

ТЕКТОНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ УРАЛО-ТИМАНО-ПАЛЕОАЗИАТСКОГО СЕГМЕНТА ЕВРАЗИИ

© 2015 г. В. М. Нечеухин, Е. Н. Волчек

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, пер. Почтовый, 7
E-mail: volchek@igg.uran.ru*

Поступила в редакцию 26.03.2015 г.

Принята к печати 08.06.2015 г.

Методология геологического районирования орогенных поясов, адекватная мобилистской парадигме, естественным образом должна соответствовать концепции геодинамики при учете положений тектоники литосферных плит. Для этого предлагается методология тектоно-геодинамического районирования. Основу такого районирования составляет выделение зон с ассоциациями однотипных геодинамических режимов и обстановок и их структурных сочетаний при формировании на коре океанического типа и локализации в межплитном положении или на границах тектонических плит как результата горизонтальных перемещений с проявлением процессов аккреции и коллизии. В свою очередь, на коре континентального типа в устойчивых режимах формируются складчатые системы. На этих основах рассматриваются особенности тектоно-геодинамического районирования Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии, приводится общая схема его районирования как пример использования предлагаемой методологии. Сегмент может быть представлен в качестве генотипа орогенных поясов, формирующихся за счет плитотектонической аккреции океанического бассейна по периферии кратона.

Ключевые слова: *ороген, орогенный пояс, геодинамика, тектоника литосферных плит, аккреция, коллизия, плитотектонические циклы, тектоно-геодинамическое районирование, сегмент, сектор, многопокровные структуры, структурные ансамбли.*

ВВЕДЕНИЕ

Научно обоснованное геологическое районирование региональных структур земной коры тесно связано, как правило, с теоретическими представлениями о формировании этих структур и земной коры в целом. С появлением новых взглядов на историю образования земной коры меняются и методологические подходы к геологическому районированию. Это обусловлено основной целью районирования, которая заключается, прежде всего, в использовании его результатов для решения теоретических и практических задач геологии.

Связь методологии геологического районирования с теорией достаточно полно прослеживается на примере геосинклинальной концепции, сформулированной в начале XIX столетия и безраздельно господствовавшей до середины прошлого века. Теоретической основой геологического районирования в рамках этой концепции являлись представления о накоплении геосинклинальных образований в прогибах платформ с последующим вовлечением их в процессы складчатого орогенеза. В ходе этих процессов геосинклинальные отложения участвовали в складчатости с образованием системы чередующихся антиклиналей и синклиналей разно-

го порядка. Эти предполагаемые складчатые структуры и рассматривались в качестве основы геологического районирования.

В применении к Уральскому региону районирование на основе этих представлений изложено в специальном издании (Геология СССР, 1969) и отражено на тектонической карте Урала, изданной под редакцией И.Д. Соболева (Тектоническая карта..., 1976а). Поскольку в карту не включены Тиманская и Печорская структуры, на западе в качестве крайних приняты структуры предгорных синклинальных прогибов и выходы протерозойских образований. Последние объединены в антиклинальные складки Центрального поднятия и его южного продолжения. Восточнее их последовательно выделялись Тагило-Магнитогорский синклинорий и Восточно-Уральское антиклинальное поднятие и далее Восточно-Уральский синклинальный прогиб, а также Зауральское антиклинальное поднятие. Эта схема районирования региона была основной до появления представлений, альтернативных учению о геосинклиналях, которые объединились в принципиально отличную от предыдущей мобилистскую парадигму.

Приложение к Уральскому региону мобилистских взглядов, пришедших в середине прошлого

столетия на смену геосинклинальной концепции, началось с составления тектонической карты на принципах *концепции направленного стадийного развития земной коры в геосинклинальном процессе*, предложенной А.В. Пейве с коллегами (1972). В ее основу был положен процесс преобразования океанической коры в континентальную, который включал океаническую, переходную и континентальную стадии. Соответственно, содержание тектонических карт предлагалось связывать с выделением геосинклинально-складчатых поясов и слагающих их зон с разным временем становления континентальной коры и проявления структурно-вещественных ассоциаций названных стадий, что послужило основой для составления первой в мире тектонической карты под редакцией А.В. Пейве с соавторами, построенной на плейт-тектонической основе (Тектоническая карта..., 1976б). Эти положения позволяли применять их и в методологии регионального районирования.

Дальнейшее последовательное активное развитие мобилистских идей связано, прежде всего, с *концепцией тектоники литосферных плит, или плитотектоники*. В свою очередь, плитотектоника тесно сочетается с геодинамикой и ее разделом – палеогеодинамикой. Задачей последней является реконструкция геодинамических режимов и обстановок, в которых формировались геологические комплексы и структуры, слагающие земную кору и ее структурные образования. Выделение и графическое изображение результатов таких реконструкций положены в основу составления геодинамических карт, что демонстрирует Геодинамическая карта СССР и прилегающих акваторий масштаба 1 : 25 000 000 (1990). Принципы ее построения изложены в 2-томной монографии (Зоненшайн и др., 1990). В пределах Уральского региона на этой карте выделены зоны распространения геологических комплексов, которые, по мнению авторов, характеризуют геодинамические режимы и обстановки, возникающие на границах литосферных плит. Такие зоны образуют основу регионального районирования. Однако дальнейшие исследования не подтвердили ряд геодинамических положений, принятых при составлении этой карты. Прежде всего, это относится к предположению о принадлежности рифейских отложений западного склона Уральского региона к комплексам пассивной палеоокраины. Имеется и ряд других изменений в оценке геодинамической природы протерозойских, палеозойских и мезо-кайнозойских ассоциаций и комплексов.

Дальнейшее развитие представлений о геодинамике Уральского региона и прилегающих к нему территорий Евразийского сегмента связано с привлечением для анализа строения этого сегмента вместе с положениями концепции тектоники литосферных плит также принципов *аккре-*

ционной и аккреционно-коллизийной тектоники (Нечеухин, 1997, 2001). Прежде всего, это относится к части Уральского региона, расположенной восточнее зоны Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР). Вместе с этим наметились признаки участия коллизийных и аккреционных процессов, а также коллажа древних террейнов для рифейского уровня формирования периферии Русской протоплиты. Все это позволяло предполагать, что становление периферии Восточно-Европейского кратона и входящей в его состав Русской протоплиты в верхнем протерозое и палеозое происходило в режиме их разрастания за счет аккреционно-коллизийных приращений структурно-вещественных элементов, примыкавших к кратону палеоокеанических пространств. При этом аккреционно-коллизийным процессам предшествовали крупные горизонтальные перемещения этих структурно-вещественных элементов (продуктов спрединга, островных дуг, краевых поясов и других образований).

Принципиальным вопросом проведенных исследований явилась оценка геодинамической и плитотектонической природы Тиманской структуры и слагающих ее верхнепротерозойских отложений. В более ранних работах образования Тиманского кряжа относились или к накоплениям внутриплатформенного авлакогена, или к структурам внутриплатформенной тектонической активизации (Шатский, 1946; Оффман, 1961). Другими исследователями Тиманский кряж и расположенные к северо-востоку от него выступы верхнепротерозойских пород, вместе с палеозойскими отложениями Печорской впадины, рассматривались в качестве палеоконтинентального сектора, осложненного серией глубинных разломов рифтогенного типа, контролирующих проявления магматизма (Пучков, 1993, 2010; Душин, 1997).

Впервые о принадлежности Тиманского кряжа и выступов верхнепротерозойских отложений к единой Тиманской структуре, отвечающей орогенному поясу, сформировавшемуся за счет накопления верхнепротерозойского океанического бассейна, заявил В.Г. Оловянишников (Гецен) в 1987 г. Им же разработана схема тектонического и регионального районирования, а также предложена геодинамическая модель формирования этой структуры (Оловянишников (Гецен), 1991; и др.).

Таким образом, появились основания к разработке методологии и схемы геологического районирования Уральского региона и прилегающих к нему структурно-вещественных элементов, слагающих Евразийский литосферный сегмент, с позиций мобилистской парадигмы, включающей геодинамическую концепцию и концепцию тектоники литосферных плит при учете принципов аккре-

ции и коллизии. В настоящее время стоит проблема разработки методологии, а также терминологии, адекватной этой парадигме и ее принципам. При этом смена принципов не может предполагать только уточнение или количественное увеличение возрастных и других параметров, характеризующих прежнюю концепцию, как полагают отдельные исследователи (Смирнов и др., 2003)

Геодинамические реконструкции свидетельствуют о том, что в сложении эпикоеанических орогенов основная роль принадлежит аллохтонным структурам типа покровов, покровно-надвиговых, чешуйчато-надвиговых и других структурных элементов. Формирование таких структурных элементов сопровождается деструкцией и существенной, а иногда и полной трансформацией структур, которые отвечали исходным геодинамическим режимам и обстановкам. Все это не позволяет использовать традиционные подходы к выделению и характеристике структурных элементов геодинамических систем, а также к их тектоническому районированию. Принятая тектоническая терминология, особенно в применении к аллохтонным структурам, в которых основная роль принадлежит покровам, надвигам, структурным швам и другим элементам, при этом не может быть использована. Сложности заключаются в характеристике структурных образований, в непрерывных разрезах которых присутствуют одновременно структурные элементы, сложенные ассоциациями разных геодинамических режимов. Очевидно, что в этих случаях имеет место сложное аккреционно-коллизионное сочленение таких элементов. В этом отношении трудно принять за методологическую основу подходы, при которых практически сохраняются структурные элементы, выделявшиеся с позиций геосинклинальной концепции, и используется другая, чаще всего не несущая структурной нагрузки, терминология.

Таким образом, стоит проблема разработки методологии выделения структурных образований и приемов структурного районирования, адекватных отмеченным положениям. Прежде всего, это относится к эпикоеаническим орогенам, к которым принадлежат по большинству критериев верхнепротерозойский Тиманский и палеозойский Уральский орогены.

МЕТОДОЛОГИЯ ТЕКТОНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Комплекс специальных исследований в сочетании с геодинамическими и плитотектоническими реконструкциями явились основанием к выделению в качестве одного из главных элементов земной коры альтернативных геосинклиналям орогенных поясов или орогенов. Вместе с этим орогенные

пояса (орогены) входят в более общее понятие *геодинамической системы*. Под этим термином понимаются региональные структурно-вещественные элементы земной коры, образуемые ассоциациями геодинамических режимов и обстановок разного типа. В общем виде ороген с позиций плитотектонической геодинамики определяется как сложное “складчато-надвигово-покровное горное сооружение” (Современные проблемы..., 2004). Однако такое определение характеризует лишь структурные особенности орогенов. Имеется необходимость привлечь для определения этих структур также их вещественные и другие элементы.

Это особенно важно для орогенов, которые формировались в процессе развития океанических бассейнов в пределах океанической литосферы в межплитном или окраинноплитном пространствах. Представляется, что именно такие горные сооружения целесообразно рассматривать в качестве собственно орогенов, или ортоорогенов. При этом по сумме особенностей для орогенов данного типа можно сформулировать следующее определение: *ороген (орогенный пояс) представляет собой совокупность деформационных (складчато-надвиговых, покровно-надвиговых, чешуйчато-надвиговых и других) структур и структурных ансамблей, разместившихся на месте и (или) на окраине океанического бассейна в результате аккреции к континенту (кратону) либо к ансамблю континентальных блоков – фрагментов геодинамических ассоциаций этих бассейнов*. Орогены с такими особенностями формирования целесообразно обозначать как орогены эпикоеанического типа (эпикоеанические орогены). Другую группу образуют орогены, формирующиеся при столкновении (коллизии) континентальных блоков. Как правило, они не обладают поясовым строением.

Разными авторами приводятся близкие, но несколько различающиеся определения и трактовки формирования орогенов и складчатых поясов (Добрецов и др., 2001; Хаин, Ломизе, 2005; Абрамович, 2009; и др.). Авторы статьи также касались этой проблемы (Нечеухин, 1997).

Как правило, в сложении таких ассоциаций участвуют преимущественно осадочные и вулканогенно-осадочные отложения. Тектонические деформации в виде складчатых и складчато-глыбовых форм обычно накладываются на эти ассоциации после их накопления со значительным разрывом во времени. Так, по современным данным, накопление осадочных отложений в пределах депрессий, осложняющих Канадский щит, происходило в раннем протерозое, а наложение на них деформаций так называемой кадомской складчатости и внедрение анортозитовых массивов по изотопно-геохронологическим определениям относится к позднему протерозою (Хаин, Божко, 1998). Сходные особенности характеризуют соотношения пе-

риодов накопления осадочных отложений и наложенной на них панафриканской складчатости Мозамбикского и ряда других эпиконтинентальных складчатых поясов. В соответствии с особенностями формирования таких поясов для них характерны структуры с автохтонным залеганием.

По данным палеогеодинамических реконструкций, орогены эпикоеанического типа имеют черты сходства со строением современных океанических бассейнов. В частности, они сложены ассоциациями, формировавшимися в геодинамических обстановках океанических бассейнов и их периферийных частях на коре океанического или переходного типа. К наиболее значимым индикаторам этих обстановок относятся прежде всего офиолитовые ассоциации, а также ассоциации энсиматических островных дуг или их аналогов. Структурное становление таких ассоциаций, как свидетельствуют материалы палеомагнитных исследований и фацально-формационных сопоставлений, сопровождалось существенными перемещениями от места своего образования к периферии кратонов в условиях аккреции и коллизии. Соответственно, для них характерны структуры с аллохтонным залеганием. В свете всего отмеченного орогенные системы или орогены по своему структурному положению представляют собой межплитные или окраинноплитные геодинамические системы планетарного или трансрегионального характера, которые образуются за счет аккреционного и аккреционно-коллизийного сгущивания тектонических блоков океанического и континентального происхождения на границах литосферных плит или их фрагментов. Их составными элементами могут являться вовлеченные в структуру этого сооружения периферии краевых частей литосферных плит с доаккреционными ассоциациями и продуктами взаимодействия этих плит в обстановках пассивных и активных окраин и коллизии, а также фрагменты деструкции других литосферных плит в виде экзотических террейнов.

Другой фактор методологии тектоно-геодинамического районирования связан с выделением и оконтуриванием в пределах орогенных поясов зон и площадей, сложенных геологическими комплексами и ассоциациями однотипных геодинамических режимов и обстановок или их комбинаций. В частности, по данным геодинамических реконструкций, в сложении характеризуемого сегмента в качестве главных элементов могут участвовать геодинамические ассоциации и комплексы, которые по своим параметрам сопоставимы с комплексами режима океанического спрединга и по составу отвечают офиолитовым ассоциациям. Большое значение имеют ассоциации субдукционных обстановок, представленные комплексами островодужного типа и комплексами краевых вулкано-интрузивных поясов. При этом островодужные комплексы име-

ют энсиматический профиль и могут сопровождаться образованиями задуговых и междугловых палеобассейнов, а комплексы краевых поясов – накоплениями фронтальных и тыловых депрессий. Кроме отмеченных, в меньших объемах выделяются комплексы других геодинамических обстановок, например синколлизийных и надшовных депрессий и др.

Материалы геодинамических реконструкций геологических комплексов, участвующих в сложении эпикоеанических орогенов, свидетельствуют о том, что их формирование связано в основной части с геодинамическими режимами и обстановками океанических палеобассейнов и их периферии. Соответственно, второе действие при геологическом районировании этого типа орогенов должно быть связано с выделением зон, сложенных ассоциациями, относящимися к однотипным геодинамическим режимам и обстановкам, или их сочетаниям.

По данным изучения геологии современных океанов, в качестве их главных структурных образований можно выделить: 1) океанические плиты, 2) спрединговые срединно-океанические хребты и долины, 3) трансформные разломы, 4) вулканические и вулканотектонические поднятия, в том числе аккумулятивные типа островных дуг, 5) задуговые депрессии и окраинные желоба, 6) вулканические горы, связанные с “горячими точками” (Пущаровский, 2004; и др.). Такие структурные образования сопровождаются, как правило, геологическими комплексами и формациями, которые являются индикаторами соответствующих геодинамических режимов и обстановок. В современных океанах и океанических бассейнах исходные (первичные океанические) структурные образования и сопровождающие их геологические формации и комплексы в своем размещении контролируются строением этих океанов и бассейнов.

Однако в структуре орогенных поясов эпикоеанического типа этот контроль нарушается, что реконструируется как в поясах палеозойского и мезозойского времени, так и в более молодых и современных поясах. На периферии Тихого океана прослежена значительная часть этапов этой трансформации и возникновение новых структурных взаимоотношений (Аккреционная тектоника..., 1993; Гранник, 2013; Симаненко и др., 2010; Коваленко, 2010; и др.). Такие сложные трансформации, возникающие при структурном становлении орогенных поясов по периферии континентов, связываются с процессами аккреции и коллизии.

Соответственно, продолжение дальнейших действий по геологическому районированию связывается с учетом проявления в становлении эпикоеанических орогенных поясов процессов аккреции и коллизии, что сопровождается деструкцией и существенной, а иногда и полной трансформацией тех структур, которые отвечали исходным

геодинамическим режимам и обстановкам. В соответствии с этим предлагается при геологическом районировании эпиконтинентальных орогенных поясов использовать методику, которая предполагает выделение тектоно-геодинамических элементов и их сочетаний. При этом под термином тектоно-геодинамический элемент понимается, прежде всего, единичное структурное образование, сложенное комплексом пород определенного геодинамического режима или обстановки (покров океанической коры, тектонический блок, террейн и др.). Другим типом такого элемента может являться структурная единица, представляющая элемент конкретной геодинамической обстановки (надвиг, сдвиг, шов и др.).

Сочетания таких единиц дадут основание к выделению структурных ансамблей, а также структурно-геодинамических сегментов, мегазон и зон. Объединение этих единиц в более крупные структурные подразделения могут быть положены в основу выделения орогенов, орогенических поясов и других региональных структур земной коры, в том числе фрагментов континентальных палеоплит. Предлагаемое понятие тектоно-геодинамического элемента может быть использовано, вероятно, и при характеристике автохтонных структурных образований. При этом предлагается геодинамическую природу как отдельных единиц (покров, надвиг, аккреционный шов и т.д.), так и их ансамблей разного иерархического положения (поднятие, синформа, антиформа, и др.) отразить отдельным прилагательным термином.

Сложности тектонического анализа систем и геодинамических орогенных поясов эпиконтинентального типа, формировавшихся в условиях широкого проявления аккреционных и коллизионных процессов, стали основанием к предложению методологии выделения тектоно-геодинамических элементов и структурных ансамблей. Методология базируется на выделении структурных образований разных порядков с учетом их геодинамического выполнения. При таком подходе появляется возможность структурного анализа зон, как сложенных единичными тектоно-геодинамическими единицами (покровами, блоками, литоблоками и т.д.), так и их структурными сочетаниями. В число таких структурных сочетаний могут входить многопокровные структуры, которые образуются тектоно-геодинамическими единицами, выполненными ассоциациями разных геодинамических обстановок.

Особое значение имеют тектоно-геодинамические элементы, получившие обозначение как "структурные ансамбли". Впервые эти элементы были использованы М.Г. Леоновым (1993) при описании структурного строения Южного Тянь-Шаня и других регионов. В характеризуемом регионе такие тектоно-геодинамические элементы вы-

делены в пределах Восточноуральского сегмента и характеризуются участием в их строении террейнов древней континентальной коры и многопокровных структур, сложенных океаническими и островодужными ассоциациями (Нечеухин, 2007).

Существенную роль в сложении орогенных поясов сегмента играют террейны экзотического типа, несущие признаки фрагментов чуждых литосферных плит докембрийского возраста. Реже отмечаются террейны, которые могут быть отнесены к эндотическому типу. По строению выделяются террейны простые и сложные, а также супертеррейны. При этом террейны сложного типа и супертеррейны, а также их композиционные образования могут образовывать отдельные единицы районирования.

Строение линейных зон, слагающих орогенные пояса, может также существенно отличаться по типу наиболее проявленных аллохтонных структур и структурных ансамблей, а также по количеству и составу линейных зон. Этот фактор отражается через выделение структурных сегментов, дополняющих элементы районирования.

Следует отметить, что вовлечение в сложение орогенических систем геодинамических образований континентальных палеоплит, слагающих периферию этих систем, сопровождается, как правило, их тектонической трансформацией. В частности, фрагменты таких палеоплит под влиянием аккреционно-коллизионных процессов, проявляющихся при тектоническом становлении систем, претерпевают крупные глыбовые перемещения. Соответственно, образуются структуры типа региональных и локальных поднятий и выступов, которые выделяются как антиклинальные структуры. Однако при этом внутреннее строение таких поднятий и выступов сохраняет первичные геодинамические элементы их формирования. В основном им отвечают региональные депрессии, локальные грабены и другие структуры. Эти особенности демонстрируют, прежде всего, сейсмоструктурные профили, в частности выполненные в пределах геодинамических систем рассматриваемого сегмента литосферы.

Методология тектоно-геодинамического районирования орогенных поясов (орогенов) эпиконтинентального типа рассматриваемого сегмента литосферы основывается, таким образом, на использовании и учете серии факторов, являясь многофакторной. Это связано со сложностью их формирования. В частности, с участием в их сложении геологических серий, комплексов и формаций, относящихся к разным геодинамическим режимам и обстановкам, отсутствием прямых эволюционных соотношений между ними, проявлением при их формировании процессов аккреции и коллизии и ряда других.

Соответственно, при геологическом районировании сегмента последовательно анализируются

и используются следующие основные факторы: 1) выделение в составе геодинамических систем, участвующих в сложении сегмента, основных типов структурных образований – эпикоеанических орогенных поясов (орогенов) и рифтогенно-деструкционных поясов разной степени деструкции и эпиконтинентальных складчатых образований разного геодинамического происхождения; 2) оконтуривание зоны распространения геологических ассоциаций, принадлежащих геодинамическим режимам и обстановкам океанического палеобассейна и его периферии; 3) выделение структурных элементов аккреции; 4) выделение структурных и вещественных элементов коллизии с расчленением по структурной значимости (межплитные, межорогенные, межзональные, межблоковые) и вещественному выполнению; 5) выделение террейнов древней коры с подразделением по происхождению (экзотические, эндотические), степени континентизации, структурной природе (простые, сложные, супертеррейны), участию в композиционных структурах; 6) выделение и структурно-вещественное районирование постколлизийных эпиплитных структурных образований; 7) структурно-вещественное районирование вовлеченной в ороген периферии древнего континента (кратона).

Предложенная методология тектоно-геодинамического районирования или ее часть может быть использована и для других орогенных поясов и их аналогов, а также районирования сегментов литосферы, формировавшихся в условиях интеграции разновозрастных геодинамических систем.

Как показывают материалы геодинамических палеорекопструкций, в сложении характеризованного сегмента Евразии участвуют Тиманский и Уральский орогенные пояса, характеризующиеся признаками формирования за счет аккреции ассоциаций и комплексов океанических палеобассейнов. При этом образования океанических палеобассейнов и, соответственно, поясов и ассоциирующих с ними других структурных образований относятся к разным возрастным периодам (Волчек, Нечеухин, 2012). Все это явилось основанием для отнесения этих поясов к разным *плитотектоническим циклам*, по крайней мере, по времени закрытия океанических палеобассейнов. В свою очередь, пояса и ассоциирующие с ними структурные образования целесообразно объединить в геодинамические системы как близкие по времени локализации в структуре земной коры и литосферы, рассматривая структурные образования как составные части этих систем. По этим параметрам тектоно-геодинамические элементы неоплиты Западно-Сибирской платформы также объединяются в системы и их составные части.

В соответствии с предложенной методологией в сложении Урало-Тимано-Палеоазиатского

сегмента выделяется последовательно усложняющийся ряд тектоно-геодинамических элементов, их ансамблей и более крупных подразделений. В конечном счете образуется основа тектоно-геодинамического районирования всего литосферного сегмента. При этом общая схема сегмента образуется геодинамическими системами, интегрированными в ходе проявления нескольких плитотектонических циклов (рис. 1). В сложении выделенных геодинамических систем участвуют уже тектоно-геодинамические подразделения низших порядков, которыми в целом и образуется общая схема тектоно-геодинамического районирования сегмента (рис. 2).

СИСТЕМЫ ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКОГО ЦИКЛА

Русская протоплита

Тектоно-геодинамическим элементам, связанным с фрагментами геодинамических систем допалеозойской части Русской протоплиты, соответствуют располагающиеся в западном сегменте *Башкирское эпикратонное поднятие* на Южном Урале и *Кваркушское (Вогульское) эпикратонное поднятие* на Среднем Урале с рифейским депрессионным терригенно-карбонатным и терригенно-сланцевым выполнением. Рифейские серии Башкирского поднятия включают структуры *Машакско-Шатакского* и *Айского внутривулканических грабенов*. Структурно более крупный Машакско-Шатакский грабен располагается на плече *Юрюзанского* и *Зильмердакского синдеструкционных разломов*. В западной части находится локальное *эпикратонное поднятие Кара-Тай*.

На продолжении Кваркушского поднятия на Северном Урале находится *Вогульское эпикратонное поднятие*, которое представляет собой, предположительно, фрагмент Русской протоплиты, вовлеченный в геодинамику формирования и структуру протерозойской коллизионной зоны.

На северном окончании Башкирского поднятия располагаются *Тараташский* и *Уфалейский протоблоки*, несущие признаки террейнов древней континентальной коры экзотического типа. Непосредственно южнее выделяются *Таганайско-Златоустовский* и *Белорецкий прототеррейны*, которые сложены метаморфическими ассоциациями. Прототеррейны располагаются на восточном плече *Кусинско-Копанской сдвигово-раздвиговой (трансформационной) зоны* синколлизионного растяжения и характеризуются автономным строением. Белорецкий и Златоустовский блоки ограничены тектоническими швами, местами несущими высокостепенные ассоциации, что придает им характер древних коллизионных швов. В целом намечается выделе-

ние здесь крупной зоны древнего коллажа и аккреции.

Тиманский орогенный пояс

Пояс включает тектоно-геодинамические элементы, сформировавшиеся в процессе эволюции Протоазиатского океанического бассейна и его периферийных окраин. Принадлежность орогена к эпиокеаническому типу подтверждается участием в его сложении фрагментов офиолитовых ассоциаций с радиологическим возрастом плагиогранитов этой ассоциации 670 млн лет в пределах хр. Енганэ-Пе и других зонах, а также островодужных комплексов. (Scarow et al., 2000). Большая часть орогена перекрыта палеозойскими отложениями, однако выступы его образований, а также материалы бурения и геофизические данные позволяют составить общую схему строения и районирования орогена (рис. 3).

Океаническими и островодужными комплексами слагаются *Оченырдыское, Енганэпейское и Манитанырдыское эпиокеанические поднятия*, а островодужными – *Лекынтальбейский выступ*. В свою очередь, образования окраинно-континентальных поясов осложняют строение допалеозойской периферии Пай-Хойского блока и слагают *Амдерминский и Едунейский выступы надсубдукционного краевого пояса*. В восточной части продукты аккреции океанических комплексов устанавливаются в *Хараматолоуском тектоническом окне* и по периферии Харбейского террейна.

Рис. 1. Геодинамические системы Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии.

1 – выступы Русской протоплиты; 2 – зона прототеррейнов; 3 – Тиманский орогенный пояс; 4–5 – рифтогенные пояса: Талота-Лемвинский (4), Сакмаро-Кракинско-Тирлянский (5); 6 – Суванякский террейн; 7 – Уральский орогенный пояс; 8 – межпоясовая разъединительная аккреционно-коллизонная мегазона; 9 – террейны континентальные экзотические; 10 – синколлизонные предгорные депрессии внешней части палеозойского орогенного пояса; 11–12 – Печорская эпикратонная впадина (11) и ее чехол (12); 13 – Казахстанский ороген.

Fig. 1. The geodynamic systems of the Ural-Timan-Paleoasian segment of Eurasia.

Systems and their main elements: 1 – Russian protoplate benches; 2 – prototerrain zone; 3 – Timan orogene belt; 4–5 – riftogenic belts: 4 – Talota-Lemva, 5 – Sakmara-Kraka-Tirlyan; 6 – Suvanyak terrain; 7 – Uralian orogenic belt; 8 – interbelt separating accretion-collision megazone; 9 – continental exotic terrains; 10 – syncollisional submountain depressions of the Paleozoic orogene belt outer part; 11, 12 – Pechora epicraton basin (11) and its cover (12); 13 – Kazakhstan orogene.

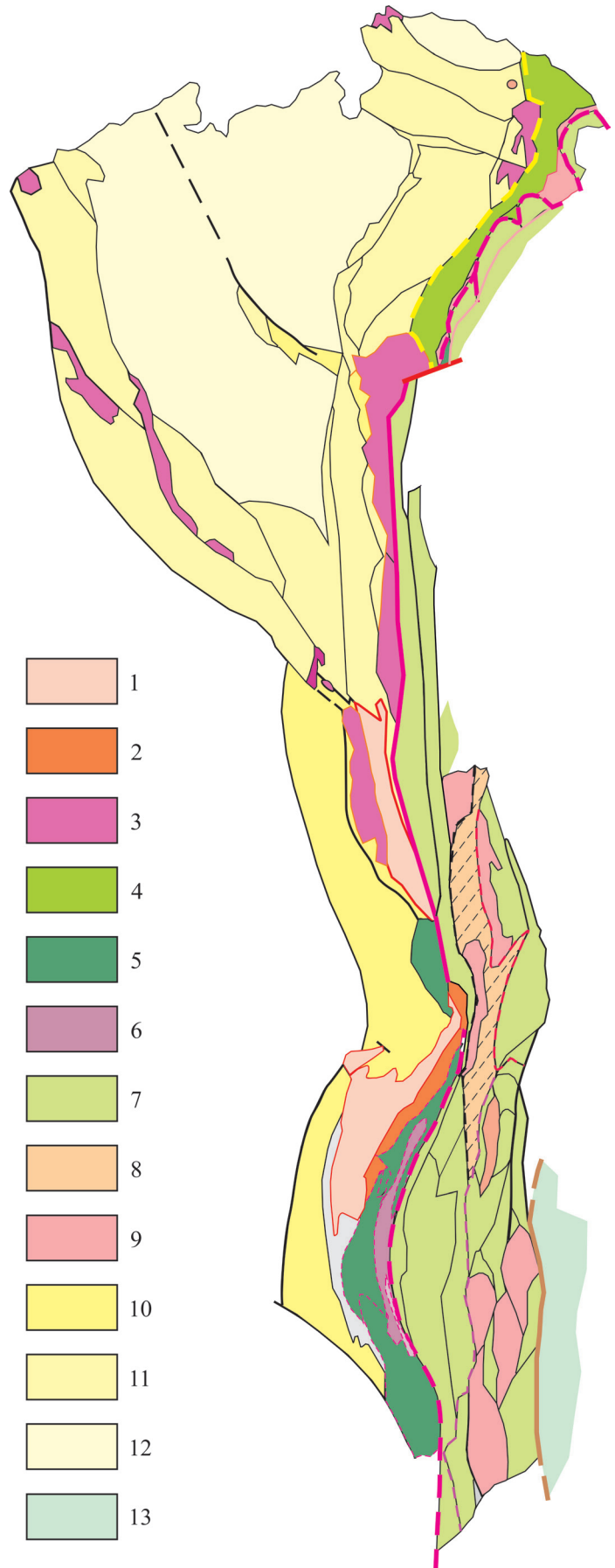




Рис. 2. Схема тектоно-геодинамического районирования геодинамических систем Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии.

Комплексы и ассоциации выполнения структурных элементов геодинамических систем.

Протократон: 1 – комплексы депрессий: гравелит-песчаниковые (а), карбонат-песчано-сланцевые (б), песчано-сланцевые (в); 2 – комплексы грабенов: трахиандезитовые (а), базальт-липаритовые (б); 3 – комплексы прототеррейнов: эколит-сланцевые (а), гнейсово-метасланцевые (б), гнейсово-мigmatитовые (в); 4 – комплексы сдвигово-раздвиговых структур: габбровые (а), метаморфические (б). *Рифтогенные пояса:* 5 – вулканогенно-осадочные комплексы внутриплитного рифтогенеза с трахибазальтами (а) и базальтами (б); 6 – щелочно-ультрабазитовые массивы (а) и траппоиды (б); 7 – гарцбургитовые (а) и гарцбургит-лердолитовые (б) комплексы, серпентинитовый меланж (в); 8 – базальт-кремнистые (а) и островодужные вулканогенные комплексы (б); 9 – вулканогенно-кремнисто-сланцевые (а) и вулканогенно-терригенные (б) комплексы рифтогенных раздвигов; 10 – оливинитовые габбро (а) и вулканомиктовые песчаники надшовных депрессий (б). *Орогенные пояса:* 11 – сутуры с офиолитовыми ассоциациями (а) и океанические базальты (б); 12 – конгломерат-песчаниковые (а) и песчано-сланцевые (б) комплексы пассивной протоокраины; 13 – островодужные вулканы (а), вулканогенно-интрузивные комплексы активной протоокраины (б), вулканы и интрузии (в) синколлизийных ареалов; 14 – метаморфиты основания (а) и осадочный чехол (б) террейнов; 15 – терригенные (а) и сланцевые (б) отложения протерозойских краевых прогибов; 16 – ультрабазиты (а) и габбро (б) офиолитовых ассоциаций; 17 – океанические базальты (а) и вулканогенные комплексы разных режимов в покровах (б); 18 – островодужные вулканогенные комплексы ордовика (а), силура (б), среднего девона (в) и среднего-верхнего девона (г); 19 – междугорные вулканомиктовые отложения (а) и постдуговые гранитные интрузии (б); 20 – вулканы (а) и интрузии (б) вулканогенно-интрузивных поясов корпоративных окраин; 21 – вулканогенно-осадочные (а) и осадочные (б) комплексы синпоясовых депрессий; 22 – вулканогенные (а) и интрузивные (б) комплексы сдвигово-раздвиговых (транстенсивных) структур; 23 – комплексы площадной аккреции и коллизии (а), вулканические комплексы (б) и интрузии (в) вулканогенно-интрузивных синколлизийных ареалов; 24 – метаморфиты основания (а) и древние блоки (б) террейнов, внутритеррейновые интрузии гранитоидов (в); 25 – гранулит-гнейсовые (а) и гранулит-амфиболитовые (б) комплексы пришовных прототеррейнов; 26 – габбро и диориты (а), плагиограниты и гранитоиды (б) полиформационного пояса, щелочные вулканы коллизии (в); 27 – дунитовые и дунит-клинопироксенитовые массивы (а) и полимиктовые тектониты главного коллизийного шва (б); 28 – терригенно-сланцевые раннепалеозойские (а) и карбонатно-песчано-сланцевые среднепалеозойские (б) отложения и песчано-угленосно-сланцевые накопления (в) депрессий и чехла террейнов их ансамблей; 29 – метаморфиты (а) и ультрабазиты (б) межорогенной коллизийной зоны казахстанид; 30 – базальты (а) и вулканогенно-интрузивные комплексы (б) активных окраин казахстанид. *Эпикратонная впадина:* 31 – конгломерат-гравелитовые (а) и карбонат-кремнисто-глинистые (б) комплексы деструкции; 32 – кремнисто-сланцевые (а) и карбонатные (б) отложения; 33 – терригенно-карбонатные отложения (а) и базальт-габбровые комплексы (б) ранней активизации; 34 – песчано-аргиллистые отложения (а) и траппоиды (б); 35 – песчано-карбонатные (а) и песчано-гипс-ангидритовые (б) комплексы; 36 – осадочные отложения чехла мезозойские (а) и кайнозойские (б). *Неоплита:* 37 – осадочно-вулканогенные (а) и осадочные (б) отложения грабенов и впадин. *Геодинамические структурные элементы:* 38 – межорогенные коллизийные швы (а) и Трансуральский коллизийный шов (б); 39 – межпоясовые (а) и межсегментные (б) коллизийные и аккреционно-коллизийные швы; 40 – швы аккреции протерозойских (а) и палеозойских (б) комплексов; 41 – межтеррейновые (а) и притеррейновые (б) аккреционно-коллизийные швы; 42 – аккреционно-коллизийные швы границ сложных структурных ансамблей (а) и границ покровов и литоблоков (б); 43 – региональные надвиги зон скупивания (а) и межзональные аккреционно-коллизийные швы под более поздними отложениями (б); 44 – сдвигово-раздвиговые структуры (а) и синсдвиговые деформации протерозойской коллизии (б).

Тектоно-геодинамическое районирование.

I–II – системы верхнепротерозойского плитотектонического цикла.

Фрагменты выступов Русской протоплиты (I). Эпикратонные поднятия депрессионного выполнения: I₁ – Башкирское, I₂ – Кваркушское, I₃ – Каратауское; внутридепрессионные грабены: I₄ – Машакско-Шатакский, I₅ – Айский. Прототеррейны и протоблоки: I₆ – Таганайско-Златоустовский, I₇ – Белорецкий, I₈ – Тараташский, I₉ – Уфалейский; I₁₀ – Кусинско-Копанская сдвигово-раздвиговая (транстенсивная) зона.

Тиманский орогенный пояс (II). Поднятия и выступы океанических и островодужных ассоциаций: II₁ – Очелындское, II₂ – Манитаньдское и Енгапайское. Выступы ассоциаций пассивной протоокраины: II₃ – Канин камень, II₄ – Четлаский и Цильменский камень, II₅ – Вымская гряда и Очапара, II₆ – Вогульский выступ, II₇ – Полудов край и Колчимский выступ. Выступы ассоциаций надсубдукционного пояса активной континентальной окраины: II₈ – Амдерминский, II₉ – Едунейский. Выступы террейнов и ареалов межтеррейновой коллизии: II₁₀ – Кожимский, II₁₁ – Маньхамбовский. Депрессии синколлизийного краевого прогиба: II₁₂ – Серебрянская, II₁₃ – Сыльвицкая.

III–VII – системы палеозойского плитотектонического цикла.

Талота-Пайпудын-Лемвинский рифтогенно-эпикратонный пояс (III): III₁ – Талота-Пайпудынская и III₂ – Лемвинская покровно-складчатые зоны, III₃ – Нундерминский эпикратонный выступ.

Сакмаро-Кракинско-Тирлянский рифтогенно-орогенный пояс (IV): IV₁ – Сакмаро-Косистекская и IV₂ – Кракинская покровно-складчатые зоны, IV₃ – Тирлянская рифтогенно-деструктивная зона, IV₄ – Присакмаро-Вознесенская зона полиэтапной аккреции и скупивания, IV₅ – Суванянский и IV₆ – Максютковский перемещенные эпикратонные блоки, IV₇ – Зилаирская надшовная депрессия; IV₈ – Бардымская покровно-складчатая орогенная зона.

Уральская орогенная система (V): Полярноуральский аккреционный сегмент: V₁ – Щучинская и V₂ – Войкарско-Сыньинская покровно-надвиговые зоны океанических ассоциаций, V₃ – Войкарский надсубдуктивный пояс, V₄ – Харбейский континентальный терреин, V₅ – полярноуральский сегмент Трансуральского межплитного шва, V₆ – Марункеуский, V₇ – Хордьянский и V₈ – Неркаюский пришовные террейны. *Тазильский (Средне-Североуральский) аккреционный сегмент:* V₉ – Западнотагильская и V₁₀ – Восточнотагильская аккреционные зоны островодужных ассоциаций, V₁₁ – Туринский надсубдуктивный пояс, V₁₂ – Присалдинский аккреционный шов, V₁₃ – Туринская надшовная депрессия, V₁₄ – среднеуральский сегмент Трансуральского межплитного шва; V₁₅ – пришовная зона полимиктовых тектонитов, V₁₆ – Серверосыньинская внутриплитная депрессия. *Южноуральский аккреционно-коллизийный сегмент.* Западномагнитогорская аккреционная мегазона: V₁₇ – Ирендыкско-Баймакская и V₁₈ – Учалинско-Сибайско-Гайская зоны островодужных ассоциаций, V₁₉ – Западномугоджарская аккреционная зона океанических и островодужных ассоциаций, V₂₀ – межзональный аккреционно-коллизийный шов; V₂₁ – Южноуральский сегмент Трансуральского межплитного коллизийного шва.

Восточномагнитогорская аккреционная мезагона: V₂₂ – Верхнеуральская и V₂₃ – Домбаровская аккреционные зоны островодужных ассоциаций. *Восточный аккреционно-коллизивно-покровный сегмент:* V₂₄ – Режевская и V₂₅ – Муслумовско-Султановская многопокровные зоны океанических и островодужных ассоциаций, V₂₆ – Алапаевско-Теченский надсубдукционный пояс; *Восточноуральский аккреционно-блоковый сегмент:* V₂₇ – Джусинская, V₂₈ – Киёмбаевская, V₂₉ – Карталинская, V₃₀ – Еманжелинская, V₃₁ – Шевченко-Джетыгоринская и V₃₂ – Аккермановско-Светлинская многопокровные зоны океанических и островодужных ассоциаций; V₃₃ – Адамовский, V₃₄ – Мугоджарский, V₃₅ – Талдыкский, V₃₆ – Тастыбутакский, V₃₇ – Мариинский, V₃₈ – Качкарский террейны докембрийской континентальной коры с внутритеррейновыми массивами гранитных плутонов; V₃₉ – Джабыкско-Суундукская и V₄₀ – Качкарская зона перекрытых палеозойским чехлом террейнов докембрийской континентальной коры и внутритеррейновых гранитных плутонов, V₄₁ – Кайрактинский синколлизивный межтеррейновый вулкан-интрузивный пояс; V₄₂ – Карабутакский и V₄₃ – Тастыбутакский межтеррейновые аккреционно-коллизивные швы. *Пышминско-Сухтелинская мезагона межсегментной аккреции и коллизии:* V₄₄ – Пышминско-Чебаркульская и V₄₅ – Чебаркульско-Сухтелинская зоны аккреции океанических и островодужных ассоциаций и синколлизивных комплексов, V₄₆ – Муслумовский аккреционно-коллизивный шов, V₄₇ – Салдинский, V₄₈ – Адуйско-Мурзинский и V₄₉ – Ильменогорско-Сысертский террейны древней континентальной коры. *Зоны синколлизивных сдвигово-раздвиговых (транстенсивных) ассоциаций:* V₅₀ – Центрально-Магнитогорская, V₅₁ – Брединско-Тогузакская, V₅₂ – Иргизская. *Впадины синколлизивного предгорного прогиба:* V₅₃ – Соликамская, V₅₄ – Актюбинская. *Печорская эпиконтинентальная впадина (VI):* VI₁ – Прикожимская зона рифтогенно-грабеновых депрессий, VI₂ – Илычевско-Печорская покровно-надвиговая зона, VI₃ – покровно-надвиговые поднятия гряды Чернышева и гряды Чернова, VI₄ – Колвинское покровно-надвиговое поднятие, VI₅–VI₈ – Надтиманская (VI₅), Притиманская (VI₆), Косью-Роговская (VI₇) и Кортаихинская (VI₈) впадины, VI₉ – Пайхойский выступ, VI₁₀ – Большеземельская и VI₁₁ – Печорская депрессии неочехла. *Казахстанская орогенная система (VII):* VII₁ – Троицко-Денисовская зона межорогенной аккреции и коллизии, VII₂ – Троицко-Бурукталинский шов межорогенной коллизии, VII₃ – Валерьяновский надсубдукционный краевой пояс. *Система мезозой-кайнозойского плитотектонического цикла (VIII):* VIII₁ – Челябинско-Еманжелинский грабен, VIII₂ – зона Прикарских лениментов резонансного рифтогенеза, VIII₃ – Орская депрессия, VIII₄ – чехол Восточно-Европейской и VIII₅ – Западно-Сибирской платформ.

Fig. 2. Scheme of zoning of the Eurasian Ural-Timan-Paleoasian segment's geodynamical systems.

Complexes and associations which fill up the structural element of geodynamical system.

Protocraton: 1 – complexes of interplate depressions: gravellite-sandy(a), carbonate sandy-shaly (б) and sandy-shaly (в); 2 – graben complexes: trachandesite (a) and basalt-liparite (б); 3 – prototerrain complexes: echlogite-schist (a), gneiss-metaschist (б) and gneiss-migmatite (в); 4 – complexes of strike-slip-extension structures: gabbro(a) and metamorphic (б). *Riftogenic belts:* 5 – volcanogenic-sediment complexes of intraplate rifting with trachibasalts (a) and basalts (б); 6 – alkaline ultrabasite massifs (a) and trappoids (б); 7 – harzburgite (a) and harzburgite-lherzolite (б) complexes and serpentinite mélange (в); 8 – basalt-cherty (a) and island-arc volcanogenic complexes (б); 9 – volcanogenic-cherty-schist (a) and volcanogenic-terrigenous (б) complexes of riftogenic extensions; 10 – olivine gabbro(a) and volcanogenic sandstones of supra-sutural depressions (б). *Orogenic belts:* 11 – sutures with ophiolite associations (a) and oceanic basalts (б); 12 – conglomerate-sandy (a) and sandy-shaly (б) complexes of passive protomargin; 13 – island-arc volcanites (a), volcanogenic-intrusive complexes of active protomargin (б), volcanites and intrusions (в) of syncolisional areals; 14 – metamorphites of basement (a) and the terrain sedimentary cover (б); 15 – terrigenous (a) and schist (б) deposits of Proterozoic foredeeps; 16 – ultrabasites (a) and gabbro of ophiolite associations (б); 17 – oceanic basalts (a) and volcanogenic complexes of different regimes in covers (б); 18 – island-arc volcanogenic complexes of Ordovician (a), Silurian (б), Middle Devonian (в), Middle-Upper Devonian (r); 19 – interarc volcanic deposits (a) and post-arc granite intrusions (б); 20 – volcanites (a) and intrusions (б) of volcano-intrusive belts of corporative margins; 21 – volcanogenic-sedimentary (a) and sedimentary (б) complexes of syn-belted depressions; 22 – volcanogenic (a) and intrusive (б) complexes of strike-slip-transpressive structures; 23 – complexes of areal accretion and collision (a), volcanic complexes (б) and intrusions (в) of volcanic-intrusive syncolisional areals; 24 – metarocks of basement (a) and ancient blocks (б) of terrains, granitoid intraterrain intrusions (в); 25 – granulite-gneiss (a) and granulite-amphibolite (б) complexes of suture-line prototerrains; 26 – gabbro and diorites (a), plagiogranites and granitoids (б) of polyformational belt, collision alkaline volcanites (в); 27 – dunite and dunite-clinopyroxenite massifs (a) and polymictic tectonites of the main collisional suture (б); 28 – terrigene-schist early Paleozoic (a) and carbonate-sandy-schist middle Paleozoic (б) deposits and sandy-coal-bearing-shaly accumulations (в) of depressions and terrain cover of their ensembles; 29 – metamorphites (a) and ultrabasites (б) of interogenic collisional kazakhstanide zone; 30 – basalts (a) and volcanogenic intrusive complexes of kazakhstanide active margins (б). *Epicraton depression:* 31 – conglomerate-gritstone (a) and carbonate-cherty-clayey (б) destruction complexes; 32 – cherty-shaly (a) and carbonate (б) deposits; 33 – terrigene-carbonate deposits (a) and basalt-gabbro complexes (б) of early activation; 34 – sandy-argillite deposits (a) and trappoids (б); 35 – sandy-carbonate (a) and sandy-gypsum-anhydrite (б) complexes; 36 – the cover sedimentary deposits: Mesozoic (a) and Cenozoic (б). *Neoplate:* 37 – sedimentary-volcanogenic (a) and sedimentary (б) deposits of graben, depressions. *Geodynamical structure elements:* 38 – inter-orogenic collisional sutures (a) and Transuralian collisional suture (б); 39 – interbelt (a) and intersegmental (б) collisional and accretion-collisional sutures; 40 – Proterozoic (a) and Paleozoic (б) complex accretion sutures; 41 – interterrain (a) and subterrain (б) accretion-collisional sutures; 42 – accretion-collisional sutures of complex structural ensembles (a) and cover and lithoblock boundaries (б); 43 – regional thrusts of piling zones (a) and interzonal accretion-collisional sutures under later deposits (б); 44 – strike-slip-extension structures (a) and synstrike-slip deformations of Proterozoic collision (б).

Tectonic-geodynamical zoning.

I–II – Upper Proterozoic plate-tectonic cycle systems.

Fragments of Russian protoplate benches (I). Epicraton uplifts of depression filling: I₁ – Bashkirian, I₂ – Kvarkush, I₃ – Karatau; innerdepressional grabens: I₄ – Mashak-Shatak, I₅ – Ajj. Prototerrains and protoblocks: I₆ – Taganai-Zlatoust, I₇ – Beloretsk, I₈ – Taratash, I₉ – Ufalei, I₁₀ – Kusa-Kopan strike-slip-extension (transpressive) zone.

The Timan orogenic belt (II). Uplifts and benches of oceanic and island-arc associations: II₁ – Ochenyrd, II₂ – Manitanyrd and Eyngannape. Benches of passive protomargin associations: II₃ – Kanin Kamen', II₄ – Chetlas and Tsilma Kamen, II₅ – Vyma range and Ochparma, II₆ – Vogul bench, II₇ – Poljudov ridge and Kolchim bench. Benches of suprasubductional belt associations of active continental margin: II₈ – Amderma, II₉ – Eduneisky. Benches of inter-terrain collision areals: II₁₀ – Kozhim, II₁₁ – Man'khamba.

Depressions of syncollisional marginal trough: II₁₂ – Serebryanka, II₁₃ – Silvitsa.

III–VII – Paleozoic plate-tectonic cycle systems.

Talota-Paipudyn-Lemva riftogenic-epicratonic belt (III): III₁ – Talota-Paipudyn and III₂ – Lemva cover-folded zones, III₃ – Nunderma epicratonic bench.

Sakmara-Kraka-Tirlyan riftogen-orogenic belt (IV): IV₁ – Sakmara-Kosistek and IV₂ – Kraka cover-folded zones, IV₃ – Tirlyan riftogen-destructive zone, IV₄ – Prisakmara-Voznesenka zone of polystage accretion and piling up, IV₅ – Suvanyak and IV₆ – Maksyut dislocated epicratonic blocks, IV₇ – Zilair suprasutural depression, IV₈ – Bardym cover-folded orogenic zone.

Uralian-orogenic system (V): Subarctic accretional segment: V₁ – Schuchja and V₂ – Voikar-Synya cover-overthrust zones of oceanic associations, V₃ – Voikar supersubductive belt, V₄ – Kharbei continental terrain, V₅ – Transuralian interplate suture's subarctic segment, V₆ – Marunkeuisky, V₇ – Khordyusky and V₈ – Nerkayus suture-line terrains. *Tagil (Middle-North Uralian) accretional segment*: V₉ – West-Tagilian and V₁₀ – East-Tagilian accretional zones of island-arc associations, V₁₁ – Turinsk supersubductive belt, V₁₂ – Prisdal accretional suture, V₁₃ – Turyinsk supersutural depression, V₁₄ – Middle-Uralian segment of Transuralian interplate suture, V₁₅ – suture-line zone of polymictic tectonites, V₁₆ – North-Sos'va interplate depression. *The South-Urals accretion-collisional segment*: West-Magnitogorsk accretional megazone: V₁₇ – Irendik-Baimak and V₁₈ – Uchaly-Sibai-Gai zones of island-arc associations, V₁₉ – West-Mugodzharian accretional zone of oceanic and island-arc associations, V₂₀ – interzonal accretion-collision suture, V₂₁ – South-Urals segment of Transuralian interplate collisional suture. *East-Magnitogorsk accretional megazone*: V₂₂ – Verkhneural'sk and V₂₃ – Dombrovka accretional zones of island-arc associations. *Eastern accretion-collision-cover segment*: V₂₄ – Rezh and V₂₅ – Muslyumovo-Sultanovo multi-cover zones of oceanic and island-arc associations, V₂₆ – Alapaevsk-Techa supersubductional belt; East-Uralian accretional-block segment: V₂₇ – Dzhusa, V₂₈ – Kiembaevo, V₂₉ – Kartaly, V₃₀ – Emanzhelinsk, V₃₁ – Shevchenko-Dzhetygara and V₃₂ – Akkermanovo-Svetloye multi-cover zones of oceanic and island-arc associations, V₃₃ – Adamovka, V₃₄ – Mugodzhary, V₃₅ – Taldyk, V₃₆ – Tastybutak, V₃₇ – Mariinsk, V₃₈ – Kachkar terrains of Precambrian continental crust with interterrain massifs of granite plutons; V₃₉ – Dzhabayk-Suunduk and V₄₀ – Kachkar zones of Precambrian terrains of continental crust and interterrain granite plutons overlapped by Paleozoic cover, V₄₁ – Kairakty syncolisional interterrain volcano-intrusive belt, V₄₂ – Karabutak and V₄₃ – Tastybutak interterrain accretion-collisional sutures. *Pyshma-Sukhtelinsk megazone of intersegment accretion and collision*: V₄₄ – Pyshma-Chebarkul' and V₄₅ – Chebarkul'-Sukhtelinsk zones of accretion of oceanic and island-arc associations and syncollisional complexes, V₄₆ – Muslumovo accretion-collisional suture, V₄₇ – Salda, V₄₈ – Adui-Murzinka and V₄₉ – Ilmenogorsk-Sisert' terrains of ancient continental crust. *Zones of syncollisional strike-slip-extension (transtensive) associations*: V₅₀ – Central-Magnitogorsk, V₅₁ – Bredy-Togyzak, V₅₂ – Irgiz. *Syncollisional submountain basins*: V₅₃ – Solikamsk, V₅₄ – Aktubinsk.

Pechora epicontinental basin (VI): VI₁ – Near-Kozhim zone of riftogenic-graben depressions, VI₂ – Ilych-Pechora cover-overthrust zone, VI₃ – cover-overthrust uplifts of the Chernishov and the Chernov ranges, VI₄ – Kolvinskoye cover-overthrust uplift, VI₅–VI₈ – Over-Timan (VI₅), Near-Timan (VI₆), Kosyu-Rogovka (VI₇) and Korotaiha (VI₈) basins, VI₉ – Pai-Khoi bench, VI₁₀ – Bolshezemelskaya and VI₁₁ – Pechora neocover depressions.

Kazakhstan orogene system (VII): VII₁ – Troitsk-Denisovka zone of orogenic accretion and collision, VII₂ – Troitsk-Buruktal suture of interorogene collision, VII₃ – Valeryanovka supersubductional margin belt.

Mesozoic-Cenozoic plate-tectonic cycle systems (VIII): VIII₁ – Chelyabinsk-Yemanzhelinsk graben, VIII₂ – zone of Near-Karsk leniements of resonance riftogenesis, VIII₃ – Orsk depression, East-European (VIII₄) and West-Siberian (VIII₅) platform covers.

В отдельную группу выделяются тектоно-геодинамические элементы Тимано-Канинской зоны, которые в плитотектоническом отношении соответствуют структурам, связанным с деформациями отложений верхнепротерозойской пассивной перикратонной окраины системы. Основные структурные элементы зоны проявляются в виде Западно-Тиманского, Центрально-Тиманского и Восточно-Тиманского поясов разломно-надвиговых и сдвигово-надвиговых дислокации. Вдоль таких дислокаций локализовались крупные тектонические выступы *Канина камня, Цильменского камня, Четласского камня*, а также *Вымской гряды, Очпарма и Джежим-парма*, сложенных как комплексами западных терригенно-карбонатных, так и восточных терригенно-сланцевых фациальных разностей. В пределах выступов выделяются структурные образования низших порядков, представляющие собой по сути крупные тектонические пластины и покровно-надвиговые структуры северо-восточного падения. Контакты между ними обычно тектонические и представлены надвигами и взбросо-надвигами, а в сложении преобладают моноклинальные структуры и линейные складки. На юго-восточном продолжении этих структур распо-

лагаются поднятия *Полюдова кряжа и Колчимского выступа*. По юго-западной периферии Тимано-Канинской зоны и орогенной системы в целом выделяется структура предгорного прогиба, которая прослеживается в пределы Кваркушского поднятия в виде *Серебрянской и Сылвицкой депрессий*.

Полоса выходов дорифейских и рифейских образований, относимых в традиционных схемах к северной части Центрально-Уральского поднятия, складывается тектоно-геодинамическими элементами докембрийского коллажа террейнов древней коры и межтеррейновой коллизии. Наличие в пределах поднятия линейных структур северо-западного простирания позволяет наметить здесь присутствие крупных блоков, которые отвечают выступам периферии древних террейнов, осложненных ареалами синколлизионного магматизма. Выходам периферийных частей террейнов соответствуют *Кожимское и Маньхамбовское поднятия* с доколлагным и синколлизионным выполнением. Их строение подчеркивается ареальным распространением рифейско-вендских синколлизионных вулкано-интрузивных ассоциаций. К наиболее крупным относятся *Маньхамбо-Ильязский, Малопатокский и Кожимский вулканоплутонические ареалы*.

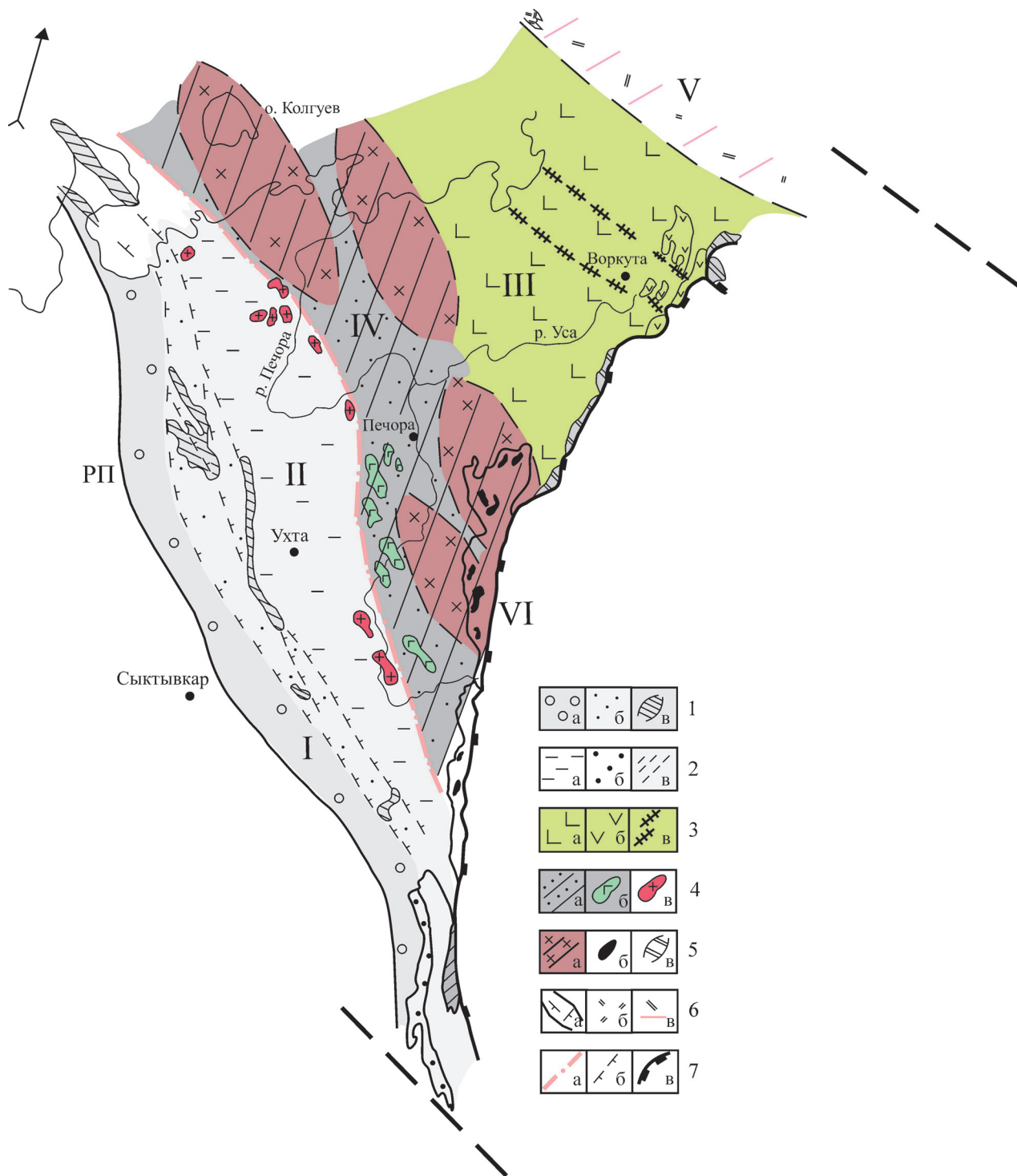


Рис. 3. Схема тектоно-геодинамического районирования северо-восточного сегмента Тиманского орогена.

Тектоно-геодинамические подразделения: I – Западнотиманская покровно-надвиговая мегазона пассивной перикратонной окраины; II – Ижемская покровно-блоковая мегазона континентального склона; III – Очепырско-Энганапейская мегазона аккреции океанических и островодужных комплексов; IV – Колгуевско-Кожимская коллизионно-покровно-блоковая мегазона; V – фрагмент мегазоны активной континентальной окраины; VI – Уральский ороген. Вещественное наполнение геодинамических элементов: 1 – зона пассивной перикратонной окраины с конгломерат-песчанистыми (а) и песчано-сланцевыми (б) отложениями под палеозойскими накоплениями и на выступах (в); 2 – зона базальт-кремнисто-сланцевых отложений с палеозойскими накоплениями (а) песчано-сланцевых (б) и базальт-карбонат-кремнисто-сланцевых (в) отложений на выступах; 3 – зоны аккреции островодужных комплексов (а) и океанических базальтов (б) с фрагментами офиолитовых ассоциаций древних сутур (в); 4 – зона аккреции базальт-кремнисто-сланцевых отложений (а), синколлизонных массивов габбро (б) и гранитоидов (в); 5 – блоки синоктических прототеррейнов; 6 – выступы комплексов вулкано-

Коллизионному шву соответствует, по-видимому, полоса северо-западных деформаций, вдоль которой локализуется цепочка интрузий Малопаатокского ареала и сопровождающих их вулканогенных пород. Юго-западная граница коллажа террейнов проводится по перекрытой полосе *Притиманского коллизионного шва*.

СИСТЕМЫ ПАЛЕОЗОЙСКОГО ЦИКЛА

Во фронтальной части Трансуральского коллизионного шва, как показано ранее, выделяются структурные зоны, сложенные палеозойскими комплексами эпиконтинентальных и эпикоеанических палеобассейнов. При замыкании палеобассейнов слагавшие их ассоциации претерпели структурные деформации преимущественно покровно-складчатого и надвигового характера. В то же время здесь практически не проявились аккреционно-коллизионные процессы, которые характеризуют орогены. Соответственно, такие структурные зоны отнесены к типу эпикратонных и эпикоеанических орогенических поясов. По этим признакам выделяются Талота-Пайпудыно-Лемвинский эпикратонный и Сакмаро-Кракинско-Тирлянский эпикоеанический орогенические пояса, располагающиеся соответственно на Полярном и Южном Урале. Промежуточное положение занимает Бардымская орогеническая зона, которая по составу слагающих ее ассоциаций более соответствует результату развития эпикратонной депрессии. Однако значительная часть этих ассоциаций коррелирует с ассоциациями Сакмаро-Кракинско-Тирлянского пояса, что позволяет рассматривать Бардымскую зону в качестве возможного частично перемещенного северного продолжения этого пояса.

Талота-Лемвинский эпикратонный пояс

В структурном отношении пояс включает различающиеся по своему строению северную и южную части, которые отвечают *Талота-Пайпудынской* и

Лемвинской покровно-надвиговым зонам. В северной части пояса раннепалеозойские отложения слагают широкую полосу умеренно деформированных пород, которые с востока ограничены *Нундерминским выступом*, а также выступами допалеозойских метаморфических образований Собского поднятия и его северного продолжения. Южнее пояс сильно сужается, располагаясь между массивами интенсивно надвинутого на него Войкаро-Сыньинского офиолитового пояса и выступами пород верхнепротерозойского орогена. Расположенная в южной части пояса Лемвинская покровно-надвиговая зона образуется системой тектонических чешуй и крупных покровов. Вместе с этим тектонические покровы, как и все образования пояса, по зоне *Западного аккреционного шва* интенсивно надвинуты на расположенные западнее разные по составу отложения.

Сакмаро-Кракинско-Тирлянский рифтогенно-эпикоеанический пояс

Пояс сформировался при развитии одноименного океанического палеобассейна. Он имеет сложное строение, что связано с разной интенсивностью проявления геодинамических режимов и обстановок в пределах бассейна. Особенно это относится к процессам рифтогенной деструкции и аккреции, что отразилось на составе геодинамических ассоциаций в разных частях пояса и степени их деформированности.

В самой южной части пояса выделяется *Сакмаро-Косистекская покровно-складчатая зона*, в составе которой различают также Сакмаро-Медногорскую и Косистекскую подзоны. Зона несет черты симметричного строения, что подчеркивается наличием по ее периферии находящихся в автохтонном залегании грабеновых и синграбеновых терригенных и вулканогенно-осадочных отложений, которые сменяются кремнисто-сланцевыми накоплениями континентально-склоновых фаций. Вместе с этим центральная часть зоны слага-

интрузивного пояса активной континентальной окраины (а) и комплексы пояса под палеозойскими отложениями (б, в); 7 – зона коллизионного шва (а), зоны региональных надвигов (б), межплитный коллизионный шов палеозойского орогена (в). (Схема составлена с учетом данных В.Г. Оловянишникова, В.А. Душина, И.В. Запорожцевой).

Fig. 3. A scheme of tectonic-geodynamical zoning of the Timan orogene north-eastern segment.

Tectonic-geodynamical subdivisions: I – West-Timan cover-thrusted megazone of passive pericraton margin; II – Izhemsk covering-block megazone of continental slope; III – Ochenyrd-Enganape megazone of oceanic and island-arc complexes accretion; IV – Kulguevo-Kozhim collisional-covering-block megazone; V – fragment of active continental margin megazone; VI – Uralian orogene. Substantial filling of geodynamical elements: 1 – zone of passive pericraton margin with conglomerate-sandy (а) and sandy-shaly (б) deposits under Paleozoic accumulations and on benches (в); 2 – zone of basalt-cherty-shaly deposits with Paleozoic accumulations (а), sandy-shaly (б) and basalt-carbonate-cherty-shaly (в) deposits on benches; 3 – accretion zones of island-arc complexes (а) and oceanic basalts (б) with fragments of ophiolite associations of ancient structures (в); 4 – accretion zone of basalt-cherty-shaly deposits (а), syncollisional massifs of gabbro (б) and granitoids (в); 5 – synocytic prototerrain blocks; 6 – benches of volcano-intrusive complex of active continental margin (а) and complexes of the belt under Paleozoic deposits (б, в); 7 – collisional suture zone (а), regional overthrust zone (б), interplate collisional suture of Paleozoic orogene (в). (The scheme has been compiled considering the data of V.G. Olovyanishnikov, V.A. Dushin, I.V. Zaporozhtseva).

ется многочисленными покровами, сложенными эпиокеаническими и эпиостроводужными ассоциациями.

На северном продолжении этой структуры находится *Кракинская покровно-аккреционно-складчатая зона*, в сложении которой участвуют массивы ультрабазитов и покровов, образованные кремнисто-сланцевыми и вулканогенно-осадочными породами. Массивы ультрабазитов погружены в матрицу серпентинитового меланжа. В составе покровов основное значение принадлежит отложениям ордовикского и силурийского возраста, сопоставимым с отложениями континентально-склоновых фаций Сакмаро-Косистекской зоны. Имеются основания полагать, что эти зоны составляют структуру, которая сформировалась вдоль протяженной сутуры. Соответственно, надшовную часть этой сутуры занимает *Зилаирская надшовная депрессия*, в состав которой подлежат включению как вулканомиктовые песчаники позднего девона и карбона, так и кремнисто-карбонатные и карбонатные отложения раннего и среднего девона. Возможно, что часть из них в геодинамическом отношении связана с континентально-склоновыми фациями.

Выделяемая в структуре пояса *Тирлянская рифтогенно-депресссионная зона* связывается преимущественно с внутрикратонными процессами деструкции. Это явилось основанием к обозначению ее в качестве рифтогенно-деструкционной тектоно-геодинамической единицы. По геологическому возрасту и составу ассоциаций можно полагать, что эта зона в режиме внутриплитной деструкции начала свое образование еще в позднем венде–раннем кембрии и развивалась до среднего девона, которому отвечают верхние части разреза Тирлянской депрессии. Такое развитие сопровождалось внедрением диабазовых даек и небольших расслоенных габбровых и габбро-перидотитовых массивов, характерных для внутрикратонных геодинамических обстановок.

Сложная по строению восточная периферия пояса включает *Присакмарско-Вознесенскую зону полиэтапной аккреции*, а также *Суванякско-Максютовский эпикратонный перемещенный блок* и *Эбетинский эпикратонный выступ*. При отсутствии четко выраженной границы между образованиями пояса и располагающимися восточнее образованиями палеозойского океана нельзя исключать, что в сложении зоны участвуют комплексы обеих этих палеогеодинамических систем.

Бардымская эпикратонная покровно-складчатая орогеническая зона располагается на продолжении Тирлянской зоны. Она образуется восточным краевым поднятием, Бардымской и Нязепетровской внутренними покровно-надвиговыми зонами и полосой тектонических чешуй западной периферии.

Уральский орогенный пояс

Пояс является сложной зоной трансструктурного коллизионного шва (известного по прежним схемам как “ТУГР – Главный Уральский глубинный разлом”) и подразделяется на “внешний” западный эпикратонный и “внутренний” восточный эпиокеанический секторы. В схеме тектоно-геодинамического районирования пояса эта зона трактуется как межплитный *Трансуральский коллизионный шов (ТУКШ)*. Зона шва, в свою очередь, по простирацию подразделяется на северный (полярноуральский), средний (среднеуральский) и южный (южноуральский) сегменты, которые различаются по строению, составу и геологическому возрасту слагающих их образований. Это позволяет считать, что они формировались разновременно как отдельные части, а полное становление зоны шва произошло, скорее всего, в позднем палеозое.

Палеозойские осадочные отложения, располагающиеся на Среднем и Южном Урале к западу от Трансуральского коллизионного шва и перекрывающие здесь восточную периферию Русской палеоплиты, как было показано выше, относятся к ассоциациям пассивной палеоокраины. По структурным и сейсмоструктурным данным эти отложения образуют системы линейных складок, сочетающихся с покровно-надвиговыми, надвиговыми, покровно-чешуйчатыми и чешуйчато-надвиговыми структурами. Следуя традиции и эмпирическим данным, зона распространения этих отложений и их структур может быть выделена как *Западноуральская зона линейных складок и надвигов*. В свою очередь, эта зона с запада обрамляется асимметрично построенными *синколлизонными впадинами Предуральского передового прогиба*. Протяженная граница впадин с Русской плитой осложнена структурой краевого вала (“forbulge”), который фиксирует, вероятно, границу распространения палеозойских геодинамических ассоциаций орогена.

Принципальное значение для характеристики строения Уральской орогенической системы имеют особенности тектоно-геодинамических элементов и их структурных ансамблей, выявляемые в пределах ее сектора, расположенного к востоку от Трансуральского коллизионного шва. Один из выводов, сделанный на основе материалов палеогеодинамических реконструкций, состоит в том, что в сложении этого сектора определяющее значение имеют аккреционные и аккреционно-коллизионные структурные элементы. Этот вывод следует, прежде всего, из того, что в его пределах в тесном сочленении находятся палеоокеанические, периокеанические и периконтинентальные ассоциации, которые формируются за счет образований, связанных со значительно разобщенными по латерали палеогеодинамическими обстановками (океанических рифтов, островных дуг, краевых бассейнов и др.).

Их тесное сочленение в сложении орогена неизбежно предполагает крупные горизонтальные перемещения и проявление процессов тектонического сжатия типа аккреции и коллизии. Другим крупным элементом аккреции и коллизии являются, как показано, тектонические блоки более древней коры, выделяемые как террейны древней континентальной коры. Крупные террейны также должны претерпевать горизонтальные перемещения.

Кроме комплексов-индикаторов показателями аккреционно-коллизионных процессов являются трансструктурные и межструктурные швы и сутуры выжимания, фиксирующие границы сочленения аллохтонных структур, а также их структурных ансамблей. Другим важным индикатором служат покровно-надвиговые и покровно-чешуйчатые зоны, формирующие фронт коллизии. Присутствие в составе выполнения сутур серпентинитового меланжа с ультрабазит-базитовыми фрагментами в целом свидетельствует о связи этих сутур с замкнувшимися океаническими пространствами.

По возрастным параметрам океанических и периокеанических комплексов однотипных палеогеодинамических элементов к востоку от Трансуральского коллизионного шва в северной части орогена выделяются Полярноуральский и Среднеуральский (Тагильский) тектоно-геодинамические сегменты, из которых последний на своем продолжении ограничен Пышминско-Сухтелинской аккреционно-коллизионной зоной. К югу от этой зоны выделяется Южноуральский тектоно-геодинамический сегмент, включающий систему мегазон и зон с разным строением и геодинамическим выполнением. В Полярноуральском и Среднеуральском (Тагильском) сегментах океанические и периокеанические комплексы характеризуются геологическими возрастами в интервале от ордовика до среднего девона, а в Южноуральском сегменте – от раннего девона до ранне-среднекаменноугольного периода.

Полярноуральский сегмент к востоку от коллизионного шва сложен комплексами океанических ассоциаций Войкаро-Сыньинской и Щучьинской покровно-надвиговых зон. На юге сегмент ограничивается поперечным сдвигом, имеющим черты трансформной структуры.

Войкаро-Сыньинская покровно-надвиговая зона образована несколькими офиолитовыми покровами, наиболее крупными из которых являются Райизский, Пайерский, Хулгинский покровы. С востока к ней примыкает полоса отложений *Войкарского надсубиционного вулcano-плутонического пояса*, а с запада она по северной части Трансуральского коллизионного шва контактирует с *Северным Хардьюским, Южным Хардьюским и Неркаюским протоблоками*. Структурное положение и геодинамическая природа этих протоблоков исследователями трактуются неоднозначно, в том числе с отнесением их к древним экзотическим террейнам. Близкое

покровно-надвиговое строение имеет расположенная севернее Щучьинская зона. Ее западное обрамление образуется *Марункеуским блоком высокобарических пород*, а внутренняя структура – системой ультрабазитовых и габбровых массивов. С севера зона ограничивается *Харбейским террейном*.

Среднеуральский (Тагильский) сегмент в западной части начинается полосой в разной степени деформированных пород среднеуральской части Трансуральского коллизионного шва. По сейсмоструктурным данным, шов образуется погружающимся на восток горизонтом, который ограничен надвиговыми структурами. На поверхности этот горизонт включает зону парасланцев и зону пришовных полимиктовых тектонитов. Более точно выделенной структурной полосы располагаются массивы Платиноносного пояса и в разной степени дифференцированных вулканогенных комплексов и вулканогенно-осадочных пород, соответствующих островодужным ассоциациям. Структурно островодужные ассоциации образуют Тагильскую мегасинформу, которая включает более частные синформные структуры Западнотагильской и Восточнотагильской островодужных зон. В структурном отношении зоны сочленяются по протяженному Туринскому межзональному шву, который фиксируется приуроченной к нему пришовной Мостовской депрессией. Это дает основание полагать, что Тагильская мегасинформа включает фрагменты как минимум двух палеодуг, смещенных по латерали. Фрагменты этих палеодуг к востоку частично перекрываются отложениями Туринской депрессии, включающей по восточной периферии структуру *Краснотурьинского краевого вулcano-плутонического пояса* северовосточного простирания. Отложения депрессии имеют характер тыловой впадины этого пояса, которые деформированы в систему чешуйчатонадвиговых структур, а в сложении пояса выделяются вулcano-интрузивные ареалы, одному из которых соответствует Ауэрбаховский (Краснотурьинский) ареал. В свою очередь, к северу от Салдинского мигматит-гнейсового блока по геофизическим данным под мезо-кайнозойским чехлом выделяется полоса близких по составу тектонических блоков, образующих зону их аккреции и, соответственно, в сочетании с вулcano-интрузивными поясами – активную континентально-аккреционную периферию характеризуемого сегмента. Западная граница Салдинского блока при этом образуется Присалдинским аккреционным швом.

На северном продолжении Тагильской мегасинформы находится *Северососьвинская депрессия*, а на южном продолжении располагается узкая *Ревдинско-Карабаишская структурная зона*, имеющая характер зоны аккреционно-коллизионного сжатия. В сложении зоны участвуют практически все палеогеодинамические ассоциации и

комплексы, выделяемые в пределах мегасинформы, в частности фрагменты океанической коры, островодужных комплексов, комплексов краевого вулкано-плутонического пояса и других. Они слагают покровы, чешуйчатые, чешуйчато-покровные и чешуйчато-надвиговые структуры, отдельные литопластины и блоки. Все это может характеризовать описанную зону в качестве структурного ансамбля.

Южноуральский сегмент имеет сложное строение и образуется несколькими типами тектоно-геодинамических структурных образований. Западная часть сегмента слагается вулканогенными и вулканогенно-осадочными комплексами, которые локализуются в составе Магнитогорской синформной мегазоны. Западное ограничение мегазоны образуется южным сегментом Трансуральского коллизионного шва, а восточное – системой аккреционно-коллизионных швов, объединяемых в Миасско-Полоцкую аккреционно-коллизионную шовную зону. Как можно видеть на Верхнеуральском сейсмоструктурном профиле (Глубинное строение..., 1986; Нечеухин, 2007), в северной части элемент синформного строения выявляется недостаточно отчетливо, что связано как с недостатком сейсмических материалов, так и, по-видимому, со сложным строением мегасинформы, которое характеризуется здесь Поляковско-Абзелиловской зоной многоэтапной аккреции. На сейсмопрофиле “Уралсейс-95” соответствие Магнитогорской структуры мегасинформе проявляется более полно.

Вместе с этим по серии тектоно-геодинамических элементов, характерных для латеральных рядов палеоокеанических ассоциаций, прежде всего островных палеодуг, в пределах мегасинформы выявляется несколько палеоструктурных зон. В западной части на этой основе подлежит выделению протяженная *Ирендыкско-Баймакская островодужная палеозона*, которая включает Ирендыкское вулканическое поднятие, сложенное андезитоидными комплексами зрелой стадии развития островных дуг, и Тубинско-Баймак-Бурибаевскую зону андезитоидных и дацитиодных комплексов, характеризующих палеодепрессию задугового палеобассейна этой стадии. Восточнее находится *Учалинско-Сибайско-Гайская островодужная палеозона*, которая с предыдущей палеозоной сочленяется по протяженной шовной структуре. Шовная структура в северной части представлена полосой серпентинитового меланжа, а в южной части – Восточно-Ирендыкским надвигом. Палеозона включает базальты и спилиты Карамалыташского палеовулканического поднятия ранней стадии островных дуг, Учалинское и Сибайско-Подольско-Гайское палеовулканические поднятия, сложенные базальтриолитовыми комплексами развитой стадии. Восточнее находится *Верхнеуральско-Домбаровская островодужная палеозона*. Слагающие ее комплек-

сы в северной части имеют черты задуговой палеодепрессии, а продолжающие палеозону в южном направлении вулканические комплексы и структуры характеризуются признаками образований зрелой стадии островных палеодуг. Последние иногда в ассоциации с образованиями других островодужных стадий обособляются в виде частных палеозон, среди которых наиболее значимыми являются Домбаровская и Средне-Орская островодужные палеозоны. Наконец, к завершающим образованиям палеозоны относятся образования междуговых, интрадуговых и остаточных палеобассейнов. Соответствующие им структуры выполнены вулканомиктовыми и осадочными отложениями, перекрывающими палеовулканические поднятия.

Восточную часть мегасинформы занимает *Центрально-Магнитогорская палеозона*, которая отнесена к типу синколлизонных сдвигово-раздвиговых трансенсивных структур. По материалам глубинной сейсмоки и анализу гравитационных данных она имеет характер простой, слабо сжатой синформы, в западной части осложненной глубокой депрессией, выполненной известняками.

Восточный аккреционно-покровный сегмент. Тектоно-геодинамические элементы Восточного аккреционно-покровного сегмента протягиваются полосой вдоль восточной периферии *Адуйско-Мурзинского и Гаевского континентальных террейнов* и продолжают южнее до зоны распространения серпентинитовых массивов и меланжа, слагающих *Муслюмовский аккреционный шов*. По восточной периферии мегазоны выделяется *Красногвардейский континентальный террейн*, что придает сегменту черты межблокового шовного положения. С этим, по-видимому, связаны особенности его строения, которое характеризуется широким развитием покровных, в том числе многопокровных, покровно-надвиговых и чешуйчато-надвиговых структур в западной части и покровно-складчатых структур в восточной части сегмента (Волчек, Нечеухин, 2014).

В северной части сегмента выделяется *Режевская многопокровная зона*, которая представляет собой сложное структурное образование покровно-надвигового характера. Ее многопокровное строение, в котором участвуют океанические, островодужные и постостроводужные комплексы, выявляется как по сейсмоструктурным данным, так и по геологическим материалам.

К востоку от этой зоны располагается *Алапаевско-Теченский вулкано-интрузивный крайевой пояс* (Волчек, Нечеухин, 2012), отложения которого накладываются на аккреционное обрамление зоны. Геологический возраст его формирования относится к позднедевонско-раннекаменноугольному интервалу. Вместе с этим нельзя исключать, что это фрагменты более крупной структурной зоны, которая продолжается под поздними кайнозойскими

ми отложениями и прослеживается по геофизическим данным.

В свою очередь, по сейсмоструктурным данным и частично данным бурения устанавливается, что серпентиниты Муслюмовской полосы представляют собой фронт надвига и подстилают крупную *Муслюмовско-Султановскую многопокровную зону*. В нижней части этой зоны покровы сложены преимущественно океаническими и островодужными комплексами, а в верхней выявляются покровы и автохтонные образования, сложенные вулканогенными и осадочными комплексами краевого пояса.

Восточноуральский аккреционно-блоковый сегмент, располагающийся восточнее Магнитогорской мегасинформы, выделяется как *Восточноуральская аккреционно-блоковая мегазона*. В пределах мегазоны широко проявлены аккреционные, аккреционно-коллизийные и покровные структурные образования, в сложении которых участвуют ассоциации океанических и континентальных условий образования. По материалам геологических и сейсмоструктурных исследований, структурную основу мегазоны составляют террейны древней континентальной коры. В структурном сочетании с ними присутствуют палеозойские океанические и периокеанические образования, которые слагают тектонизированные зоны, и литоблоки, отвечающие структурам синформ и антиформ, а также литоблоки, литопластины, покровы и другие аллохтонные структуры. Обособляясь в локальные и региональные структурные единицы, террейны и палеозойские структуры образуют и крупные тектоно-геодинамические элементы типа структурных ансамблей. Границами террейнов и структурных ансамблей служат зоны аккреционных и аккреционно-коллизийных швов, образующих самостоятельные структурные подразделения геодинамических условий аккреции. Все отмеченные структурные элементы и слагаемые ими ансамбли составляют основу тектоно-геодинамического анализа сегмента.

В северной части сегмента, прежде всего, подлежат выделению *Качкарская зона террейнов древней континентальной коры и продолжающая ее Джабыкско-Суундукская зона*, которая рассматривается в качестве зоны с террейнами, перекрытыми палеозойскими отложениями чехла. Качкарская зона представляет собой полосу развития докембрийских мигматит-гнейсовых комплексов и гранитных интрузий. Джабыкско-Суундукская характеризуется многочисленными выступами гнейсовых комплексов радиологически установленного докембрийского возраста и крупными палеозойскими гранитными батолитами. Предполагаемые террейны перекрываются и, соответственно, “сшиваются” преимущественно каменноугольными осадочными отложениями. По восточной периферии зо-

ны выделяется *Айдерлинско-Брединская зона*, фиксирующая аккреционный палеошов и деформированную надшовную депрессию, отложения которой включают полосы серпентинитовых протрузий и меланжа. Ее южное окончание осложнено выходами Айдерлинского покрова, сложенного серпентинитовым меланжем и островодужными комплексами. На южном продолжении зоны располагается *Адамовский гранит-мигматит-гнейсовый террейн*. Его структурное положение и состав не исключают предположения о том, что он является составной частью полосы террейнов древней континентальной коры Джабыкско-Суундукской зоны.

Восточнее Айдерлинско-Брединской зоны выделяется система структурных блоков, центральное положение в которой занимает *Мариинский террейн*. В южной части этот террейн осложнен литопластинами Джетыгаринского и Шевченковского ультрабазитовых массивов и небольшими покровами палеозойских океанических и островодужных образований. К северной периферии террейна примыкает Варненская, а к южной – Аккаргинско-Буруктальская структурные зоны. Первая из них сложена преимущественно островодужными вулканогенными комплексами, которые осложнены крупной габбро-диоритовой интрузией. Во второй вместе с аналогичными комплексами присутствуют пояса ультрабазитов и меланжа, которые приурочены к границам этой зоны, имеющей черты синформы. Структурно все эти тектоно-геодинамические элементы составляют *Мариинско-Варненско-Аккаргинский структурный блоковый ансамбль*, границы которого образуются зонами аккреционных швов.

В южной части Восточноуральской мегазоны последовательно выделяются *Текельдытауский гранито-гнейсовый террейн* и *Мугоджарский супертеррейн*. Супертеррейн включает *Талдыкский* и *Кайрактинский террейны*. Строение Кайрактинского террейна осложнено внутриблоковым *Кайрактинским вулканогенным поясом*. Все выделенные террейны и структурные ансамбли сопровождаются зонами аккреционных швов, которые выполнены метаморфогенно-метасоматическими образованиями и интрузивными комплексами.

В ассоциации с террейнами находятся тектонизированные зоны океанических и островодужных комплексов. Достаточно крупными из них являются *Джусинская, Киембаевская, Карталинская, Еманжелинская, Шевченковско-Джетыгаринская, Аккремановско-Светлинская* многопокровные и тектонизированные зоны океанических и островодужных ассоциаций.

По восточной периферии мегазоны вдоль *Троицко-Буруктальского коллизийного шва* располагаются *Иргизская, Брединско-Тогузакская и Потанинская сдвигово-раздвиговые трансенсивные зоны*.

Пышминско-Сухтелинская мегазона межсегментной коллизии. Сочленение среднеуральского и южноуральского сегментов, которое выделяется в отдельный структурный элемент, имеет сложный характер. Как было показано, восточная граница первого из них, как и западная граница второго, фиксируется цепочками террейнов и региональными аккреционными швами на их южном продолжении. Между этими тектоно-геодинамическими элементами выделяется Пышминско-Сухтелинская мегазона межсегментной коллизии. Все вместе они соответствуют зоне сочленения выделенных сегментов.

Мегазона межсегментной коллизии имеет сложное строение и состав слагающих ее палеогеодинамических ассоциаций. Ее основная часть складывается филлитами, филлитовидными сланцами с прослоями кремнистых сланцев, песчаников, известняков, а также зеленых сланцев и порфиритоидов. Количество сланцев и порфиритоидов заметно увеличивается в пределах Синарской подзоны. По периферии зоны распространены полосы серпентинитовых тел. В северной и средней частях мегазоны эти полосы имеют субширотное простирание, фиксируя, вероятно, границы внутренних структурных элементов. Выделенные комплексы дислоцированы, имеют достаточно крутые падения, местами интенсивно смяты.

По сейсмоструктурным и геологическим данным, на эти дислоцированные отложения в ряде мест наложены тектонические депрессии, выполненные вулканогенными интрузивными ареалами. Наиболее крупным из них является находящийся в северной части мегазоны Петрокаменский вулканогенный интрузивный ареал. Южнее его выделяются Верхнепышминский и Березовско-Арамилский вулканогенные интрузивные ареалы. В восточной ветви может быть выделен крупный Покровский вулканогенный интрузивный ареал. Вместе с этим в пределах всей шовной мегазоны имеют развитие небольшие гранодиоритовые и гранитные интрузии, которые интрузируют как сланцы, так и ультраосновные массивы. По своим формационным особенностям и структурному положению комплексы ареалов и интрузий связываются с аккреционно-коллизийными условиями. В.М. Даченко (1998) показал, что по геохимическим параметрам к группе коллизийно-орогенных относится ряд гранитных массивов, сопровождающих Петрокаменский ареал.

Преобладание в сложении деформированной части разреза шовной зоны филлитовидных и кремнистых сланцев, присутствие по ее границам поясов серпентинитовых тел и ряд других признаков могут свидетельствовать о том, что в ее пределах имело место тектоническое сжатие и сочленение ассоциаций пассивных континентальных палеоокеанов. По наличию широтных полос серпентинитовых

тел имеются основания предполагать неоднородное строение зоны и, возможно, многоэтапность процессов сжатия. По простиранию шовной зоны выделяются *Пышминско-Чибаркульская*, *Куяшско-Ключевская* и *Чибаркульско-Сухтелинская* ее структурные части, а также *Синарско-Покровская ветвь*. Они отделяются широтными поясами серпентинитовых массивов и, несколько различаются по составу отложений и по насыщенности вулканогенными интрузивными ареалами и кислыми интрузиями. По периферии коллизийной зоны располагаются *Салдинский*, *Адышско-Мурзинский* и *Ильменогорско-Сысертский террейны* докембрийской континентальной коры, вмещающие синколлизийные гранитные плутоны.

Впадины синколлизийного предгорного прогиба

Выступы Русской плиты, которые на Среднем и Южном Урале располагаются западнее Трансуральского коллизийного шва, перекрыты осадочными отложениями палеозойской пассивной палеоокеаны. По структурным и сейсмоструктурным данным, эти отложения образуют системы линейных складок, сочетающихся с покровно-надвиговыми, надвиговыми, покровно-чешуйчатыми и чешуйчато-надвиговыми структурами. Следуя традиции и эмпирическим данным, зону распространения этих отложений и их структур можно выделить как Западноуральскую зону линейных складок и надвигов.

В свою очередь, эта зона с запада обрамляется асимметрично построенными синколлизийными впадинами Предуральского передового прогиба, к которым относятся *Соликамская*, *Уфимская* и *Актюбинская впадины*. Структура впадин и их геодинамика определяются особенностями погружения этой части Русской плиты. Впадины Приполярного и Полярного Урала связываются с геодинамикой Печорской палеоструктуры.

Печорская эпикратонная впадина

Особенности строения Печорской впадины позволяют относить ее к эпикратонному типу. Осадочное выполнение Печорской палеоструктуры, накапливавшееся на верхнепротерозойском аккреционно-коллизийном основании, представлено палеозойскими и мезозойскими отложениями, слагающими несколько тектоно-геодинамических элементов. Состав и полнота разрезов этих элементов тесно связаны с палеогеодинамикой впадины. В центральной части Печорской палеоструктуры в качестве региональных элементов выделяются *Ижма-Печорская* и *Хорейверская (Большеземельская) депрессии*, разделенные *Колвинским покровно-надвиговым выступом*. Первая из депрес-

сий развивалась в надшовной зоне палеоколлизии, которая испытала интенсивное погружение на всем интервале развития плиты. В свою очередь, вторая депрессия имела в основании крупный Хорейверский террейн, который погружался менее интенсивно, особенно на ранних этапах развития плиты. Это обусловило сокращение мощностей в пределах депрессии отложений верхнеордовикско-нижнедевонского интервала. Границе депрессий отвечает зона кембрийско-ордовикского рифтогенного растяжения, которая выделяется в основании плиты и продолжается по периферии Кожимского поднятия в виде Кожимской зоны рифтогенных депрессий.

На западной и северо-западной периферии Печорской палеоструктуры тектоно-геодинамическим элементам соответствуют, с одной стороны, краевые выступы со сложным покровно-надвиговым строением, а с другой – впадины, связываемые с коллизионными процессами. Центральное положение занимает *Кожимское синколлизийное покровно-надвиговое краевое поднятие*, которое продолжается к югу *Илычско-Печорской покровно-надвиговой зоной*. Оба структурных образования сложены преимущественно грабеновыми и перикратонными комплексами, которые накапливались в грабеновой депрессии, продолжавшей Ижма-Печорскую надшовную зону. На северном продолжении краевого поднятия находятся сложные по строению коллизионно-надвиговые структуры *гряды Чернышева* и *гряды Чернова*, обрамляющие структуру *Косью-Роговской впадины*.

Сейсмические данные и материалы бурения достаточно полно выявляют, что гряда Чернышева складывается системой тектонических пластин, ограниченных снизу единым надвиговым срывом – детачментом, приуроченным к эвапоритовым отложениям верхнего ордовика (Антонов и др., 2004). В палеогеодинамическом отношении впадина развивалась в части плиты, сформировавшейся при аккреции верхнепротерозойского океанического бассейна. Периферия последнего была образована Пайхойским континентальным блоком, приподнятая часть которого выступает в пределах Пайхояского краевого поднятия.

Залегающие на верхнепротерозойских образованиях палеозойские отложения Тиманской части плиты составляют ряд более локальных *Надтиманских* и *Притиманских депрессий и погружений*. Самые ранние палеозойские отложения соответствуют нижнему и среднему девону.

Фрагмент Казахской орогенной системы

Входящий в состав схемы фрагмент Казахской орогенной области характеризует зону ее сочленения с Уральским орогенным поясом в пределах его юго-восточной периферии. Соответ-

ственно, эта зона рассматривается в качестве области межорогенных взаимоотношений. В конкретном проявлении она выделяется здесь как *Троицко-Денисовская зона межорогенной аккреции и коллизии*, контактирующая с Уральским орогенным поясом по *Троицко-Буруктаьльскому шву межорогенной коллизии*. Структурную основу зоны составляют чешуйчатые и покровно-чешуйчатые надвижки. Составным элементом аккреции является *Денисовский блок океанических комплексов*, восточнее которого выступают отдельные фрагменты перекрытого отложениями кайнозойского чехла *Валериановского вулcano-плутонического пояса*.

По данным профиля “Уралсейс-95”, граница сочленения отвечает аккреционно-коллизионному шву.

Тектоно-геодинамические элементы мезо-кайнозойской неоплиты

Мезозой-кайнозойская система включает геодинамические элементы раннемезозойского резонансного рифтогенеза и кайнозойского чехла неоплиты. Тектоно-геодинамические элементы режима неоплиты в пределах орогена имеют ограниченное развитие. К ним относятся *Челябинский* и *Волчанский грабены*, выполненные угленосными отложениями триаса, а также *Орская* и *Аккаргинская депрессии*, заполненные юрскими осадками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Появление и активное развитие мобилистской парадигмы, альтернативной предшествующей системе взглядов на формирование литосферы, ее вещественных и структурных образований, обусловило пересмотр практически всех фундаментальных положений теоретической геологии. Этот пересмотр коренным образом коснулся и трактовки вещественных и структурных элементов, которые локализуются в орогенных поясах и являются одними из главных структурных образований земной коры. Соответственно, все более очевидной становится необходимость разработки принципиально новой методологии выделения этих структурных элементов и их составных частей как основы для геологического районирования, адекватного мобилистской парадигме, главное значение в которой принадлежит концепциям геодинамики и тектоники литосферных плит, или плитотектоники. Геодинамика при этом определяет состав вещественных ассоциаций, режимов и обстановок формирования орогенных поясов. В свою очередь, плитотектонические процессы формируют структурные элементы и структурный каркас земной коры и литосферы, прежде всего за счет крупных горизонтальных перемещений и столкновений (коллизии) литосферных плит и их фрагментов в режимах диверген-

ции (раздвижения) и конвергенции (сдвижения). Сочетание режимов дивергенции и конвергенции в определенном временном интервале отвечает плитотектоническому циклу.

Материалы палеорекопунктурций свидетельствуют о том, что геодинамические и плитотектонические процессы, формирующие орогенные пояса за счет аккреции вещественных и структурных элементов океанических бассейнов по периферии кратонов, разобщены, хотя и в разной степени, во времени и пространстве. Это обстоятельство явилось основанием к объединению всех, относящихся к одному циклу геодинамических и плитотектонических образований, в единую систему. Отдельно рассматриваются составные элементы этой системы, в частности орогенные пояса и их тектоно-геодинамические образования.

Тектонический анализ, базирующийся на выделении структурных образований разных порядков с учетом их геодинамического выполнения, позволяет выделять как единицы с аллохтонным строением (покровами, блоками, литоблоками и т.д.), так и их сложные структурные ансамбли, в том числе сложенные покровами с разнотипным геодинамическим выполнением.

Сегмент может рассматриваться в качестве генотипа схем образования геодинамических систем с орогенными поясами, формирующимися за счет плитотектонической аккреции ассоциаций океанического бассейна по периферии кратона при последующем его включении в систему литосферных плит.

Исследования выполнены при финансовой поддержке программы УрО РАН (проект № 15-18-5-20).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамович Г.Я. (2009) Понятия и термины геотектоники и глобальной металлогении: словарь-справочник. Иркутск: Изд-во Иркутск. гос. ун-та. 160 с.
- Аккреционная тектоника Восточной Камчатки. (1993) М.: Наука, 272 с.
- Антонов В.И., Иванов В.В., Гузельман А.А. и др. (2004) Новые сведения о строении поднятия Чернышева по результатам сейсморазведочных работ. *Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России*. Т. 2. Сыктывкар: Геопринт, 7-9.
- Волчек Е.Н., Нечеухин В.М. (2012) Петрогеохимические особенности вулканогенных пород Сухоложской зоны (восточный сегмент Среднего Урала) и их значение для геодинамических реконструкций. *Литосфера*. (3), 146-150.
- Волчек Е.Н., Нечеухин В.М. (2014) Особенности формирования Восточного сегмента Уральского палеозойского орогена в условиях аккреции и коллизии. *Литосфера*. (6), 45-52.
- Геодинамическая карта СССР и прилегающих акваторий масштаба 1 : 25 000 000. (1990) Л.: Аэрогеология. Геология СССР. Т. 12, ч. 1. (1969) М.: Недра, 304 с.
- Гецен (Оловянишников) В.Г. (1987) Тектоника Тимана. Л.: Наука, 172 с.
- Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала. (1986) В.М. Нечеухин, Н.Г. Берлянд, В.Б. Соколов и др. Свердловск: УНЦ АН СССР, 106 с.
- Гранник В.М. (2013) Восточно-Сахалинская островодужная система Охотоморского региона. *Литосфера*. (1), 36-51.
- Даценко В.М. (1998) Геохимические критерии диагностики геодинамических условий гранитообразования. *Магматизм и геодинамика*. Екатеринбург: ИГиГ РАН, 22-32.
- Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. (2001) Глубинная геодинамика. Новосибирск: СО РАН, филиал "Гео", 409 с.
- Душин В.А. (1997) Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора Севера Урала. М.: Недра, 213 с.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. (1990) Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра. Кн. 1. 328 с. Кн. 2. 335 с.
- Коваленко Д.В. (2010) Тектоника и магматизм Камчатки. *Литосфера*. (3), 31-39.
- Леонов М.Г. (1993) Структурные ансамбли покровно-складчатых зон. М.: Наука, 150 с.
- Нечеухин В.М. (1997) Плитотектоническая схема Уральской аккреционно-складчатой системы. *Ежегодник-1996*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 40-44.
- Нечеухин В.М. (2001) Аккреционно-коллизийная тектоника Уральского орогена. *Тектоника неогена: общие и региональные аспекты*. М.: Геос, 71-74.
- Нечеухин В.М. (2007) Эпиокеанические и эпикратонные палеогеодинамические системы и плитотектоническая металлогения Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии. *Геология Урала и сопредельных территорий*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 40-62.
- Оловянишников (Гецен) В.Г. (1991) Модель развития земной коры Северо-Востока Европейской платформы в позднем докембрии. Сыктывкар, 28 с.
- Оффман П.Е. (1961) Происхождение Тимана. М.: Изд-во АН СССР, 140 с.
- Пейве А.В., Штрейс Н.А., Моссаковский А.А. и др. (1972) Палеозойды Евразии и некоторые вопросы эволюции геосинклинального процесса. *Сов. геология*. (12), 7-25.
- Пучков В.Н. (1993) Палеоокеанические структуры Урала. *Геотектоника*. (3), 18-33.
- Пучков В.Н. (2010) Геология Урала и Приуралья. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 280 с.
- Пушаровский Ю.М. (2004) Планета Земля. Энциклопед. справ. В 4 т. Том "Тектоника и геодинамика". СПб.: ВСЕГЕИ, 651 с.
- Симаненко В.П., Голозубов В.В., Малиновский А.И. (2010) Монероно-Самаргинская островодужная система Япономорского региона. *Литосфера*. (3), 60-69.
- Смирнов В.Н., Ферштатер Г.Б., Иванов К.С. (2003) Схема тектоно-магматического районирования территории восточного склона Среднего Урала. *Литосфера*. (2), 40-56.
- Современные проблемы геотектоники и геодинамики (2004). Л.И. Лобковский, А.М. Никишин, В.Е. Хаин. М.: Науч. мир, 612 с.
- Тектоническая карта Урала масштаба 1 : 1 000 000 (ред. И.Д. Соболев). ГУКГ. Л., 1976а.

- Тектоническая карта Урала масштаба 1 : 1 000 000 (ред. А.В. Пейве, С.Н. Иванов, А.С. Перфильев, В.М. Неचेухин). ГУКГ. Л., 1976б.
- Шатский Н.С. (1946) Основные черты строения и развития Восточно-Европейской платформы. Сравнительная тектоника древних платформ, статья 1. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* (1), 5-62.
- Хаин В.Е., Божко Н.А. (1988) *Историческая геотектоника*. Докембрий. М.: Недра, 382 с.
- Хаин В.Е., Ломизе М.Г. (2005) *Геотектоника с основами геодинамики*. М.: МГУ, 560 с.
- Scarrow J., Piase V., Floutelot C., Dushin V. (2000) The late Neoproterozoic Enganepe ophiolite, Polar Urals, Russia: An extension of the Cadomian are? *Precamb. Res.* **110**, 255-275.

Рецензент В.А. Коротеев

Tectonic-geodynamical zoning of the Ural-Timan-Paleoasian segment of Eurasia

V. M. Necheukhin, E. N. Volchek

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

Methodology of geological zoning of orogenic belts, adequate to mobilistic paradigm, should be in a natural way correspond to geodynamics conception, taking into consideration the positions of lithospheric plate tectonics. For this purpose the methodology of tectonic-geodynamical zoning is being suggested. The base of such zoning is the distinguishing of zones with associations of one-type geodynamical regimes and environments and their structural combinations during the formation on the crust of oceanic type and localization in interplate position or on the boundaries of tectonic plates as a result of horizontal dislocations with the accretion and collision process manifestation. In its turn at the continental type crust in stable regimes folded systems have been formed. On this basis the particularities of tectonic-geodynamic zoning of the Ural-Timan-Paleoasian segment of Eurasia have been considered, general scheme of its zoning has been given as an example of the suggested methodology usage. A segment can be considered as a genotype of orogenic belts, being formed at the expense of the plate-tectonic accretion of oceanic basin on the craton periphery.

Key-words: *orogene, orogenic belt, geodynamics, lithospheric plate tectonics, accretion, collision, plate-tectonic cycles, tectonic-geodynamical zoning, segment, sector, multi-porous structures, structural ensembles.*