

УДК 551.24

DOI: 10.31040/2222-8349-2020-0-3-49-57

**К УЧЕНИЮ О ЗЕМНОЙ КОРЕ:  
ГЕОДИНАМИКА РИФТОГЕННО-СПРЕДИНГОВОЙ СТАДИИ УРАЛА**

© Т.Т. Казанцева

Учение о формировании земной коры состоит из двух разделов: рифтогенно-спрединговой теории становления океанической коры (стадия растяжения) и шарьяжно-надвиговой эволюции континентов (стадия сжатия). Приводятся методологические предпосылки и методические приемы обоснования реконструкций геодинамических режимов вещественно-структурных комплексов рифея Башкирского антиклинория и зоны Уралтау, объясняется рифтогенное происхождение первого и особенности развития геодинамических событий второго особой направленностью и последовательностью их эволюции во времени. Показано, что режим растяжения не только обусловил масштабное развитие континентального рифтогенеза, обеспечив становление рифейской рифтовой системы, но в дальнейшем, расколов Европейско-Азиатский континент, способствовал зарождению срединно-океанического рифта, спрединг которого привел к появлению Уральского океана с образованием океанической коры.

Ключевые слова: учение, геодинамика, стадия, цикл, серия, седиментация, режим, доктрина, мобилизм, фиксизм, магматизм, реконструкция, рифтогенез, спрединг, земная кора.

**Введение.** Известно, что верхняя оболочка нашей планеты, называемая земной корой, различается по составу, строению и особенностям развития под океанами и на континентах. В первом случае она относится к океаническому типу, а во втором – к континентальному. Потому естественно, что учение о формировании земной коры состоит из двух разделов: рифтогенно-спрединговой теории становления океанической коры и шарьяжно-надвиговой теории эволюции континентов. В геодинамическом выражении первая соответствует стадии растяжения, а вторая – стадии сжатия [1, 2]. В таком ракурсе и земная кора, и ее изучение являются системами, с одной стороны, природной и научно-познавательной, с другой. Основаны они на философском принципе «двуединства противоположностей». В геологии это самые высокие по рангу и значимости системы, развитие которых обеспечивается разной направленностью последовательности явлений и процессов, различных для каждого из заявленных разделов, но изученных не равнозначно. И если стадия сжатия в настоящее время, как говорится, «на слуху», что нашло отражение и в публикации 2020 г. «О шарьяжно-надвиговой теории и ее творцах» [3], то рифтогенно-спрединговая, соответ-

ствующая периоду растяжения, «замалчивается». Даже В.Н. Пучков [4], вопреки публикациям [1, 2], называет режим растяжения в нашем учении о формировании земной коры как бы «не замеченным». Из чего вытекает необходимость дополнительных доказательств и разъяснений, основанных на комплексе известных к настоящему времени знаний, в т.ч. и новых.

**Методологические и методические предпосылки.** В современной теории геологической науки реконструкция геодинамической истории формирования всех таксономических уровней земной коры базируется на кардинально отличающихся методологиях. Одни исследователи в своих построениях исходят из постулата о том, что все геологические процессы на нашей планете развиваются по плану, имевшему место и в начальные периоды ее развития. Это актуализм, основоположником которого был Чарльз Лайель. Другие развивают эволюционное учение в геологии. Наиболее последовательным представителем его являлся наш отечественный академик А.Л. Яншин. Большинство геодинамических моделей в настоящее время следуют принципам актуализма. Возможности последнего в сопоставимости состава и строения

вещественных комплексов геологических систем низших рангов (минералы, породы) бесспорны. Однако применение этого принципа к системам более высокого ранга, таким как формации, формационные ряды и их комплексы, вызывает сомнение. Прежде всего потому, что их развитие обеспечивается не столько определенными значениями давлений и температур, сколько созданными ими конкретными сочетаниями, возникающими в каждый из тектонических периодов неизменной направленностью и закономерной сменой их последовательности. Возможность эволюционизма в геологических построениях показана на примере системно-структурной методики, разработанной нами на уральском материале, в которой особенности геодинамических режимов эволюции вещественных единиц отражаются информативностью структурных преобразований [5]. В этом плане представляется необходимым уделять повышенное внимание следующим проблемам. Последовательность накопления геологического вещества (стратиграфическая, палеонтологическая, геохронологическая). Фациальные особенности осадконакопления (климат, среда). Геоморфологическая выраженность (формы и усложненность рельефа). Формационная принадлежность (совместно тектоническая и седиментационная сущность). Типы деформаций (складчатость, разломы). Характер магмы определяет состав пород (от основных до щелочных). Возможность появления их зависит от типа вмещающего вещества (континентальная кора или мантия). Последовательность кристаллизации породообразующих минералов изверженных пород (гомодромный либо антидромный) связана с изменением геодинамических условий. Мы использовали и иные возможности. В частности, связанные с ролью структурного фактора, которым определяется зависимость закономерных изменений характеристик строения геологического вещества от смены геодинамических условий их развития. Как пример: гомодромный порядок кристаллизации изверженных горных пород указывает на прямую последовательность выделения из магмы минералов в кристаллизационных рядах, как мафических, так и салических. Упрощенно для первых это: оливин – ромбический пироксен – моноклинный пироксен – амфибол – биотит. Для вторых: основной плагиоклаз – средний плагиоклаз – кислый плагиоклаз – калиевый полевой шпат. Известные результаты экспери-

ментальной минералогии свидетельствуют о кристаллизации в приведенном порядке каждого из перечисленных минералов в условиях повышающегося давления и снижающихся температур. Естественен вывод о смене соответствующей направленности и их геодинамических условий. Следовательно, в этом случае породы основного состава сменяются средними, затем кислыми и щелочными в условиях роста  $P$  (давления) и падения  $T$  (температуры). Антидромному же порядку присуща противоположная направленность. При этом изменение структуры породообразующих минералов, как лейкократовых, так и меланократовых, в каждой следующей породе последовательного ряда усложняется постепенно и вполне узнаваемо. Этот метод может применяться каждым, кто неплохо знаком с основами минералогии и петрографии, и не сомневается, что структура (строение) природного вещества является основным носителем информации о геодинамических условиях его образования. В общем виде структурные преобразования определяются масштабностью, направленностью и интенсивностью тектонических тангенциальных напряжений. Это основа вещественно-структурной методики. Представляется, что здесь стоит обратить внимание на нередко допускаемые ошибки. Например, изверженные породы со щелочным уклоном отмечаются как в самом начале континентального рифтинга, так и в заключительные этапы тектонических циклов стадии сжатия. В обоих случаях они являются показателем значительных давлений, о чем свидетельствуют состав и структура слагающих их главных породообразующих минералов. Это стресс-минерал биотит и калиевый полевой шпат. Чтобы нарушить мощную толщу, какой является земная кора, необходимы большие усилия, которые, скорее всего, обязаны активности движений плюма. Возникшие тектонические напряжения и способствуют кристаллизации изверженных пород щелочного состава. Дальнейшая направленность геодинамического режима определяет последовательность смены состава и структуры вещественных образований, залегающих выше. В случае, если соблюден антидромный порядок или его отдельные фрагменты (вплоть до толеитовых базальтов), следует констатировать режим геодинамического растяжения. Априори считать магматизм с участием щелочных пород показателем условий растяжения, как это имеет место в современных, даже вполне респекта-

бельных изданиях, ошибочно. Изменить подобную ситуацию не в силах ни именитость соавторов, ни «статус» публикующих журналов. Помочь могут лишь конкретные знания.

**К основному содержанию.** Анализ современных материалов, касающихся истории изученности вещественно-структурных особенностей Уральского региона, подтвердил сформулированные ранее представления о целесообразности использования стадийной модели геодинамической режимности изучаемой области. Уже не вызывает сомнения, что во времени осуществляется смена тектонического режима растяжения последующим сжатием [1, 3]. При этом условия растяжения инициируют дальнейшее развитие континентального рифтинга с возрастанием числа грабеновых структур, в настоящее время сохранившихся на территории восточной окраины Восточно-Европейской платформы. Это так называемые здесь «грабенообразные» прогибы: Шарано-Туймазинский, Сергеевско-Демский, Серноводско-Абдуллинский, Тавгиманово-Уршакский и др., а также некоторые пространственно связанные, но преобразовавшиеся в палеозое в «горстовидные поднятия». Те и другие хорошо изучены [6–8]. О возможной зависимости начального рифтинга от активизировавшегося плюма убеждают соображения Е.Е. Милановского [9] и др. В.Н. Пучков назвал эту проблему «великой дискуссией» (2013), что созвучно содержанию и названию книги известного английского ученого Э. Хэллеме «Великие геологические споры» (1985).

Режим растяжения, отраженный в строении вещественных комплексов рифея Башкирского антиклинория Южного Урала, объяснил особенности развития геодинамических событий, направленность и последовательность их эволюции во времени. Акцентировано внимание на новой информации, используемой в геодинамических реконструкциях. Это: 1. Масштабные определения возраста пород, подтвержденного микрофоссилиями, строматолитами и микрофитолитами (Козлов, 1982, 1995, 2011), а также цирконологией (Краснобаев, 2002, 2013, 2017 и др.), привели к допустимой достоверности (рис. 1).

2. Уместно рассматривать повторяющуюся здесь седиментационную серийность комплексов пород рифея как неоднократную цикличность осадконакопления. При этом не забывать, что начальными членами таких циклов являются ассоциации пород, известные как грабеновые

формации. Это грубообломочные образования пестрой окраски, которые иногда, в соответствии с внешней схожестью облика, называют «молассоидами». Вверх по разрезу они последовательно сменяются образованиями с преобладанием песчанниковых, алевролитовых, аргиллитовых и карбонатных составляющих, также повторяющихся циклично. Диагностическими признаками их считают: континентальный характер либо мелководность отложений; присутствие в составе грубообломочных пород материала размыва пород фундамента; плохая сортировка обломочного материала.

В целом процесс накопления вещества согласуется с образованием современных рифтов, обеспечивающих появление ступенчатой системы расчлененного рельефа с утонением земной коры в достаточно ослабленных зонах. Непостоянные мощности породных комплексов и изменчивость их состава по площади подчеркивают контрастность рельефа. Присутствуют магматические образования со щелочным уклоном, на что обращено внимание (Милановский, 1976; Ленных и Петров, 1978; Казанцева, 1981 и 1987; Козлов, 1982; Парначев, 1986; и др.).

В соответствии с известным фактическим материалом, дополненным в наше время уральскими геологами, среди которых В.И. Козлов, Н.Д. Сергеева, В.Н. Пучков, А.А. Краснобаев и др. [10–12], образования оснований бурзянского и юрматинского седиментационных циклов нижнего и среднего рифея Башкирского антиклинория, как и раньше, относятся к типичным грабеновым формациям. В нижнем рифее это значительной мощности (более 2000 м) айская свита, несогласно залегающая на Тараташском метаморфическом комплексе, вероятно, являющимся «реликтом» архейского кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы. В основании свиты преобладают полимиктовые терригенные породы: конгломераты, гравелиты и песчаники, в обломках которых нередок материал разрушения Тараташской структуры. Это джеспилиты, граниты, гнейсы, амфиболиты и пр. Галечная и псаммитовая кластика не отсортирована и преимущественно не окатана. В нижних частях свиты присутствуют вулканогенные породы Навышского комплекса (Краснобаев и др., 2013). Средняя часть бурзянского цикла, саткинская свита, сложена карбонатами, сланцами и терригенными породами. Завершают сланцы бакальской свиты карбонатов и кварцитов.

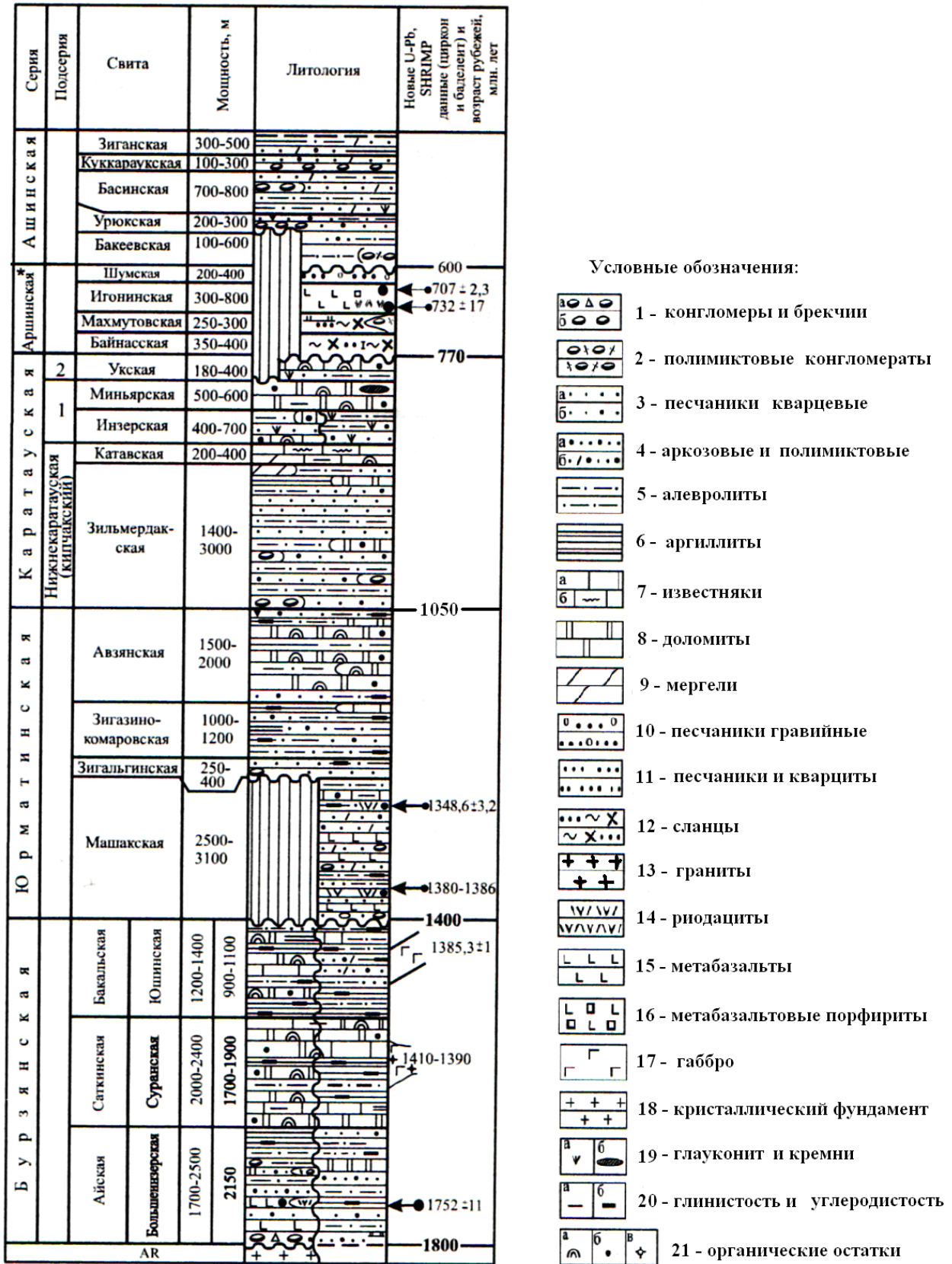


Рис. 1. Сводная стратиграфическая колонка верхнедевонских образований Башкирского антиклинария. По В.И. Козлову (2011); В.Н. Пучкову, Н.Д. Сергеевой, А.А. Краснобаеву (2017) (с небольшим дополнением)

Среднерифейский юрматинский цикл осадконакопления начинается машакской свитой, развитой не повсеместно и залегающей несогласно на нижележащих толщах. Известны факты налегания ее прямо на породы тараташского комплекса. Она также в основании представлена крупногалечными конгломератами, песчаниками и различного состава сланцами. Для нее характерны большая мощность (более 3000 м), присутствие вулканитов (Краснобаев и др., 2013). По мнению В.М. Сергиевского (1971), отложения «напоминают молассу предгорных прогибов». Выше залегают песчаники и кварциты зигальгинской, затем зигазино-комаровской свит, мощностью от ста до одной тысячи метров. Завершает авзянская свита известняков, доломитов и сланцев. Как это и давно отмечено, айская и машакская свиты отвечают требованиям типичных грабенных формаций (Камалетдинов, 1974; Кориневский, 1978; Ленных и Петров, 1978; Иванов, 1979; Казанцева, 1981 и др.).

Верхнерифейский седиментационный цикл представлен каратауской серией, состоящей из (от нижних к верхним): зильмердакской, катавской, инзерской и миньярской свит. Состав их эволюционирует, как и в двух предыдущих, в сторону уменьшения размерности обломочного материала в терригенных породах и нарастания до преобладания карбонатов в последующих свитах. Так, в базальной для каратауской серии зильмердакской свите, наряду с кварцитами и кварцитовидными песчаниками, присутствуют гравелиты и мелкогалечные конгломераты, выше возрастает количество псаммитов, алевролитов и аргиллитов, с участием карбонатов в катавской свите. В инзерской преобладают глинистые и слюдястые сланцы, а в миньярской карбонаты. Как видим, осадконакоплению Башкирского антиклинория свойственна цикличность, отраженная формационными рядами кластитов от глыбовых псефитолитов к псаммитолитам, затем алевролитам, аргиллитам и карбонатам. Такая направленность является характерной для деформационных периодов эволюции тектонических циклов стадии растяжения (Казанцева, Казанцев, 2016). К тому же, согласно Е.Е. Милановскому [9], вулканиты машакской свиты юрматинской серии являются частью «сводово-вулканической рифтовой зоны, образующейся в результате формирования поднятия над аномально разогретой, разуплотненной и частично расплавленной линзой мантийного вещества» в условиях растяжения.

3. Выделение аршиния явилось открытием в докембрии Урала (Иванов, 1958; Козлов, 1978). Но геология его местонахождения в районе Тирлянской синклинали, в области сочленения Башкирского и Уралтауского антиклинориев, как и его возраст, трактуются не однозначно. А.И. Иванов считал аршиний аналогом ашинской свиты венда в составе Уралтау, а В.И. Козлов и другие относили его к завершающему рифею Башкирского антиклинория. В западной части Тирлянской синклинали его считают доордовикским, т. к. он здесь перекрыт породами среднего-верхнего ордовика. Но в восточной, со стороны Уралтау, скорее, постверхнерифейским. Здесь ашинская свита венда в принципе не накапливалась, а аршиний располагается на мазаринской и арвякской свитах Уралтау, параллелизуемых по возрасту с каратауской серией верхнего рифея Башкирского антиклинория. И магматические породы основного состава игонинской свиты аршиния не сопоставимы с авашлинским комплексом сиенитов и калиевых трахибазальтов верхнего рифея (Ковалев и др., 2020) каратауской серии. Временные же отношения пород аршиния с Бурангуловским комплексом магматических пород обосновываются значением 725 млн лет по одним данным, по другим – 600 млн лет. Геохронологический возраст верхних частей каратавия представлен на рис. 1. Сведения о строении и взаимоотношениях типов пород, слагающих Бурангуловский массив, показывают [13], что первичными здесь являются габбро (Рыкус и др, 2002), а граниты, гальки которых присутствуют в конгломератах аршинской свиты, их прорывают. Эти и другие «нестыковки» не достаточно объяснены. Но в любом случае продукты магматизма игонинской свиты (аршинский метабазальтовый комплекс), цирконы которых возраста 715–750 млн лет по количеству редкоземельных элементов отнесены Н.Д. Сергеевой и др. [14] к производным «неистощенного магматического расплава», в геодинамических построениях отождествляемы с раскрытием срединно-океанического рифта Уральского океана.

4. Ашинская серия, вендский возраст которой определен Б.С. Соколовым (1952), состоит из терригенных пород общей мощности первые тысячи метров, залегающих несогласно на образованиях преимущественно каратауской серии верхнего рифея Башкирского антиклинория. Представлена она бакеевской, урюкской, басинской, куккараукской и зиганской свитами.

Флишоидный тип накопления обломочного материала, часто с элементами выраженной ритмичности, преимущественно разнородный его состав из кварца и полевых шпатов, кварцитов, кремней, гранитов, вряд ли объяснимы только единственным источником происхождения. А впечатляющие обнажения грубообломочных образований, в т. ч. крупно и валунно-галечные куккараукской свиты, особенно разрезы в районе узла сочленения докембрия и девона по тракту Стерлитамак – Белорецк, сопоставимы с горизонтами олистостром во флише восточного склона Южного Урала. Связывание их конкретно с понятием «моласса» дискутируемо. Ведь проблема геодинамики ашинской свиты в конкретный период времени определяется характером господствующей парадигмы, смена которой определяет и генетические условия ее образования не равнозначностью сменой парадигм. Уважительное отношение к весьма обстоятельной монографии Ю.Р. Беккера (1985) и к ряду других недавно опубликованных статей позволяет считать сказанное обменом мнениями о том, насколько данная проблема на уровне современных знаний вообще может иметь однозначное решение. Ведь называют молассоидами и грабеновые формации, начинающие седиментационные циклы стадии растяжения. Общепринятое же понимание молассовой формации базируется на следующих связях: вещественных – после флиша, парагенетических – с накоплением галогенно-сульфатных образований, фациальных с мелководными и континентальными условиями седиментации, тектонических с орогенезом, горообразованием, геодинамических с вмещающими их структурами. Это передовые и предгорные прогибы, происхождение которых, а значит, и молассы, согласно фиксистой парадигме, обязаны вертикальным тектоническим силам, а согласно ныне признанной мобилистской, как тангенциальным напряжениям сжатия, так и изостазии, обусловленной структурным «скупиванием» (Казанцева, 1983). Пространственная связь их с флишем, характерным деформационным периодам сжатия, может сопровождаться и часто возникающими тектоническими осложнениями в виде межслоевых дислокаций. Поэтому можно предположить, и это вполне вероятно, что ашинская серия отражает смену геодинамического режима растяжения сжатием, обусловившим к началу палеозоя и известную масштабную перестройку структурного плана. Такому предполо-

жению импонируют публикации в историческом аспекте: С.С. Горохова; А.И. Олли и В.А. Романова; Ю.Д. Смирнова; Ю.Р. Беккера; М.В. Рыкуса, В.И. Козлова и др. Не противоречит и современная формулировка А.В. Маслова [15], по которой три верхних свиты ашинской серии, в т. ч. куккараукская, «тяготеют к полям рециклированных кварцсодержащих комплексов и переходных областей» ..... «объединяющих несколько обстановок, таких как субдукционные зоны, пакеты тектонических пластин, разнообразие шовные зоны». По сути, это олистостромы. Такое предположение нуждается в дополнительном обосновании, благо опубликовано достаточно много материала, показывающего, что эти сомнения возникают не случайно, и не только у меня.

5. Режим растяжения не только обусловил масштабное развитие континентального рифтогенеза, обеспечив становление рифейской рифтовой системы, но в дальнейшем расколов Европейско-Азиатский континент, способствовал зарождению срединно-океанического рифта и Уральского океана с образованием океанической коры, состоящей из гипербазитов, габброидов и пелагических осадков глубоководного типа. Это отражено геологией хребта Уралтау, располагающегося между западным и восточными склонами складчатого Урала. В предметных публикациях авторитетных исследователей этого региона, таких как Д.Г. Ожиганов (1956), С.С. Горохов (1963) и многие другие, содержатся не утратившие своей значимости сведения, в т.ч. и в геодинамических реконструкциях. Ими являются: 1. Вещественные образования представлены двумя метаморфизованными в той или иной степени комплексами: суванякским и максютовским. В первом широко представлены сланцы палеозойского возраста слюдяно-хлорит-плагиоклаз-кварцевого состава. Как примеры: пробуренная в западной части Уралтауской структуры скважина, забурившаяся в метаморфических образованиях, на глубине от 700 и до 1600 м, вскрыла мощную сланцевую толщу, растительные микрофоссилии которой, по мнению Е.В. Чибриковой, характеризуют вмещающие породы, как моложе кембрия. Данные неоднократных геологических съемок, выполняемые в пределах площади развития суванякских сланцев, в т. ч. и нами, сопровождались находками силурийских граптолитов. Имеются сведения и о палеозойских конодонтах. К верхнерифейским отложениям относят мазаринскую

и арвякскую свиты суваянской серии Уралтау. Подробнее состав и строение суваянского комплекса отражает публикация в журнале «Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов». № 21 (Казанцева, 2015).

2. Изучение состава максютовской серии и выяснение характера метаморфизма ее пород показали, что распространены здесь как осадочные, так и вулканогенные образования. Первые из них составляют нижнюю терригенно-осадочную толщу, а верхнюю, где присутствует офиолитовая формация с телами основных и ультраосновных пород, рассматривают как меланж.

3. Значительным развитием пользуются эклогиты и глаукофановые сланцы, палеозойские возрастные датирования которых сопоставимы с периодичностью надвигания офиолитов океанической коры.

4. Согласно А.А. Алексеву и др. [16], в составе максютовской серии присутствуют вулканогенные породы основного состава, которым свойственны преимущественно натровая специализация, парагенез с осадочными сериями углисто-кремнистого и углисто-глинистого состава, реликты шаровых лав, обладающие характерными чертами спилит-диабазовой формации. Петрохимические особенности пород комплекса позволяют отождествлять их с толеитовыми базальтами океанов. Значительное же количество тел ультрабазитов, пространственно связанных с вулканогенно-осадочными сериями, и чрезвычайно малое количество кислых по составу вулканитов (не более 2–3%) подтверждают правомерность такого заключения.

5. Известны и признаки, указывающие на участие континентальной коры в формирующихся океанических толщах рифея зоны Уралтау. К ним относятся: сравнительно небольшой объем вулканитов по отношению к осадочным толщам, заметная щелочная тенденция и повышенная железистость пород.

6. Полученные возрастные датировки по цирконам изверженных пород соответствуют интервалу от 705 до 885 млн лет, что позволяет относить их к верхнему рифею. В общем формационный состав изверженных пород, их петролого-геохимические критерии, как и значительное участие глубокоководных сланцев, приближают ее к образованиям океанических пространств атлантического типа. Надежным методом определения абсолютного возраста гипербазитов, составляющих основу океанической коры, признают цирконометрию. Е.В. Пушкарев и др. (2007), С.Г. Самыгин и В.С. Буртман (2009),

А.А. Краснобаев, А.И. и И.А. Русины (2009), Т.Т. Казанцева (2011), Г.Н. Савельева (2011) называют значения, соответствующие возрастному интервалу от докембрия до позднего палеозоя. Анализ приведенных датировок подтверждает как возможность докембрийского возраста ультраосновных пород, так и неоднократные проявления периодов тектонического становления гипербазитовых поясов в палеозое. Образования последних сопровождаются метаморфическими преобразованиями, региональными перестройками структурных планов; появлением формаций-индикаторов высокой интенсивности геодинамического режима: флиша, олистостромы, микстита и меланжа, в составе которых присутствуют и определяющие их возраст фаунистически охарактеризованные рифогенные тела с кембрийской фауной (Казанцева, 2015). Вполне возможно, что особенности строения Уралтауской структуры в палеозое обеспечили тот коллизионный эффект, который выражен своего рода «буферной зоной», сдерживающей натиск с востока надвигающихся, начиная с кембрия, аллохтонов океанической коры.

**Заключение.** 1. Территория Восточно-Европейской платформы в раннем рифее подверглась раскалывающим напряжениям, определив современное размещение структур сейчас называемых «грабенообразными прогибами».

2. В нижнем, среднем и верхнем отделах рифея, в пределах региона Башкирского антиклинория, происходило накопление грабеновых формаций со свойственными им такими чертами. Седиментационная цикличность, выраженная повторяемостью идентичных по составу и строению комплексов, когда конгломераты сменяются псаммитовыми, затем глинистыми и карбонатными толщами. Ограниченная фациальная изменчивость при значительных колебаниях мощностей даже на небольших расстояниях. Расчлененность рельефа. Красноцветность окраски крупнообломочных горизонтов. Преимущественно местный источник кластического материала. Коровый тип и характер направленности магматизма отражены навьшским трахибазальтовым комплексом нижнего рифея, Багрушинских гор липарит-порфировым нижне-среднего, машакским риолит-базальтовым среднего и авашлинских сиенитов верхнего рифея. В завершающем рифее, в игонинской свите аршинской серии, в цирконах метабазальтового

комплекса выявлены индивиды нескольких возрастов. Но только возрастную группу 715–750 млн лет, согласно Н. Д. Сергеевой и др., по количеству редкоземельных элементов можно считать производными неистощенной магмы. 3. В завершающем рифее (аршинии), вероятно, произошел раскол континента, приведший к зарождению срединно-океанического рифта, а затем спрединг обусловил развитие Уральского океана. Сформировалась океаническая кора, представленная ассоциацией гипербазитов с глубоководными осадками и появлением извержений основного состава толеитового типа. 4. Ашинская серия венда, формация Башкирского антиклинория, залегает со значительным размывом на различных нижележащих частях разрезов каратауской серии. Полагается, что в это время произошла смена геодинамического режима растяжения нарастающим сжатием, вещественно выразившимся накоплением ритмитов флиша с горизонтами глыбовых олистостром во второй половине разреза серии. 5. Надвигание океанической коры зафиксировано уже в кембрии меланжем максютовского комплекса, где известно рифовое тело с фауной этого возраста.

*Статья написана по госбюджетному проекту «Пересмотр представлений о палеогеодинамике Южного Урала с учетом новых данных, полученных за последние 20 лет». № 0246–2019–0087, 2019–2021 гг.*

### Литература

1. Казанцева Т.Т. Происхождение и развитие геосинклиналей. Уфа, 1981. 26 с.
2. Казанцева Т.Т. Allochthonous structures and formation of the Earth's crust. Moscow, Nauka, 1987. 157 с.
3. Казанцева Т.Т. О шарьяжно-надвиговой теории и ее творцах // Вопросы истории естествознания и техники. 2020. Т. 41. С. 203–209.
4. Пучков В.Н. Рецензия на статью И.М. Фархутдинова и др. «Мурат Камалетдинов и борьба за принятие шарьяжной теории» // Уральский геологический журнал. 2018. №6. С. 62–66.
5. Казанцева Т.Т. Структурные превращения породообразующих минералов и геодинамика // Известия Уфимского научного центра РАН. 2013. № 4. С. 64–73.
6. Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т. О происхождении «грабенообразных» структур на юго-востоке Восточно-Европейской платформы // Доклады АН СССР. 1981. Т. 257. № 1. С. 186–190.
7. Валиуллин Р.А., Исмагилов Р.А., Низаева И.Г. Грабенообразные структуры Восточно-Европейской

платформы и их особенности // Доклады Башкирского университета. 2016. Т. 1. № 2. С. 292–296.

8. Валеев Р.Н. Авлакогены Восточно-Европейской. М.: Недра, 1978. 153с.

9. Милановский Е.Е. Рифтогенез и его роль в развитии земли // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 8. С. 60–70.

10. Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Генина Л.А. К вопросу о строении и расчленении машакской свиты среднего рифея Южного Урала // Геологический сборник. 2007. № 6. С. 21–32.

11. Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А. и др. Аршиний – новый стратон рифея стратотипических разрезов Южного Урала // Геологический сборник. 2011. № 9. С. 3–8.

12. Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. 2012. № 4. С. 127–139.

13. Рыкус М.В. и др. Осадконакопление, магматизм и рудоносность северной части зоны Уралтау. Уфа, 2002. 268 с.

14. Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А., Пучков В.Н. Редкоземельные элементы в полихронных цирконах из метабазальтов аршинской серии завершающего рифея (Южный Урал) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Научные чтения памяти П.Н. Червинского. 2020. № 23. С. 288–295.

15. Маслов А.В. Литохимический состав песчаников ашинской серии венда Южного Урала // Литология и полезные ископаемые. 2016. № 5. С. 402–430.

16. Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Галиева А.Р., Тимофеева Е.А. Метаморфическая геология западного склона Южного Урала. Уфа: Гилем, 2006. 212 с.

### References

1. Kazantseva T.T. Origin and development of geosynclines. Ufa, 1981. 26 p.
2. Kazantseva T.T. Allochthonous structures and formation of the Earth's crust. Moscow, Nauka, 1987. 157 p.
3. Kazantseva T.T. On the thrust-nappe theory and its creators. Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki, 2020, vol. 41, pp. 203–209.
4. Puchkov V.N. Review on the paper by I.M. Farkhutdinov et al. "Murat Kamaletdinov and the struggle for acceptance of the thrust-nappe theory". Uralskiy geologicheskij zhurnal, 2018, no. 6, pp. 62–66.
5. Kazantseva T.T. Structural transformations of rock-forming minerals and geodynamics. Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN, 2013, no. 4, pp. 64–73.
6. Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T. On the origin of "graben-like" structures in the southwest of the East-European Platform. Doklady Earth Sciences, 1981, vol. 257, no. 1, pp. 186–190.



7. Valiullin R.A., Ismagilov R.A., Nizaeva I.G. Graben-like structures of the East European Platform and its peculiar features. *Doklady Bashkirskogo universiteta*, 2016, vol. 1, no. 2, pp. 292–296.

8. Valeev R.N. *Aulacogenes of the East European Platform*. Moscow, Nedra, 1978. 153 p.

9. Milanovsky E.E. Riftogenesis and its role in the evolution of the Earth. *Sorosovskiy obrazovatelnyy zhurnal*, no. 8, 1999, pp. 60–70.

10. Kozlov V.I., Sergeeva N.D., Genina L.A. On the structure and subdivision of the Middle Riphean Mashak Formation in the South Urals. *Geologicheskii sbornik*, no. 6, IG UNTs RAN. Ufa, 2007, pp. 21–32.

11. Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Nekhorosheva A.G., Busharina S.V. The Arshinian as a new Riphean straton in the stratotype sections of the South Urals. *Geologicheskii sbornik*, no. 9, IG UNTs RAN. Ufa, 2011, pp. 3–8.

12. Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V. New data on zircon ge-

ochronology of the Arshinian volcanites (South Urals). *Litosfera*, 2012. № 4. С. 127–139.

13. Rykus M.V., Snachev V.I., Nasibullin R.A., Rykus N.G., Savelyev D.E. Sedimentation, magmatism and ore-bearing potential of the northern part of the Uraltau zone. Ufa, 2002. 268 с.

14. Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A., Puchkov V.N. Rare earth elements in polychronic zircons from Arshinian metabasalts of the final Riphean stage (South Urals). *Problemy mineralogii, petrografii i metalloogonii*. Nauchnye chteniya pamyati P.N. Chervinskogo, 2020, no. 23, pp. 288–295.

15. Maslov A.V. Lithochemical composition of sandstones of the Vendian Asha Series of the South Urals. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2016, no. 5, pp. 402–430.

16. Alekseev A.A., Alekseeva G.V., Galieva A.R., Timofeeva E.A. Metamorphic geology of the western slope of the South Urals. Ufa, Gilem, 2006. 212 p.



**ON THE THEORY OF THE EARTH'S CRUST:  
GEODYNAMICS AT THE RIFTING-SPREADING STAGE OF THE URALS**

© T.T. Kazantseva

Institute of Geology – Separate Structural Subdivision of the Federal State Budgetary  
Scientific Institution Ufa Federal Research Centre of the RAS,  
16/2, ulitsa K. Marksa, 450077, Ufa, Russian Federation

The theory of the formation of the Earth's crust consists of two parts: the rifting-spreading theory of the formation of the oceanic crust (the stage of expansion) and the thrust-nappe evolution of the continents (the stage of compression). Consideration is given to methodological preconditions and techniques for substantiating the reconstructions of geodynamic regimes of the material-structural complexes of the Riphean Bashkir Anticlinorium and Uraltau zone. The former's riftogenic origin and the latter's development features of geodynamic events are explained by specific orientation and sequence of their evolution over time. It is shown that the expansion regime not only caused the large-scale development of continental riftogenesis fostering the formation of the Riphean rift system, but later, by splitting the Eurasian continent, it contributed to the origin of the mid-oceanic rift, whose spreading led to the emergence of the Ural Ocean with the formation of the oceanic crust.

Key words: theory, geodynamics, stage, cycle, series, sedimentation, regime, mobilism fixism, magmatism, reconstruction, riftogenesis, spreading, Earth's crust.