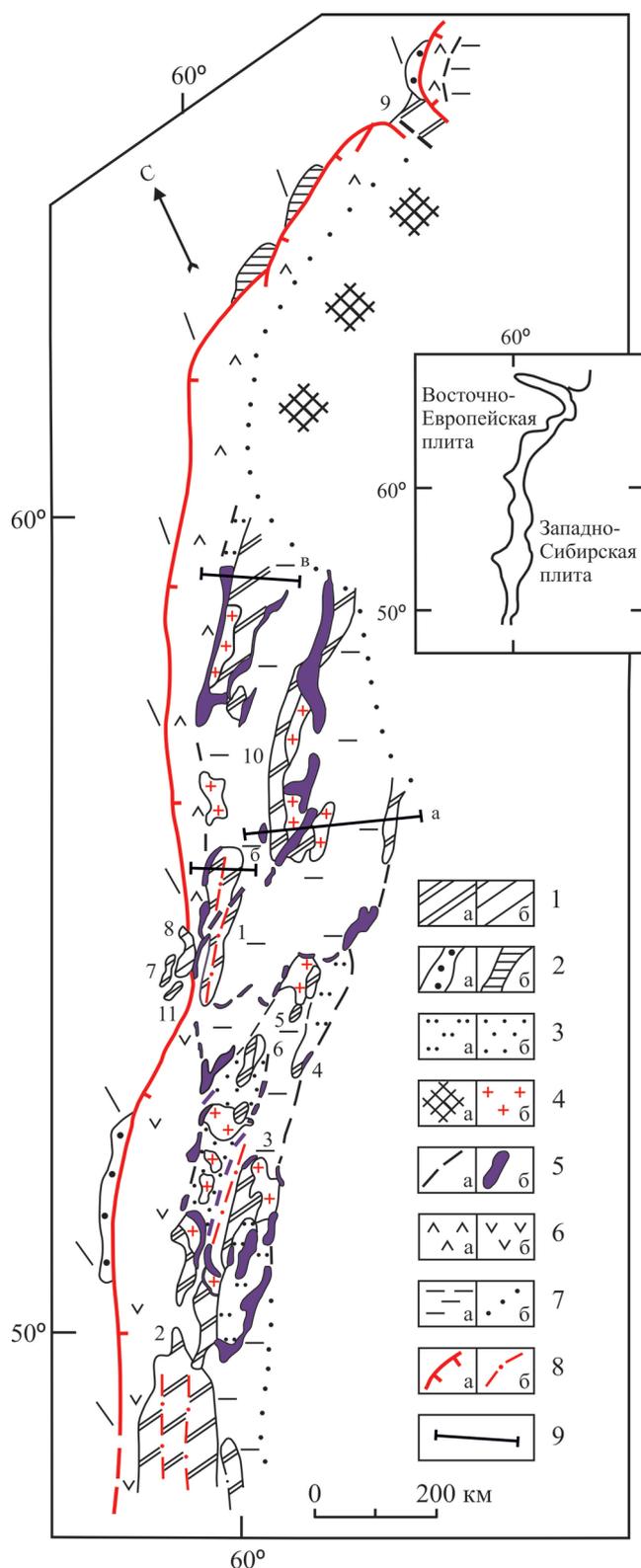


Рис. 2. Схема размещения террейнов древней континентальной коры в структуре Уральского эпиокеанического орогена.

1 – террейны древней континентальной коры зон аккреции (а) и коллизии (б); 2 – террейны коры и террейноподобные тектонические блоки зоны коллизиино-

го шва с высокобарическими ассоциациями (а) и амфиболитовые (б); 3 – террейны под тектоническими покровами (а) и палеозойским постаккреционным чехлом (б); 4 – блоки континентальной и островодужной коры под мезозой-кайнозойским чехлом по геофизическим данным (а) и внутриблоковые граниты (б); 5 – коллизионные швы с серпентинитовым меланжем (а) и литопластинами ультрабазитов (б); 6 – Тагильская (а) и Магнитогорская (б) синформы; 7 – зона аккреции палеозойских образований (а) и граница чехла Западно-Сибирской платформы (б); 8 – Трансуральский межплитный коллизионный шов (а) и межблоковые швы сложных террейнов (б); 9 – линии сейсмоструктурных профилей.

Цифры – номера террейнов с возрастными датировками по цирконам (см. табл. 1).

Fig. 2. The scheme of location of the ancient continental crust terrains in the Uralian epiocceanic orogen structure.

1 – the terrains of ancient continental crust of the accretion (a) and collision (б) zones; 2 – the crust terrains and terrain-like tectonic blocks of collision suture with high-pressure associations (a) and amphibolite (б); 3 – the terrains under tectonic covers (a) and Paleozoic post-accretionary cover (б); 4 – the blocks of continental and island-arc crust under Mesozoic-Cenozoic cover on geophysical data (a) and interblock granites (б); 5 – collisional sutures with serpentinite mélange (a) and lithoplates of ultrabasites (б); 6 – Tagil (a) and Magnitogorsk (б) meganticlinoria; 7 – accretionary zone of Paleozoic formations (a) and boundary of the West-Siberian platform cover (б); 8 – Transuralian interplate collision suture (a) and interblock sutures of complex terrains (б); 9 – lines of seismostructural profiles.

Figures are the terrain numbers with age datings on zircons (see the Table 1).

высокой ($I > 1.710$) степенью трансформации мафического материала. Косвенно это определяет разную степень “зрелости” и, соответственно, “континентализации” коры этих блоков. Этот материал, по-видимому, практически не участвовал в процессах трансформации океанического материала орогенных систем. Однако террейны и слагающие их блоки, будучи достаточно континентализированными и литофицированными в составе древней коры, могли участвовать в образовании структур орогенных систем и, следовательно, новообразованной коры данного геологического интервала.

Как показывают материалы изучения, в сложении сегмента достаточное распространение имеют гнейсовые, мигматито-гнейсовые и гранито-гнейсовые комплексы, которые обладают параметрическими особенностями, характерными для террейнов древней континентальной коры. Они известны в разных геодинамических ассоциациях сегмента, но, прежде всего, участвуют в сложении обоих орогенных поясов эпиокеанического типа.

Следует отметить, что проблема тектонической природы данных комплексов как в структуре Урало-Тиманского ареала, так и в структуре других орогенных систем, давно обсуждается исследователями. В процессе изучения они трактовались как вы-

ступы антиклинальных поднятий в зонах предполагаемого развития докембрийских образований [Мамаев, 1967], полихронных объектов с докембрийскими образованиями в ядерной части [Кейльман, 1974], а также продуктов метаморфизма палеозойских отложений [Соболев, 1969]. Отметим также более поздние предположения о том, что эти комплексы принадлежат структурам срединных массивов или выступам нижнего пластического слоя среди образований верхнего более хрупкого слоя в зонах растяжения [Иванов К., Иванов С., 1997].

По-видимому, частично это можно связать с тем, что в разных зонах концентрации блоки, имеющие признаки принадлежности к террейнам, отличаются своим строением, составом и положением в разрезе земной коры. Для части их потребовалось ввести дополнительные названия. Например, в сложении выступов Русской протоплиты и по периферии Трансуральского коллизионного шва присутствуют блоковые структурные образования, которые напоминают простые террейны, но отличаются от них по ряду параметров. Это послужило основанием для выделения их в отдельную группу с условным названием “протоблоки”.

В связи с отсутствием в гнейсовых и мигматит-гнейсовых комплексах, составляющих вещественную основу структурных блоков орогенных поясов, фаунистических остатков, главное значение для определения их абсолютного возраста имеют изотопно-радиологические методы, прежде всего цирконовая геохронология. Это обусловлено с одной сто-

роны, способностью циркона в рамках U-Pb системы сохранять “память” о геологических событиях и их последовательности, а с другой стороны, использованием в расшифровке этой последовательности специально разработанной методологии, основанной на изучении кристаллометрии, кристаллохимии, морфологии и других особенностях этого минерала [Краснобаев, 1986; Краснобаев и др., 1998]. При методической возможности используются и другие методы, особенно при оценке времен проявления диафтореза и наложенного метасоматоза.

Данными цирконового геохронологии для гнейсовых и мигматит-гнейсовых комплексов, участвующих в сложении Уральского палеозойского орогена, определяется раннедокембрийское (2.2–1.65 млрд лет) и частично позднедокембрийское (1.2–0.6 млрд лет) время образования гнейсов (табл. 1).

На этом основании можно полагать, что субстрат блоков, отвечающий субстрату деструктурированных литосферных плит, имел, скорее всего, преимущественно раннедокембрийский возраст.

Вместе с возрастными параметрами выступы гнейсовых, гнейсово-мигматитовых и гранито-гнейсовых комплексов, которые могут быть отнесены к террейнам древней континентальной коры, характеризуются определенными геолого-геофизическими особенностями. Наиболее полно они выявляются сейсмоструктурными исследованиями (рис. 3, 4).

Таблица 1. Цирконовая геохронология террейновых блоков Урала

Table 1. Zircon geochronology of the Urals terrain blocks

№ п. п.	Террейн	Блок	Возраст, млн лет	
			По $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ – $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	
			Образование	Диафторез
1	Сысертско-Ильменогорский	Селянкинский	2080 ± 15	429 ± 12
		Сысертский	580 ± 50	350 ± 10
		Ильменогорский	631 ± 41	325 ± 13
2	Мугоджарский	Талдыкский	1165 ± 72	410 ± 7
		Мариинский	1600–1800	330–430
3	Мариинский	Ильиновский	2054 ± 35	312 ± 12
		Троицкий	>700	400 ± 50
4	Троицкий	Челябинский	1928 ± 146	531 ± 28
		Кожубаевский	1800 ± 76	405 ± 17
5	Челябинско-Суундукский	Самарский	2069 ± 63*	531 ± 43
		Тараташский	2923 ± 164**	2106 ± 82
6	Тараташский		2065 ± 75***	724 ± 175
		Уфалейский	990–1100	400–500
7	Уфалейский	Максютовский		
		Харбейский	2200–740****	
8	Харбейский	Мурзинский	1120–480****	
		Александровский	2330–920****	
9	Адуйско-Мурзинский	Александровский		
10	Александровский			
11	Александровский			

*Терригенный циркон, **гранулиты, ***амфиболиты, ****по отношению изотопов свинца.

*Terrigenous zircon, **granulites, ***amphibolites, ****with respect to lead isotopes.

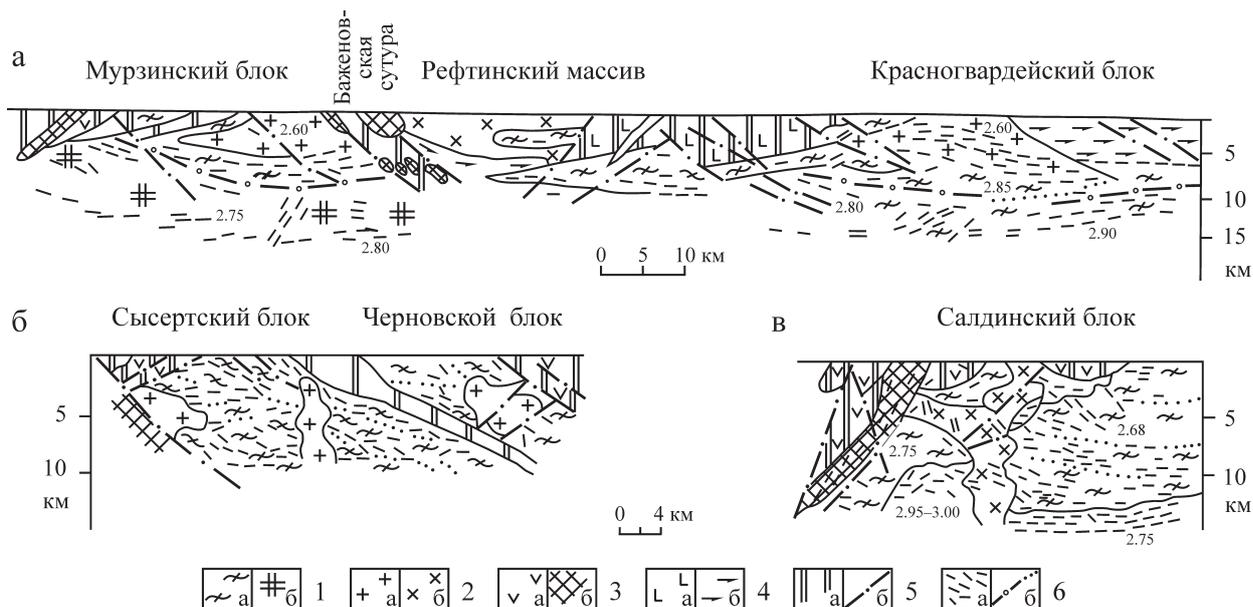


Рис. 3. Сейсмоструктурные профили через террейны древней континентальной коры: Восточноуральский (а), Сысертский (б) и Салдинский (в).

1 – гнейсы (а) и нижний гнейсовый слой (б); 2 – граниты и мигматиты (а), диориты (б); 3 – доаккреционные вулканиты (а) и ультрабазиты (б); 4 – синаккреционные вулканогенно-осадочные отложения (а) и постаккреционные осадки чехла террейнов (б); 5 – аккреционные швы и зоны покровов (а), тектонические нарушения разной природы (б); 6 – сейсмические площадки (а) и границы (б) (по материалам Баженовской экспедиции).

Fig. 3. Seismostructural profiles through the ancient continental crust terrains: East-Uralian (а), Sisertsky (б) and Saldinsky (в).

1 – gneisses (а) and lower gneiss layer (б); 2 – granites and migmatites (а), diorites (б); 3 – pre-accretionary vulcanites (а) and ultrabasites (б); 4 – synaccretion volcanogenic sedimentary (а) and postaccretion sediments of the terrain cover (б); 5 – accretionary sutures and cover zones (а), tectonic dislocations of different nature (б); 6 – seismic treads (а) and boundaries (б) – on the Bazhenovskaya expedition materials.



Рис. 4. Сейсмоструктурный профиль через террейны Режевской зоны и ее восточную аккреционно-коллизийную периферию (по материалам Баженовской экспедиции).

1 – граниты, гранито-гнейсы, гнейсы, амфиболиты Адуйского и Мурзинского террейнов; 2 – ультрабазиты; 3 – покровы (а) и складчатые зоны (б) аккреционно-коллизийной периферии; 4 – аккреционные и коллизийные швы; 5 – сейсмоструктурные элементы (по материалам Баженовской экспедиции).

Fig. 4. Seismostructural profile through the Rezh zone terrains and its eastern accretion-collisional periphery.

1 – granites, granite-gneisses, gneisses, amphibolites of the Adui and Murzinsky terrains; 2 – ultrabasites; 3 – covers (а) and folded zones (б) of accretion-collisional periphery; 4 – collisional suture; 5 – seismostructural elements (on the Bazhenovskaya expedition materials).

На сейсмоструктурных профилях, пройденных в восточной части Среднего и Южного Урала, устанавливается, что значительная часть таких выступов представлена крупными блоками, имеющими дискордантные границы, секущие вмещающие отложения. В противоположность этому вмещающие океанические отложения слагают антиформы, синформы, покровно-надвиговые, чешуйчато-надвиговые и другие аллохтонные структуры. Шовные зоны, ограничивающие блоки, не прослеживаются на глубину, что могло характеризовать их как “глубинные разломы” на границах антиклинальных поднятий, в качестве которых они традиционно рассматриваются.

Во внутреннем строении части блоков проявляются в разной степени выраженные реликты субгоризонтально-слоистого строения, характерного для коры континентального типа. Такие реликты сохраняются и при деформации этих блоков. В основании блоков нередко выявляются крупные сейсмические площадки, которые могут интерпретироваться как границы сдвигов, возникающие в основании блоков в процессах крупных горизонтальных перемещений. Все отмеченные параметры дают основание отнести такие блоки к террейнам древней континентальной коры простого и сложного многоблокового типов строения.

В результате таких процессов аккреционного скучивания создаются структурные образования, получившие наименование сложных структурных ансамблей, формирующихся в ассоциации с крупными террейнами (рис. 5).

Отдельную группу составляют блоки с комплексами метаморфических пород с древними возрастами, локализующиеся на Южном Урале по периферии Русской протоплиты и на Полярном Урале по внешней границе Трансуральского шва. На Южном Урале к таким блокам относятся известные Тараташский и Уфалейский выступы. К этой же группе можно отнести расположенные на южном удалении Суванянский и Максютковский выступы.

На Полярном Урале цепочка массивов, содержащих комплексы метаморфических пород с древними возрастами, располагается по внешней границе трансструктурного коллизионного шва в составе сложного Марункеуского и простых по строению Северного Хардьюского, Южного Хардьюского и самого южного Неркаюского массивов. Для всех этих и простых и сложных массивов, как и для слагающих их блоков, устанавливаются древние изотопно-радиометрические возраста по эклогитам в интервале 1.7–1.5 млрд лет [Ленных, 1984; Андреев, 2004а, б]. С.Н. Иванов с коллегами [1982] считают Марункеуский сложный по строению блок фрагментом эпикарельской платформы.

Сейсмоструктурный профиль, проходящий на широте Тараташского и Уфалейского выступов, свидетельствует о том, что выступы явно характе-

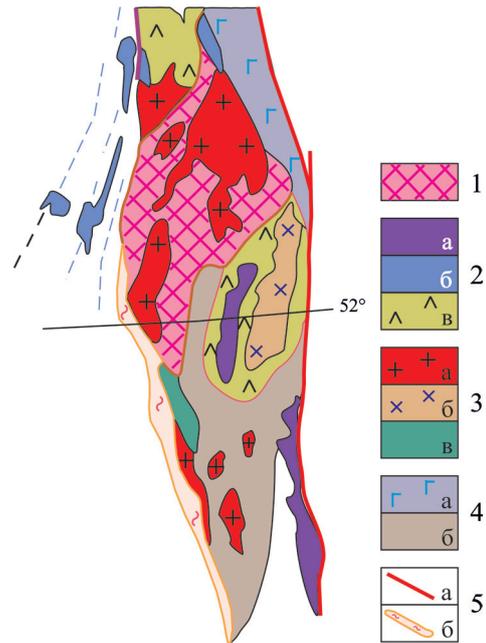


Рис. 5. Схема строения структурного ансамбля в ассоциации с Мариинским террейном (Южный Урал). (Выкопировка из [Геодинамическая карта..., 2009]).

1 – террейн древней континентальной коры; 2 – ультрабазиты покровов офиолитов (а), протрузий (б) и океанические базальты (в); 3 – интратеррейновые массивы гранитов (а), гранодиоритов (б) и габбро (в); 4 – пост-аккреционные базальты (а) и осадочные породы чехла террейна (б); 5 – зона коллизионного шва (а) и аккреционные швы (б).

Fig. 5. The scheme of structural ensemble construction in association with Mariinsky terrain (the Southern Urals). (Copies from the [Geodynamical map..., 2009]).

1 – ancient continental crust terrain; 2 – ultrabasites of ophiolite covers (а), of protrusions (б), oceanic basalts (в); 3 – of intraterrain massifs granite (а), granitoids (б) and gabbro (в); 4 – post-accretionary basalts (а) and sedimentary rocks of the terrain cover (б); 5 – collisional suture zone (а) and accretionary sutures (б).

ризуются субгоризонтально-слоистым сложением. Вместе с этим на всю доступную глубину порядка 9 км они сложены преимущественно основными и ультраосновными породами при отсутствии гранитного слоя [Панков, Нечеухин и др., 1979]. Это не позволяет рассматривать их в качестве выступов древнего щита, а также считать частью плитного разреза.

Скорее всего, они относятся к ксеногенным блокам, вовлеченным в структуру рифейской плиты под влиянием сложных геодинамических процессов, в том числе извлечения из подкоровых уровней при проявлении сдвигово-раздвиговых (транстенсивных) процессов [Пыстин, 1994; Нечеухин, Волчек, 2012]. Проявление в этой части рифей-

ской плиты таких процессов подтверждается наличием здесь Кусинско-Копанских интрузий габбро, ассоциирующих с массивами гранитов и гранито-гнейсов, а также метаморфических пород с высокобарическими парагенезисами [Белковский, 2002].

Вероятно, с близкими по природе геодинамическими процессами связано и становление протоблоков по периферии Трансуральского коллизийного шва на Полярном Урале.

Выделение структурных образований, которые могут соответствовать террейнам древней континентальной коры, как и оценка их значения для Тиманского орогена, сильно затруднены, поскольку эти образования в значительной степени перекрыты палеозойскими отложениями. Вместе с этим материалы глубокого бурения, отдельные изотопно-радиометрические возрастные определения позволяют наметить наличие в пределах этого орогена системы блоков и микроплит, которые могут рассматриваться в качестве террейнов или их террейноподобных аналогов. По этим данным, система таких блоков и микроплит располагается в основном по северо-восточной периферии пассивной континентальной окраины орогена и сопровождается зоной регионального коллизийного шва, с которой связана серия интрузий основного и кислого состава (рис. 6).

Приведенные данные и материалы других исследований, в частности фациальных и формационных сопоставлений, позволили с достаточной достоверностью предположить, что террейноподобные блоки и микроплиты являются частично продуктами деструкции прилегающего кратона [Гецен, 1987; и др.]. В этом отношении они должны рассматриваться как террейны и террейноподобные образования эндотического типа. Для них известны породы только раннерифейского возраста, которые, скорее всего, не могут характеризовать возраст основания этих структурных образований. К комплексам древнего основания террейноподобных блоков и микроплит можно с известной долей вероятности отнести, метакомплексы ядерной части Кожимского купола, которые слагают Няртинский выступ.

Расположенный в северной части Кожимского купола Няртинский выступ метакристаллических пород в центре слагается гнейсово-мигматитовым комплексом, сложенным биотитовыми и гранат-биотит-мусковитовыми гнейсами, амфиболитами и кристаллическими сланцами с прослоями карбонатных пород. Для гнейсов имеются изотопно-радиометрические датировки, полученные методом термоионной эмиссии с максимальными значениями 2.2–1.95 млрд лет (данные А.М. Пыстина, Ю.И. Пыстиной). В обрамлении гнейсово-мигматитового комплекса устанавливается сложная ассоциация горных пород, представленная слюдястыми кристаллическими сланцами с про-

слоями эпидот-амфиболитовых сланцев и горизонтами карбонатных пород, а также залегающими выше углеродсодержащими кварцевослюдяными сланцами и амфиболовыми сланцами с прослоями мраморов и горизонтами metabазитов. Присутствуют также небольшие пластовые интрузии гранитов, что не исключает развития здесь древней внутриплитной вулканоплутонической ассоциации. Для гнейсовидных сланцев из средней части разреза приводится изотопно-радиологический возраст 1.896 млрд лет по цирконам U-Pb методом [Пыстин, Пыстина, 2001; Пыстина, Пыстин, 2002]. В карбонатных породах ассоциации известны также находки водорослей раннего протерозоя.

Структурно-метаморфические образования выступа архея-раннего протерозоя перекрываются накоплениями вулкано-интрузивных серий, которые в нижней части разреза местами содержат горизонты конгломератов, кварцитов, пестроцветных филлитов, прослои известняков и доломитов. По геологическим критериям, а также находкам микрофитоцитов и строматолитов породы горизонта относят к раннему рифею.

В вулканических накоплениях серий, слагающих Кожимское поднятие, более значительное развитие имеют породы основного состава, объединяемые в манарагский и верхнекожимский комплексы. Отмечаются также и породы среднего состава, иногда со щелочным уклоном. В северной части поднятия известны, кроме того, накопления кислых вулканитов [Волчек, 2004]. Образованиями манарагского комплекса слагается основная часть Ляпинского выступа. По составу и особенностям залегания отложения этого комплекса отвечают, скорее всего, образованиям плитного чехла, что характерно для внутренних частей террейнов.

Собственно вулканогенные накопления, которые могут быть индикаторами палеогеодинамических условий для отмеченной части верхнепротерозойского разреза, представлены исключительно основными разностями, которые концентрируются на двух уровнях. Раннему уровню отвечает верхнекожимский, а более позднему – манарагский базальтовые комплексы. Вулканиты верхнекожимского комплекса, развитые в составе пуйвинского и щокурьинского комплексов ранне-среднерифейского возраста в эффузивных и гипабиссальных фациях, по петрохимическим параметрам близки к базальтам внутриплитных траппоидов. В свою очередь, манарагский комплекс, сложенный породами эффузивных и субвулканических фаций, приурочен к верхним частям хобеинской свиты среднего рифея. Для его эффузивных накоплений характерны покровный тип излияний в мелководных фациальных условиях, а для всего комплекса – слабая степень дифференциации и принадлежность к внутриплитной толеитовой серии.

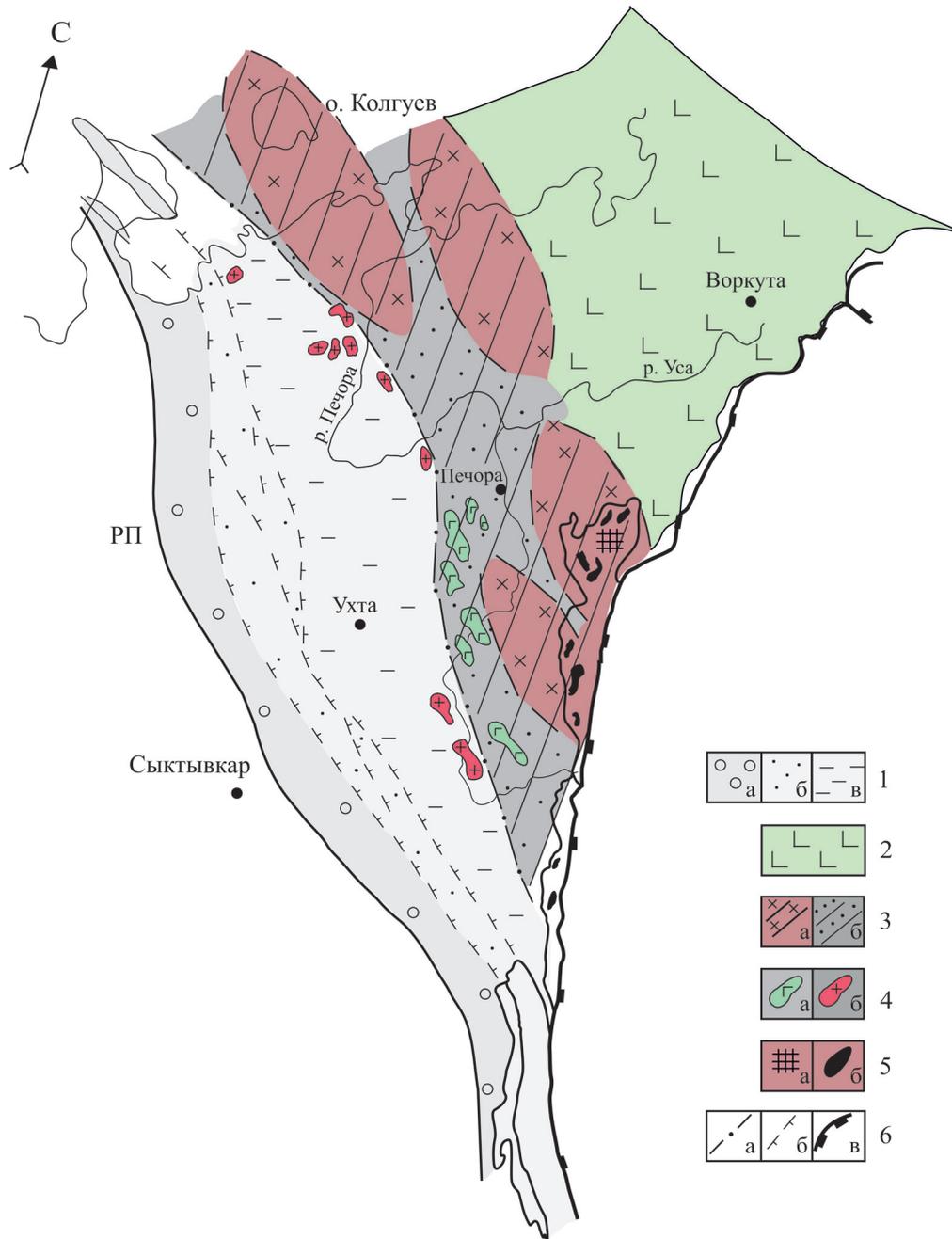


Рис. 6. Схема размещения террейнов Тиманского орогена.

1 – комплексы пассивной протокраины в конгломерат-терригенной (а), песчано-сланцевой (б), вулканогенно-карбонат-сланцевой (в) фациях; 2 – комплексы океанических палеобассейнов; 3 – террейны эндемического типа (а) и межтеррейновые вулканогенно-сланцевые отложения (б); 4 – интрузии основного (а), кислого (б) состава зоны коллизионного шва; 5 – интрузии вулкано-интрузивных ареалов межтеррейновой коллизии; 6 – фациальные границы пассивной окраины (а), границы пояса террейнов и межтеррейновых образований (б), зона Трансуральского межплитного коллизионного шва (в).

Fig. 6. The scheme of the Timan orogen terrain location.

1 – complexes of passive protomargin in conglomerate-terrigenic (a), sandy-slate (б), volcanogeno-carbonate-slate facies (в); 2 – complexes of oceanic paleobasins; 3 – terrains of endemic types (а) and interterrain volcanogenic slate deposits (б); 4 – intrusions of basic (а) and acid (б) content of the collisional suture zone; 5 – Nyarma intrusion (а) intrusions of volcano-intrusive areas of interterrain collision (б); 6 – facial boundaries of passive margin (а), terrain belt and interterrain formations boundaries (б), Transuralian interplate collisional suture (в).

Приведенные материалы исследований и обобщений позволяют предложить определение для террейнов орогенных поясов эпиокеанического типа, формирование которых связывается с геодинамической трансформацией океанических бассейнов: под террейнами древней континентальной коры, участвующими в структурном сложении орогенных систем эпиокеанического типа, понимаются фрагменты деструкции литосферных плит, которые имеют древний по отношению к коре этих систем возраст, претерпели полное отделение от таких плит и подверглись крупным горизонтальным перемещениям в форме образовавшихся фрагментов.

Вместе с этим в сложении характеризуемого сегмента участвуют и структурные образования типа протоблоков, геодинамическая природа которых недостаточно ясна и требует дополнительных исследований.

Террейны аккреционных систем Тихоокеанского пояса

Для аккреционных систем Тихоокеанского пояса обзор по строению террейнов и их размещению приводится в основном по опубликованным материалам [Howell et al., 1986; Парфенов и др., 1993; Шпикерман, Горячев, 1998; Геодинамика..., 2006; и др.].

Как отечественные, так и зарубежные исследователи к террейнам в пределах пояса относят структурные образования, имеющие характер тектоно-стратиграфических зон. Соответственно, такие структурные образования отвечают тектоно-стратиграфическим террейнам, как это принималось ранее американскими исследователями, выделившими их при работах в полосе Аляски. Таким образом, за террейны этими исследователями принимаются все структурные образования, которые слагают пояса так называемого аккреционного типа. Исключаются и рассматриваются отдельно только так называемые “кроющие” и “сшивающие” комплексы, образующие в совокупности постаккреционные элементы.

Другие сторонники этого направления предлагают в составе коллажной структуры выделять доаккреционные, синаккреционные и постаккреционные элементы, используя их для решения разных, в том числе металлогенических и прогнозных, задач (рис. 7) [Шпикерман, Горячев, 1998]. Достаточно полно такой подход привлечен к анализу находящейся к северо-западу Яно-Колымской аккреционной системы и прилегающего к ней части Чукотско-Коряжского ареала Северо-Восточного сегмента [Бялобжеский и др., 2006].

При этом авторами такого анализа предполагается, что эти системы сформировались в процессе длительного взаимодействия океанических и кон-

тинентальных плит, в результате которого произошло аккреционное наращивание последних. Под аккрецией в этом анализе понимается тектоническое соединение двух или более тектоно-стратиграфических террейнов или тектоническое присоединение террейнов к окраине континента. Разные комбинации тектонического соединения лежат в основе выделения простых террейнов, супертеррейнов и сложных террейнов. Все террейны и их типы по сложению классифицируются по принадлежности к тектоно-стратиграфическим структурным элементам.

Как считают авторы анализа, ядром аккреции чаще всего является кратон, представляющий наиболее стабильный элемент континентальной плиты, имеющий двучленное строение. В его пределах регионально метаморфизованные и интенсивно деформированные архейские и раннепротерозойские породы основания перекрываются чехлом позднепротерозойских, палеозойских, участками мезозойских осадочных пород. Часть кратона с маломощным, слабо деформированным чехлом может быть отнесена к платформе. На мобильных окраинах кратонов чехол может быть представлен мощными призмами шельфовых отложений.

В процессе аккреции происходит коллизионное столкновение террейнов континентального происхождения друг с другом или террейнов и супертеррейнов с кратоном. Коллизия сопровождается, как правило, региональным метаморфизмом и гранитоидным магматизмом. В результате можно сделать вывод о том, что в аккреции участвуют только тектоно-стратиграфические террейны, а кроющие комплексы являются индикаторами времени проявления этих событий.

На основе вещественных и структурных характеристик террейны типизируются по происхождению. В целом для северного ареала Северо-Восточного сегмента выделены тектоно-стратиграфические террейны континентального шельфа, кратонные, островодужные, турбидитовые, флишевые, океанические и др.

Геодинамика становления террейнов в структуре сегмента и ее значение для общегеологических построений

Становление террейнов древней континентальной коры в структуре сегмента связано с определенными геодинамическими особенностями и процессами. Прежде всего, имеется необходимость рассмотреть особенности образования таких террейнов в их соотношении с кратонами, расположенными по периферии орогенных систем, а также особенностей процессов их включения в эти системы. Считается, что эти проблемы удовлетворительно решаются положениями цикла Вильсона [Wilson, 1968].

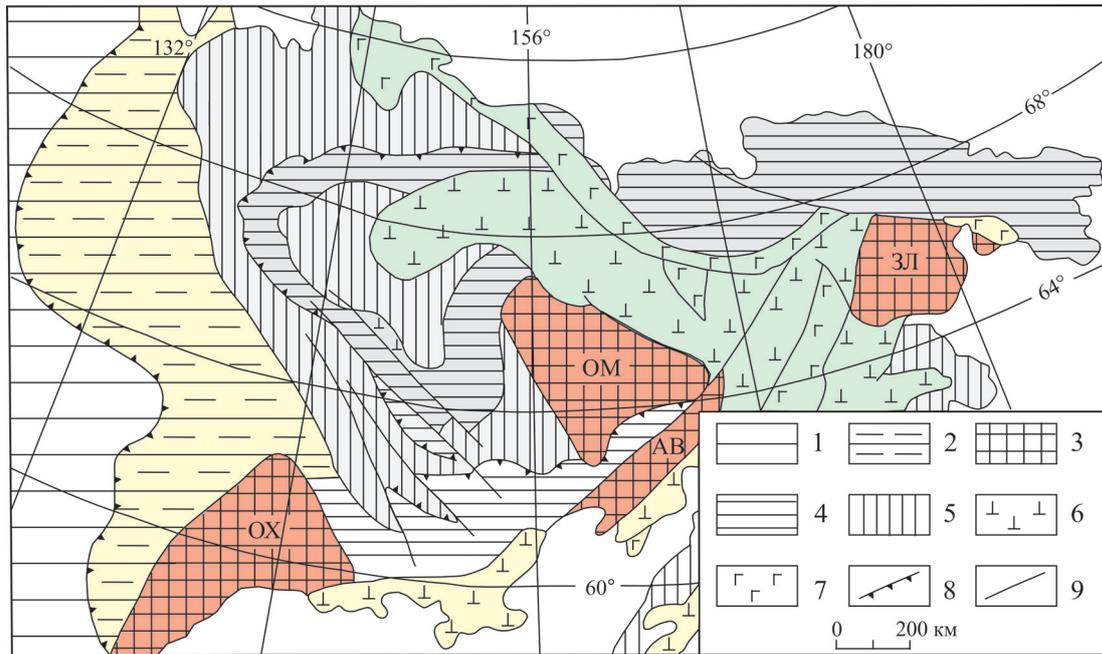


Рис. 7. Аккреционные структуры Северо-Востока России (со снятыми кроющими комплексами) [Шпикерман, Горячев, 1998] с упрощениями.

1, 2 – Северо-Азиатский кратон: 1 – Сибирская платформа, 2 – Верхоянская пассивная континентальная окраина; 3 – главные кратонные террейны (АВ – Авековский, ЗЛ – Золотогорский, ОМ – Омолонский, ОХ – Охотский); 4–7 – отдельные и составные террейны и их типы: 4 – шельфовые, 5 – турбидитовые или флишевые (простые или составные), 6 – островодужные (простые или составные), 7 – океанические; 8 – надвижки; 9 – прочие границы террейнов и другие крупные разломы.

Fig. 7. Accretionary structures of the Russia North-East (with removed covering complexes) [Shpikerman, Goryachev, 1998] with simplifications.

1, 2 – North-Asian craton: 1 – the Siberian platform, 2 – Verkhoyansk passive continental margin; 3 – the main craton terrains (АВ – Avekovsky, ЗЛ – Zolotogorsky, ОМ – Omolonsky, ОХ – Okhotsky); 4–7 – terrains: 4 – shelf, 5 – turbidite or flyschoid (simple or compound), 6 – island-arc (simple or compound), 7 – oceanic; 8 – thrusts; 9 – other terrain boundaries and big faults.

Геодинамическая сущность цикла заключается в представлении об эволюции литосферы в условиях проявления взаимосвязанных и взаимообусловленных геодинамических режимов и обстановок, укладываемых в ряд стадий. На стадии рифтогенеза на глубоких мантийных горизонтах литосферы кратона зарождается тепловая конвективная ячейка. Под ее влиянием континентальная кора раскалывается над мантийной струей и наступает этап образования океанического бассейна. В процессе своего образования и расширения океанический бассейн включает многочисленные “обломки” кратона, которые в конечном счете формируют террейны. В свою очередь, континентальные массы подвергшегося расколу и раздвижению кратона образуют периферийные части океанического бассейна, которые на заключительной стадии цикла сближаются, формируя горную систему (пояс).

Таким образом, из изложения содержания цикла Вильсона следует несколько выводов, относящихся к рассматриваемым проблемам. Один из них состоит в том, что по рассмотренной схеме все тер-

рейны в горных системах относятся к образованиям эндемического характера (от греч. *endemos* – местный). Они, соответственно, принадлежат к структурным фрагментам периферийного кратона. Другой вывод относится к предположению о том, что периферия океанических бассейнов образуется частями единого крупного кратона, подвергшегося расколу и раздвигу. Из этих выводов следует, что террейны внутренних частей горной системы должны достаточно хорошо коррелироваться между собой по составу и возрасту. В свою очередь, периферийные части этих систем, являясь, по предлагаемой схеме, элементами единого кратона, также должны быть сопоставимы по большинству параметрических особенностей. Исследования, проведенные на материалах эпикоеанических орогенов Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии, явились основанием к внесению корректив в предложенную схему геодинамики террейнов.

Высокой насыщенностью блоками, имеющими в своем составе гнейсы и другие метаморфиты с древними изотопно-радиологическими возраста-

ми, характеризуется Уральский эпиконтинентальный ороген. В совокупности эти блоки в строении орогена составляют сложную систему из террейнов древней континентальной коры и террейноподобных образований. Террейны и террейноподобные образования имеют некоторые отличия по составу, строению и другим элементам, что принимается за основание целесообразности рассмотрения их геодинамики в приложении к геодинамике Уральского эпиконтинентального орогена, рассматривая его как генотип.

По значениям изотопно-радиологических возрастов в сложении орогена намечается выделение как минимум двух поясов террейнов древней континентальной коры. Один, западный, пояс протягивается от Харбейского террейна через блоки, выделяемые по геофизическим данным на глубине, и Салдинский террейн, принадлежащий Селянкинскому блоку сложного Сысертско-Ильменогорского террейна. Радиологические возраста гнейсовых комплексов в этом поясе колеблются в интервале от 2.2 до 2.1 млрд лет. Другой пояс в обнаженной части орогена выделяется от Гаевского и Адуйско-Мурзинского террейнов на севере с перерывами до сложного Мугоджарского террейна на юге. Радиологические возраста гнейсовых комплексов в этом поясе колеблются в интервале от 1.8–1.60 до 1.2–1.65 млрд лет. Оба пояса в целом имеют субмеридиональное простирание, несколько отличное от простирания орогенного пояса. Вместе с этим простирание обоих поясов в общем и целом заметно коррелирует с простиранием палеограницы палеократон–палеоокеан, представленной межплитным трансструктурным уральским коллизионным швом.

К реконструкции геодинамики становления террейнов древней континентальной коры на основании анализа возрастных и структурных особенностей выделенных поясов в строении орогена имеется определенная возможность высказать следующие положения. Во-первых, террейны вместе с крупными фрагментами литосферы перемещались, по-видимому, в направлении Русской протоплиты и, соответственно, к межплитной палеогранице, что подтверждается и палеомагнитными данными [Диденко и др., 1994]. Это ставит под большое сомнение принадлежность террейнов орогена к фрагментам протоплиты. Во-вторых, можно предполагать, что между движением первого и второго поясов имела место геодинамическая пауза, связанная с общим процессом формирования орогена в системе литосферных плит.

Предположение о том, что террейны характерных поясов Уральского орогена не могут являться фрагментами Русской плиты, подтверждается и другими фактами. В частности, состав комплексов доколлизионного чехла на разных блоках существенно отличается от состава рифейских от-

ложений протоплиты. Сложности имеются и с источником для террейнов с восточной периферии. По данным анализа глубинного строения земной коры Урала по его восточной периферии, не обнаруживаются крупные континентальные массы [Карта..., 1983; Берлянд, 1993]. Вместе с этим выясняется, что в доступной для изучения южной части, по геологическим материалам и данным сейсмического профиля [Глубинное..., 2001], Уральский ороген по зоне коллизионного поддвига сочленяется непосредственно с Казахстанской орогенной системой.

Приведенные материалы позволяют привести здесь основные выводы по геодинамике становления террейнов древней континентальной коры в структуре Уральского эпиконтинентального орогена. Прежде всего, отсутствуют основания связывать эти террейны с деструкцией Русской плиты и, соответственно, рассматривать их в качестве ее фрагментов, а также в качестве фрагментов континентальных масс восточной периферии, поскольку такие массы отсутствуют. Следовательно, террейны Уральского орогена принадлежат экзотическому типу (от греч. *exoticos* – чужой). Их образование не связано с необходимостью проявления рифтогенного растяжения и раскола древнего кратона в процессе образования Уральского эпиконтинентального орогена. Возможны, по-видимому, и другие схемы его формирования, что может составить предмет дальнейших исследований.

В строении Тиманского орогена основная часть террейноподобных блоков и микроплит древней континентальной коры локализована вдоль его юго-западной периферии. При этом, как было показано, основание этих блоков и микроплит обнажается на Кожимском поднятии в виде Няртинского выступа, на примере которого оно и было охарактеризовано в одном из предыдущих разделов данного сообщения. Основным выводом из этих материалов состоит в том, что гнейсы и гнейсовидные сланцы выступа, характеризующиеся изотопно-радиометрическими возрастными интервалами 2.2–1.9 млрд лет, достаточно хорошо сопоставляются с архей-раннепротерозойскими образованиями щитов. При такой вполне допустимой трактовке террейн, основание которого обнажается на Няртинском выступе и составляет, вероятно, основание всего Кожимского поднятия, должен быть отнесен к террейну эндемического типа. Вполне вероятно, что к такому типу относится и соседний Ляпинский террейноподобный блок.

К сожалению, остальные выделенные террейны Тиманского орогена перекрыты палеозойскими и более молодыми образованиями наложенной впадины. Они сами и особенно их основание недоступны для изучения. Вместе с этим отметим данные о присутствии в глубоких скважинах разнообразных сланцев, метаморфических и метасома-

тических пород, метаконгломератов и других комплексов [Гецен, 1975]. Не исключено, что эти комплексы могут представлять образования древнего основания таких блоков и микроплит.

Как можно судить по материалам геодинамических реконструкций Уральского эпиокеанического орогена, стадия вовлечения в палеозое террейнов древней континентальной коры экзотического типа в структуру орогена сопровождается образованием серий в основном внутритеррейновых гранитоидов, хотя отмечается их локализация по периферии крупных террейнов. Располагаясь в пределах террейнов, массивы гранитоидов могут быть охарактеризованы становлением в несколько этапов, что исследователями связывается с этапностью аккреционно-коллизивной активизации. В сложных террейнах, кроме этого, выделяются вулкано-интрузивные межблоковые образования, примерами которых являются Кайрактинский пояс Мугоджарского террейна и вулкано-интрузивные ареалы Кожимского и Ляпинского поднятий.

Геодинамика становления тектоно-стратиграфических террейнов северного ареала Северо-Восточного сегмента и их источников исследователями устанавливается на основе анализа стратиграфических разрезов и последовательности магматизма, а также учета палеомагнитных данных. По этим данным, в аккреционной структуре ареала принимают участие фрагменты Северо-Азиатского (Сибирского) кратона, Северо-Американского кратона, островных палеодуг, сформировавшихся вблизи бывшей окраины Северной Азии, аллохтонных блоков океанической коры. Происхождение некоторых террейнов невозможно объяснить близлежащими палеоструктурами.

Значительное участие террейнов, как показывают материалы обзора, в процессах формирования и строения орогенных поясов и их систем позволяет предполагать и значительное влияние их на результаты этих процессов. Они могут иметь как общегеологическое значение, так и приближаться к решению вопросов глобального уровня. Более полно это рассмотрено нами для Уральской орогенной системы, по комплексу признаков отнесенной к типу систем эпиокеанического типа.

Прежде всего, оценим это влияние на формирование зональности этой системы. Как было показано в материалах очерка, в общегеологическом значении характеризуемая система имеет выраженное поясовое строение, а положение поясов в целом контролируется положением палеограницы кратон-океан. Вместе с этим в сложении поясов главное значение имеют ассоциации океанического палеобассейна, характерные, прежде всего, для режимов и обстановок океанического спрединга, а также внутриплитной и межплитной субдукции. Образуясь в разобщенных частях обширного океанического бассейна, в структуре системы эти ассо-

циации находятся в сильном сближении. Поясовое залегание и признаки сильного сгущивания проявляют и террейны древней континентальной коры.

Все отмеченное является основанием для предположения о том, что формирование внутреннего строения и зональности системы происходило по следующей схеме. Образовавшиеся в разобщенных зонах структурно-вещественные ассоциации режимов и обстановок океанического бассейна в условиях процессов аккреции и коллизии претерпели горизонтальные перемещения и сгущивания в форме поясов вдоль периферии Русской протоплиты. Перемещения и сгущивания сопровождались захватом ксеногенных блоков, сформировавших пояса террейнов древней континентальной коры. Считается, что вместе с поясами океанических ассоциаций они наращивали древние кратоны.

Соответственно, следующим является вопрос о том, что и в какой форме с участием террейнов древней континентальной коры наращивает со стороны Уральской орогенной системы Русскую протоплиту, входящую составной частью в состав Восточно-Европейского сложного кратона. Существующие в настоящее время формулировки просто констатируют такое положение, придавая большое значение самому факту столкновения плит и геодинамической принадлежности участвующих в столкновении ассоциаций.

Однако, как представляется, большое значение имеет вопрос, какие глубинные части участвующих в столкновении плит подвергаются активизации и трансформации, какие вещественные и энергетические факторы участвуют в этом процессе, какую роль при этом играют террейны экзотического типа. Конечно, по значительной части вопросов ответ можно получить по косвенным признакам, но и это может иметь ценность, учитывая глобальное значение всей проблемы.

Отметим главные из этих признаков: а) сочленение Русской протоплиты с западной частью Уральского орогена имеет место по глубинному коллизивному шву надвигового характера при отсутствии крупных структурных перестроек и вещественных преобразований; б) прилегающая к Русской протоплите часть пояса сложена структурно-вещественными ассоциациями, сформировавшимися в пределах обширного океанического палеобассейна; в) по геофизическим материалам разрезы этой части пояса сопоставимы с разрезами океанических бассейнов и не содержат гранитного или гранито-гнейсового слоя; г) восточнее эта часть ограничивается поясами террейнов, образующими еще восточнее в сочетании с фрагментами океанических ассоциаций зону с корой композитного (регенерированного) типа.

По перечисленным признакам сочленение имеет глубинный характер и не сопровождается крупными структурными перестройками и вещественными

ми преобразованиями, как это следовало ожидать, учитывая масштабы событий и их участников. Со стороны орогенного пояса выделяется его полосовая часть, сложенная структурно-вещественными ассоциациями, сопоставимыми с ассоциациями палеоокеанического бассейна с разрезами без гранитного слоя. С востока эта часть ограничена поясами террейнов.

Все отмеченное позволяет считать, что в сочленении по охарактеризованному глубинному коллизийному шву находятся Русская протоплита, как составной элемент Восточно-Европейской плиты, и фрагмент океанической литосферы, отделенный к востоку поясом террейнов древней континентальной коры. Не исключено, что выделенный фрагмент является частью глубинной структуры, в пределах которой происходил своеобразный дренаж глубинного вещества с последующей ее трансформацией в литосферу части орогенного пояса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании собственных исследований и анализа опубликованных материалов в статье на примере Урало-Тиманского структурного ареала рассматривается проблема роли и геодинамики становления террейнов в структуре орогенных систем. Существование как минимум двух представлений о терминах “террейн” и “террейновый анализ” послужило основанием к рассмотрению в статье этого положения, существенно влияющего на решение рассматриваемой проблемы. Первое представление сформулировали авторы этого термина для обозначения зон с разным геологическим строением и историей формирования, что соответствовало понятию структурно-формационных зон. При таком подходе орогены будут представлять собой коллаж совершенно чуждых друг другу структурных единиц, что предполагает отсутствие каких-либо закономерностей в строении орогенов.

В орогенах Урало-Тиманского ареала выделяются террейны особого типа. Термин “террейн”, как показано материалами исследований орогенов такого типа, применим только к блокам, которые отвечают фрагментам других, как правило, более древних литосферных плит. Критериями выделения таких блоков и их систем являются, прежде всего, возрастные параметры и элементы строения континентальной коры, сохраняющиеся в таких блоках. Учитывая эти особенности, целесообразно принять для них название “террейны древней континентальной коры”. В работе приводится авторское определение такого типа террейнов.

“Террейновый анализ” состоит в выявлении закономерностей строения и геодинамики формирования орогенов с учетом роли в них террейнов этого типа.

В статье излагаются материалы по изучению роли террейнов древней континентальной коры и слагающих их блоков в строении сегмента, сопровождавшихся образованием своеобразных стопперов, сложных структурных ансамблей, аккреционно-покровных структурных зон, образовании аллохтонных горизонтов с параметрами гранитной коры. Отдельно анализируются особенности геодинамики становления террейнов в структуре сегмента, сопровождающиеся рядом теоретических выводов по циклу формирования орогенов эпиокеанического типа.

Другие представления о содержании термина “террейн” на основе главным образом опубликованных материалов рассматриваются для Тихоокеанского пояса. Исследователями этого пояса для террейнов принимаются образования типа тектоностратиграфических зон. Соответственно, формируется еще одно направление в трактовке содержания терминов “террейн” и “террейновый анализ”, из которых вытекает и свое понимание о генетическом типе террейнов у сторонников этого направления.

По их мнению, к террейнам следует относить все структурные образования, участвующие в сложении орогенных поясов, поскольку все они предположительно претерпели горизонтальные перемещения [Геодинамика..., 2006]. При такой трактовке внутренние зоны орогенных поясов могут представлять собой коллаж совершенно чуждых друг другу структурных единиц. Размещение и положение этих структурных единиц предлагается рассматривать как предмет “террейнового анализа”.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИГГ УрО РАН № АААА-А18-118052890016-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреичев В.Л. (2004а) Новые данные о докембрийском возрасте эклогитов Марункеуского блока (Полярный Урал). *Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России*. Сыктывкар: Геопринт, 71-73.
- Андреичев В.Л. (2004б) Изотопная геохронология ультрамафит-мафитовых и гранитоидных ассоциаций восточного склона Полярного Урала. Сыктывкар: Геопринт, 44 с.
- Белковский А.И. (2002) Метаморфиты таганайской и уренгойской свит Таганайско-Иремельского антиклинория (Южный Урал). *Терригенные осадочные последовательности Урала и сопредельных территорий*. Екатеринбург: УрО РАН, 28-31.
- Берлянд Н.Г. (1993) Карта глубинного строения земной коры Урала: объяснительная записка. СПб: ВСЕГЕИ, 120 с.
- Борукаев Ч.Б. (1999) Словарь-справочник по современной тектонической терминологии. Новосибирск: СО РАН, 70 с.

- Бялобжеский С.Г., Горячев Н.А., Шпикерман В.И. (2006) Яно-Колымский орогенный пояс. *Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России*. Кн. 1 (Под ред. А.И. Ханчука). Владивосток: Дальнаука, 140-144.
- Волчек Е.Н. (2004) Геодинамические обстановки кислото вулканизма западного сектора Севера Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 145 с.
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. (2006) Кн. 1 (Под ред. А.И. Ханчука). Владивосток: Дальнаука, 572 с.
- Геодинамическая карта Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии (В.М. Нечеухин, В.А. Душин, В.Г. Оловянишников). (2009) Масштаб 1 : 2 500 000. Екатеринбург: УГГУ.
- Гецен В.Г. (1975) Строение фундамента Северного Тимана и полуострова Канин. Л.: Наука, Ленингр. отд. 44 с.
- Гецен В.Г. (1987) Тектоника Тимана. Л.: Наука, 172 с.
- Глубинное строение и геодинамика Южного Урала (проект "Уралсейс"). (2001) Тверь: Геос, 288 с.
- Диденко А.Н., Моссаковский А.А., Печерский Д.М., Руженцев С.В., Самыгин С.Г. (1994) Геодинамика палеозойских океанов Центральной Азии. *Геология и геофизика*, **35**(7-8), 59-75.
- Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. (2001) Глубинная геодинамика. Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал ГЕО, 409 с.
- Иванов К.С., Иванов С.Н. (1997) Основные проблемы рифея Урала. *Рифей Северной Евразии*. Екатеринбург: УрО РАН, 111-127.
- Иванов С.Н., Краснобаев А.А., Русин А.И. (1982) Докембрий Урала. *Докембрий в фанерозойских складчатых поясах*. Л.: Наука, 81-94.
- Карта глубинного строения земной коры Урала. (1983) Масштаб 1 : 1 000 000. (Гл. ред. Н.Г. Берлянд). ВСЕГЕИ.
- Кейльман Г.А. (1974) Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М.: Недра, 196 с.
- Коротеев В.А., Нечеухин В.М., Сазонов В.Н. (1996) Главные принципы металлогенического районирования и прогнозирования в складчатых системах с позиций плитотектоники. *Металлогения складчатых систем с позиции тектоники плит*. Екатеринбург: УрО РАН, 203-210.
- Краснобаев А.А. (1986) Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 152 с.
- Краснобаев А.А., Нечеухин В.М., Давыдов В.А., Соколов В.В. (1998) Цирконовая геохронология и проблема террейнов Уральской аккреционно-складчатой системы. *Уральский минералогический сборник*, (8). Миасс: ИМин УрО РАН, 196-206.
- Ленных В.И. (1984) Доуралиды зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Урала. *Тектоника и метаморфизм западных зон Урала*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 21-42.
- Мамаев Н.Ф. (1967) Древние толщи Восточно-Уральского мегантиклинория. М.: Наука, 145 с.
- Нечеухин В.М. (2007) Эпикоеанические и эпикратонные палеогеодинамические системы и плитотектоническая металлогения Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии. *Геология Урала и сопредельных территорий*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 40-61.
- Нечеухин В.М., Волчек Е.Н. (2012) Типы аккреционных и коллизионных процессов в орогенных системах Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии. *Литосфера*, (4), 78-90.
- Нечеухин В.М., Волчек Е.Н. (2015) Тектоно-геодинамическое районирование Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии. *Литосфера*, (6), 5-25.
- Нечеухин В.М., Душин В.А., Оловянишников В.Г. (2009) Палеогеодинамические ассоциации и тектоно-геодинамические элементы Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, УГГУ, 158 с.
- Нечеухин В.М., Краснобаев А.А., Соколов В.В. (2000) Террейны древней континентальной коры в аккреционно-коллизионных структурах Урала. *Докл. АН СССР*, **370**(5), 655-657.
- Панков Ю.Д., Нечеухин В.М., Соколов В.В. (1979) Об офиолитовом характере субстрата мигматитов Тараташского комплекса на Южном Урале. *Докл. АН СССР*, **248**(6), 1412-1415.
- Парфенов Л.М., Натапов Л.М., Соколов С.Д., Цуканов Н.В. (1993) Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии. *Геотектоника*, (1), 68-78.
- Пыстин А.М. (1994) Полиметаморфические комплексы западного склона Урала. СПб: Наука, 208 с.
- Пыстин А.М., Пыстина Ю.И. (2001) Модель формирования Уральского сегмента земной коры в раннем протерозое. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН. Сер. "Науч. докл." Вып. 432, 32 с.
- Пыстина Ю.И., Пыстин А.М. (2002) Цирконовая летопись уральского докембрия. Екатеринбург: УрО РАН, 168 с.
- Соболев И.Д. (1969) Краткий очерк тектонического развития. *Геология СССР*, **12**. Пермская, Свердловская, Челябинская, Курганская области. Ч. 1, кн. 2. М.: Недра, 220-240.
- Шпикерман В.И., Горячев Н.А. (1998) Плитотектоническая металлогения складчатых систем аккреционно-го типа. *Металлогения складчатых систем с позиции тектоники плит*. Екатеринбург: УрО РАН, 64-78.
- Howell D.G., Jones D.L., Schermer E.R. (1986) Tectonostratigraphic terranes of the Circum-Pacific region. *Tectonostratigraphic terranes of the Circum-Pacific region: Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources*. Houston, Texas, 3-31.
- Irving E. (1979) Paleopoles and paleolatitudes of North America and speculation about displaced terrains. *Can. J. Earth Sci.*, **16**(3), 669-694.
- Jones D.L., Howell D.G., Coney P.J., Monger J.W.H. (1983) Recognition character and analysis of tectonostratigraphic terranes in western North America. *Advances in Earth and planetary*. Tokyo, 21-35.
- Wilson J.T. (1968) Static or mobil Earth. The current scientific revolution. *Proc. Amer. Phil. Soc.*, **112**, 309-320.

REFERENCES

- Andreichev V.L. (2004a) New data on the Precambrian age of the eclogites of the Maroonkeu block (the Polar Urals). *Geologiya i mineral'nye resursy Evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii* [Geology and mineral resources of the European North-East of Russia.]. Syktyvkar, Geoprint Publ., 71-73. (In Russian)

- Andreichev V.L. (2004b) *Izotopnaya geokhronologiya ul'tramafit-mafitovykh i granitoidnykh assotsiatsii vostochnogo sklona Polyarnogo Urala* [Isotope geochronology of ultramafic-mafic and granitoid associations of the eastern slope of the Polar Urals]. Syktyvkar, Geoprint Publ., 44 p. (In Russian)
- Belkovskii A.I. (2002) Metamorphs of the Taganay and Urengoy Formations of the Taganay-Iremel anticlinorium (Southern Urals). *Terrigennye osadochnye posledovatel'nosti Urala i sopredel'nykh territorii* [Terrigenous sedimentary sequences of the Urals and adjacent territories]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 28-31. (In Russian)
- Berlyand N.G. (1993) *Karta glubinnogo stroeniya zemnoi kory Urala: ob'yasnitel'naya zapiska* [Map of the deep structure of the Earth's crust of the Urals: An explanatory note]. St.Petersburg, VSEGEI Publ., 120 p. (In Russian)
- Byalobzhskii S.G., Goryachev N.A., Shpikerman V.I. (2006) The Yano-Kolyma orogenic belt. *Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii*. Kn. 1. (Ed. A.I. Khanchuk) [Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia. B. 1. (Ed. A.I. Khanchuk)]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 140-144. (In Russian)
- Borukaev Ch.B. (1999) *Slovar'-spravochnik po sovremenoj tektonicheskoi terminologii* [Dictionary-reference on modern tectonic terminology]. Novosibirsk, SO RAN Publ., 70 p. (In Russian)
- Didenko A.N., Mossakovskii A.A., Pecherskii D.M., Ruzhentsev S.V., Samygin S.G. (1994) Geodynamics of the Paleozoic Oceans in Central Asia. *Geol. Geofiz.*, **35**(7-8), 59-75. (In Russian)
- Dobretsov N.L., Kirdyashkin A.G., Kirdyashkin A.A. (2001) *Glubinnaya geodinamika* [Deep geodynamics]. Novosibirsk, SO RAN Publ., Filial GEO, 409 p. (In Russian)
- Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii*. Kn. 1. (Pod red. A.I. Hanchuka) (2006) [Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 572 p. (In Russian)
- Geodinamicheskaya karta Uralo-Timano-Paleoaziatskogo segmenta Evrazii* (V.M. Necheukhin, V.A. Dushin, V.G. Olovyanishnikov). (2009) [Geodynamic map of the Ural-Timan-Paleo-Asiatic segment of Eurasia]. Ekaterinburg, UGGU. (In Russian)
- Getsen V.G. (1975) *Stroenie fundamenta Severnogo Timana i poluostrova Kanin* [The structure of the basement of Northern Timan and the peninsula of Kanin]. Leningrad, Nauka Publ., 44 p. (In Russian)
- Getsen V.G. (1987) *Tektonika Timana* [Tectonics of the Timan]. Leningrad, Nauka Publ., 172 p. (In Russian)
- Glubinnoe stroenie i geodinamika Yuzhnogo Urala (proekt "Uralseis")* [Deep structure and geodynamics of the Southern Urals ("Uralseis" project)]. (2001) Tver', Geos Publ., 288 p. (In Russian)
- Howell D.G., Jones D.L., Schermer E.R. (1986) Tectonostratigraphic terranes of the Circum-Pacific region. *Tectonostratigraphic terranes of the Circum-Pacific region: Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources*. Houston, Texas, 3-31.
- Irving E. (1979) Paleopoles and paleolatitudes of North America and speculation about displaced terrains. *Can. J. Earth Sci.*, **16**(3), 669-694.
- Ivanov K.S., Ivanov S.N. (1997) Main problems of Riphean of the Urals. *Rifei Severnoi Evrazii* [Riphean of Northern Eurasia]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 111-127. (In Russian)
- Ivanov S.N., Krasnobaev A.A., Rusin A.I. (1982) Precambrian of the Urals. *Dokembrii v fanerozoiskikh skladchatykh poyasakh* [Precambrian in the Phanerozoic folded belts]. Leningrad, Nauka Publ., 81-94. (In Russian)
- Jones D.L., Howell D.G., Coney P.J., Monger J.W.H. (1983) Recognition character and analysis of tectonostratigraphic terranes in western North America. *Advances in Earth and planetary*. Tokyo, 21-35.
- Karta glubinnogo stroeniya zemnoi kory Urala* [Map of the deep crust of the Urals]. (1983) Masshtab 1 : 1 000 000 (Ch. editor N.G. Berlyand). St.Petersburg, VSEGEI Publ. (In Russian)
- Keil'man G.A. (1974) *Migmatitovye komplekсы podvizhnykh poyasov* [Migmatitic complexes of mobile belts]. Moscow, Nedra Publ., 196 p. (In Russian)
- Koroteev V.A., Necheukhin V.M., Sazonov V.N. (1996) The main principles of metallogenic zoning and forecasting in folded systems from the positions of plate-tectonics. *Metallogeniya skladchatykh sistem s pozitsii tektoniki plit* [Metallogeny of folded systems from the plate tectonics position]. Ekaterinburg, UrO RAN, 203-210. (In Russian)
- Krasnobaev A.A. (1986) *Tsirkon kak indikator geologicheskikh protsessov* [Zircon as an indicator of geological processes]. Moscow, Nauka Publ., 152 p. (In Russian)
- Krasnobaev A.A., Necheukhin V.M., Davydov V.A., Sokolov V.V. (1998) Zircon geochronology and the problem of terranes of the Ural accretion-fold system. *Ural'skii mineralogicheskii sbornik*, (8). Miass, IMin UrO RAN, 196-206. (In Russian)
- Lennykh V.I. (1984) Preuralids of junction zones of East European platform and the Urals. *Tektonika i metamorfizm zapadnykh zon Urala* [Tectonics and metamorphism of the western zones of the Urals]. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR, 21-42. (In Russian)
- Mamaev N.F. (1967) *Drevnie tolshchi Vostochno-Ural'skogo megantiklinoriya* [Ancient strata of the East Urals meganticlinorium]. Moscow, Nauka Publ., 145 p. (In Russian)
- Necheukhin V.M. (2007) Epiocceanic and epicratonic paleogeodynamic systems and plate-tectonic metallogeny of the Ural-Timan-Paleo-Asiatic segment of Eurasia. *Geologiya Urala i sopredel'nykh territorii* [Geology of the Urals and adjacent territories]. Ekaterinburg, IGG UrO RAN Publ., 40-61. (In Russian)
- Necheukhin V.M., Volchek E.N. (2012) Types of accretion and collision processes in orogenic systems of the Timan-Ural segment of Eurasia. *Litosfera*, (4), 78-90. (In Russian)
- Necheukhin V.M., Volchek E.N. (2015) Tectonic and geodynamic zoning of the Ural-Timan-Paleo-Asiatic segment of Eurasia. *Litosfera*, (6), 5-25. (In Russian)
- Necheukhin V.M., Dushin V.A., Olovyanishnikov V.G. (2009) *Paleogeodinamicheskie assotsiatsii i tektonogeodinamicheskie elementy Uralo-Timano-Paleoaziatskogo segmenta Evrazii* [Paleogeodynamic associations and tectono-geodynamic elements of the Ural-Timan-Paleo-Asiatic segment of Eurasia]. Ekaterinburg, UrO RAN, UGGU Publ., 158 p. (In Russian)
- Necheukhin V.M., Krasnobaev A.A., Sokolov V.B. (2000) The terranes of the ancient continental crust in the ac-

- cretionary collisional structures of the Urals. *Dokl. Akad. Nauk*, **370**(5), 655-657. (In Russian)
- Pankov Yu.D., Necheuhin V.M., Sokolov V.B. (1979) About ophiolite character of the substratum of the Taratash complex migmatites in the Southern Urals. *Dokl. AN SSSR*, **248**(6), 1412-1415.
- Parfenov L.M., Natapov L.M., Sokolov S.D., Tsukanov N.V. (1993) Terrains and accretion tectonics of Northeast Asia. *Geotektonika*, (1), 68-78.
- Pystin A.M. (1994) *Polimetamorficheskie komplekсы zapadnogo sklona Urala* [Polymetamorphic complexes of the western slope of the Urals]. St.Petersburg, Nauka Publ., 208 p. (In Russian)
- Pystin A.M., Pystina Yu.I. (2001) *Model' formirovaniya Ural'skogo segmenta zemnoi kory v rannem proterozoe* ("Nauch. dokl." Komi nauch. centr UrO RAN. Vyp. 432) [Model of formation of the Ural segment of the Earth's crust in the Early Proterozoic. ("Sci. Reports" Proc. Komi Sci. Centre, V. 432)], 32 p. (In Russian)
- Pystina Yu.I., Pystin A.M. (2002) *Tsirkonovaya letopis' ural'skogo dokembriya* [The Zircon Chronicle of the Urals Precambrian]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 168 p. (In Russian)
- Shpikerman V.I., Goryachev N.A. (1998) Plate-tectonic metallogeny of folded systems of accretion type. *Metallogeniya skladchatykh sistem s pozitsii tektoniki plit* [Metallogeny of folded systems from the plate tectonics position]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 64-78. (In Russian)
- Sobolev I.D. (1969) A short essay of tectonic development. *Geologiya SSSR*, **12**. Perm, Sverdlovsk, Chelyabinsk, Kurgan regions. Ch. 1, kn. 2. Moscow, Nedra Publ., 220-240. (In Russian)
- Volchek E.N. (2004) *Geodinamicheskie obstanovki kislogovulkanizma zapadnogo sektora Severa Urala* [Geodynamic conditions of acid volcanism in the western sector of the North of the Urals]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 145 p. (In Russian)
- Wilson J.T. (1968) Static or mobil Earth. The current scientific revolution. *Proc. Amer. Phil. Soc.*, **112**, 309-320.