

как следствие частных, регионально проявленных коллизий континентов, микроконтинентов и островных дуг. Перестройки геодинамической системы происходят путем быстрых перескоков отдельных ветвей, принадлежащих глобальной системе постоянно действующих зон субдукции и рифтогенеза. Конфигурация этой системы является грубым отражением распределения восходящих и нисходящих ветвей конвективных ячеек. В то же время, поверхностное перераспределение тектонических напряжений и механическое взаимодействие литосферных плит между собой также являются факторами эволюции геодинамической системы и, в свою очередь, оказывают влияние на перестройки конвективных ячеек. Представляется, что учет этого обстоятельства позволит совместить модели *пассивного и активного тектогенеза* [16], которые в случае рифтового процесса обычно рассматриваются как конкурирующие.

Литература: 1. **Пучков В. Н.** Тектонические фазы и циклы в контексте тектоники литосферных плит // Геотектоника. 1994. № 4. С. 90–94. 2. **Пучков В. Н.** Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа, 2000. В печати. 3. **Буртман В. С.** Некоторые проблемы палеозойских тектонических реконструкций // Геотектоника. 1999. № 3, С. 103–112. 4. **Меланхолина Е. Н.** Позднемеловые островодужные зоны восточной окраины Евразии: геолого-геохимическая и тектоническая корреляция // Геотектоника. В печати. 5. **Константиновская Е. А.** Геодинамика коллизии дуга–континент на западной окраине Тихого океана // Геотектоника. 1999. № 5, С. 15–36. 6. **Пучков В. Н.** Особенности позднедевонско-раннекаменноугольной истории Южного Урала (геодинамические аспекты)

// Ежегодник-1997 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 1999. С. 62–75. 7. **Sengör A. M. C., Natal'in B. A., Burtman V. S.** Evolution of the Altai tectonic collage and Palaeozoic crustal growth in Eurasia // Nature. 1993. V. 34, N 6435. P. 299–307. 8. **Тектоника Урала / А. В. Пейве, С. Н. Иванов, В. М. Нечухин, А. С. Перфильев, В. Н. Пучков.** М.: Наука, 1977. 119 с. 9. **Пучков В. Н.** О проблеме перемещения континентов // Геотектоника. 1965. № 6. С. 95–110. 10. **Ушатинская Г. Т., Малаховская Я. Е.** Кембрийские палеогеографические реконструкции с использованием системы AutoCAD и палеогеография раннекембрийских брахиопод на их основе // Системные перестройки и эволюция биосферы / ПИН РАН. М. 1998. С. 62–95. 11. **Диденко А. Н., Моссаковский А. А., Печерский Д. М. и др.** Геодинамика палеозойских океанов Центральной Азии // Геология и геофизика. 1994. № 7/8, С. 59–75. 12. **История развития Уральского палеоокеана / Отв. ред. Л. П. Зоненшайн, В. В. Матвеев / Ин-т океанологии АН СССР.** М. 1984. 164 с. 13. **Палеогеографический Атлас Северной Евразии / Отв. ред. В. Г. Казьмин, Л. М. Натанов / Институт тектоники литосферных плит.** М. 1997. 26 листов. 14. **Пучков В. Н.** Место Урала в палеогеодинамических реконструкциях // Геология и полезные ископаемые республики Башкортостан, проблемы и перспективы освоения минерально-сырьевой базы: Материалы / III Республиканская геол. конф. Уфа, 1999. С. 1–7. 15. **Трубицын В. П., Рыков В. В.** Самосогласованная 2–D модель мантийной конвекции с плавающим континентом // Российский журнал наук о Земле. 1998. Т. 1, № 1, С. 1–11. 16. **Леонов Ю. Г.** Рифт и рифтогенез: о некоторых дискуссионных вопросах // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. М.: ГЕОС, 2000. С. 296–298.

Т. Т. Казанцева

ЦИКЛИЧНОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОЗИЦИИ ШАРЬЯЖНО-НАДВИГОВОЙ ТЕОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Самой масштабной по охвату и универсальной по значимости геологической проблемой является цикличность развития складчатой области. Это понятно, так как геологический цикл представляет собой полный набор (круг¹) геологических процессов. Неоднократная повторяемость такого набора в складчатой области свидетельствует о ее полицикличности.

Попытку вести в геологию учение о циклах, как о «вечном возвращении» Ницше, предпринял шотландский геолог Джеймс Геттон в «Теории земли», вышедшей в 1799 г. Как оказалось, это было преждевременным, и вплоть до утверждения эволюционных представлений Ч. Дарвина геологами не принималось.

В цикличность геологических процессов поверили после того, как французский исследователь М. Бертран

в 1887 году обратил внимание на факты повторения однотипных комплексов пород в разных складчатых областях. Особое его внимание привлекли толщи черных блестящих сланцев, сменяющихся ритмитами с градиционной слоистостью — закономерным чередованием гравелитов, песчаников (от крупно- до мелкозернистых), алевролитов и аргиллитов. Такие ритмично построенные образования стали называть флишем. Разрез наращивался молассой, представляющей собой наслаения, аналогичные флишу, но значительно менее ритмичные. В них ритмы часто отсутствуют, но широко развиты красноцветы. Эта последовательность: сланцы, флиш, моласса представляла собой закономерный естественный ряд, в связи с чем М. Бертран сделал совершенно справедливый вывод о направленной смене режима накопления геологического вещества в таком ряду. Названные вещественные комплексы стали называть формациями,

¹ «Цикл» — от греческого «*kyklos*», что означает круг.

а в дальнейшем было разработано хорошо зарекомендовавшее себя учение о формациях и формационном анализе на парагенетической основе. Авторами его явились советские тектонисты Н. П. Херасков и Н. С. Шатский. Кроме перечисленных выше, стали выделять и многие другие формации, среди которых особая роль отводится магматическим образованиям, как интрузивным, так и вулканическим.

М. Бертран выделил четыре тектонических цикла (гуронский — в докембрии, каледонский и герцинский — в палеозое, альпийский — в мезозое). Позже гуронский был заменен байкальским либо кадомским, а между герцинским и альпийским выделен киммерийский цикл. Продолжительность фанерозоя около 600 млн. лет, следовательно, каждый цикл развивался в течение ≈ 150 млн. лет.

«Геологическая история нашей планеты — напишет позже Эмиль Ог в своей «Геологии» (пятое издание в нашей стране [1933]) — есть не что иное, как история следующих друг за другом циклов» (стр. 16).

Представление о тектоно-магматическом цикле, как известно, внедрено Г. Штилле, разделившим его на ряд тектонических стадий (этапов). Впоследствии это учение заняло достойное место в системе общегеологических знаний.

Тектоно-магматический цикл по Геологическому словарю [1973] определяется как «период времени, охватывающий взаимосвязанные и направленные проявления тектонической и магматической активности в подвижных поясах от зарождения геосинклинали и превращения ее в складчатую область до окончательной ее консолидации».

С тех пор как на планете была установлена сопряженность во времени процессов растяжения и сжатия (океанизация и континентализация), общепланетарный характер даже самых крупных по рангу тектонических циклов поставлен под сомнение. В то же время присутствие фактов повторяемости событий в пределах группы складчатых областей в одни и те же интервалы времени является несомненным. Сказанное следует иметь в виду, говоря о «планетарности» тектоно-магматических циклов.

Тектоно-магматические стадии представляли собой последовательно сменяющие друг друга части циклов. Каждой стадии свойственен свой набор вещественных комплексов, отражающих геодинамические режимы их зарождения и развития. Это стадии — геосинклинальная, орогенная и кратонная по Г. Штилле, прогибания и общего обращения (инверсии) по В. В. Белоусову и др. Понятия стадия и этап часто использовались как синонимы¹, что, вероятно, правомочно, но, по нашему мнению, нецелесообразно, так как терминологическая неоднозначность всегда приводит к лишней усложненности. Мы предложили применять их раздельно, согласно иерархическому уровню включающего их подразделения. Вероятно, стадии следует рассматривать как разнонаправленные по тектоническому знаку отрезки очень круп-

ных циклов (например, Вильсона), а этапы — как части однонаправленных тектонических циклов [4].

В палеозойской истории Урала выделяли либо один — палеозойский тектоно-магматический цикл (С. Н. Иванов), либо два — каледонский и герцинский (А. А. Пронин). Позже, работами Д. С. Штейнберга, П. В. и М. Ю. Аржавитиных, Т. И. Фроловой и И. А. Буриковой и др. было показано, что магматизм на Урале представлен несколькими однотипными, повторяющимися не менее трех раз, наборами из закономерно сменяющихся вулканических формаций. Однако их считали не циклами, а стадиями либо этапами, что при уровне геологической изученности того времени было, вероятно, допустимым.

Многолетние исследования геологии Ю. Урала и соответствующие разработки по формационному анализу позволили нам установить, что каждый из таких наборов является составной частью полновесного тектоно-магматического цикла. Основанием для этого вывода послужили следующие соображения. Выше мы отмечали, что циклы представляют собой полный круг геологических событий, каждое из которых отражено в созданном им веществе. А это в складчатых областях, как известно, не только комплексы определенных вулканических формаций, но и не менее распространенные здесь: 1) интрузивные тела, такие, например, как габбро и граниты, а также ультраосновные породы, которые многие относили к инициальному магматизму, начинающему развитие каждого тектоно-магматического цикла; 2) осадочные породы, как сопровождающие магматизм, так и накапливающиеся вне рамок его развития, после него, такие как флиш, олистостромы и перекрывающие их субплатформенные толщи осадков; 3) наложенные региональные метаморфические преобразования и различного рода локальные вещественные изменения, связанные с рудообразованием и нефтегазонакоплением, и, наконец, 4) месторождения руд и углеводородов, являющиеся своего рода «алмазным венцом» геологического развития.

При установлении тектонических циклов особую роль играют гипербазиты, полные формационные ряды, в том числе флиш, граниты, а также периодизация процессов деформирования (разломообразования и проявлений складчатости).

1. Гипербазиты (ультраосновные породы), являясь составной частью офиолитовой «триады» Штейнмана, широко распространены в орогенах различного возраста.

По развитию офиолитовых ассоциаций Урал является одной из наиболее представительных складчатых областей земного шара. Вопрос об аллохтонной природе гипербазитовых комплексов Урала возник в 60-х годах, когда при структурном картировании северной части Зилаирского синклинория на западном склоне Южного Урала в 1967–1970 гг. нами впервые было установлено, что система ультраосновных массивов Крака представляет собой довольно крупный тектонический покров, перемещенный с восточного склона [5].

Этот вывод обоснован: а) тектоническим характером контактов массивов с окружающими породами; б) отсутствием следов термального воздействия гипербазитов на вмещающие толщи; в) тектоническим сближением гете-

¹ Стадия (от греч. *station*) и этап (от франц. *etape*) — часть пути, времени.

рогенных формационных типов пород; г) различной степенью и характером дислоцированности; д) геофизическими и буровыми данными, согласно которым ультраосновные массивы являются бескорневыми телами; е) присутствием сложных зон меланжа в основании массивов.

Дальнейшее изучение структурного положения гипербазитовых комплексов Урала позволило установить, что все они, как на западном, так и на восточном склонах слагают различной мощности и размера тектонические шарьяжи, либо являются фронтальными зонами гигантских аллохтонов.

Поскольку выяснилось, что в складчатой области взаимоотношения ультраосновных пород с окружающими их толщами являются только тектоническими, появилась возможность датировать время формирования гипербазитовых поясов по возрасту самых ранних деформаций, проявленных в пределах пояса. В этом плане информативными оказались и рифогенные тела, широко распространенные в зонах меланжа. Их интенсивный рост происходит при достижении фронтальными частями аллохтонов определенных морских глубин, чуткими индикаторами которых являются рифостроящие организмы. Следовательно, рифовые постройки могут также датировать время появления крупных дислокаций коры.

С учетом известных фактов «запечатывания» зон меланжа кремнистыми отложениями эйфельского яруса¹ среднего девона и франского яруса позднего девона, а также присутствия обломков серпентинитов и хромшпинелидов в осадках ордовика, силура, раннего и позднего девона, устанавливается многократность периодов тектонического становления ультрамафитов на Урале. Данные абсолютного возраста свидетельствуют об образовании здесь ультраосновных пород в докембрии, с последующими их метаморфическими преобразованиями. Радиологические датировки глаукофановых сланцев, ассоциирующих с гипербазитовыми поясами, показывают, что надвигание последних происходило не менее трех раз.

На основании сказанного выше сделано заключение о последовательном выведении на поверхность гипербазитовых поясов шарьированием, омолаживающимся в восточном направлении и приуроченном к временным интервалам: кембрий – начало ордовика, средний девон, верхний девон и ранний карбон.

Проблема офиолитов достаточно полно освещена в монографии М. А. Камалетдинова и Т. Т. Казанцевой «Аллохтонные офиолиты Урала» [1983]. Основные выводы в ней сводятся к следующему:

а) все альпинотипные гипербазитовые массивы и тела Урала являются бескорневыми аллохтонами; б) протяженные гипербазитовые пояса представляют собой фронтальные зоны мегааллохтонных структур; в) гипербазитовые пояса разновозрастны, при этом отмечается закономерное их омоложение от края континента внутрь активной области; г) тектоническое становление

¹ Здесь и в дальнейшем по тексту возрастны подразделения приводятся по современной схеме региональных стратиграфических подразделений.

гипербазитовых поясов предшествует появлению вулканизма.

2. Анализ материала по составу и строению палеозойских образований Южного Урала показывает, что однотипные формации здесь повторяются несколько раз. Эти повторы объединены в формационные ряды. Каждый формационный ряд образуется лишь в течение соответствующего тектонического цикла, а количество полных однотипных формационных рядов свидетельствует о таком же количестве тектонических циклов становления складчатой области. При этом мы показали, что в наиболее активной геологической зоне в начале каждого ряда формируется вулканическая серия, состоящая из закономерно сменяющих друг друга вулканических формаций с характерной направленностью эволюции их состава и строения. Она начинается либо недифференцированной базальтовой (спилит-диабазовой), либо контрастно-дифференцированной базальт-липаритовой формацией, а затем сменяется последовательно-дифференцированной базальт-андезит-дацит-липаритовой и порфиритовой андезит-базальтового состава. Венчает разрез флиш, часто с горизонтами олистостром.

В соседней со стороны платформы менее активной зоне формационный ряд представлен базальными слоями, глинисто-сланцевой либо кремнистой аспидной, карбонатной и флишевой формациями.

В пределах единого тектонического цикла одна формация сменяется другой постепенно. Смена условий их накопления происходит последовательно и направленно. Однако между формационными рядами (тектоническими циклами) перерывы либо несогласия обязательны. Эти закономерности хорошо проявлены и наблюдались нами на Южном Урале. Особенности состава и строения каждой формационной единицы обусловлены определенным тектоническим режимом. Закономерная смена формаций во времени свидетельствует о таком же последовательном и направленном изменении тектонической обстановки. Ранее было показано, что только с мобилистских позиций формационный анализ обладает большими возможностями как метод палеотектонических реконструкций, метод восстановления режимов накопления конкретных геологических тел и связанных с ними полезных ископаемых [2].

Состав и строение вулканических формаций Ю. Урала, их неоднократная повторяемость во времени и закономерная миграция в пространстве наиболее детально изучены и обстоятельно изложены Т. И. Фроловой и И. А. Буриковой [6].

Проведенные нами работы показали, что каждая серия формаций палеозойского магматизма на Урале сопровождается накоплением своеобразных по структуре толщ, которые следует относить к флишу. Мощные вулканокластические ритмы ирендыкской свиты верхней части нижнего — эйфельского яруса среднего девона, часто по простиранию замещающие вулканиты порфиритовой формации, мы отнесли к флишу (рис. 1). Раньше так не считали, несмотря на то, что ритмичный ее характер, развитие конседиментационной складчатости, присутствие межслоевых причудливых дислокаций

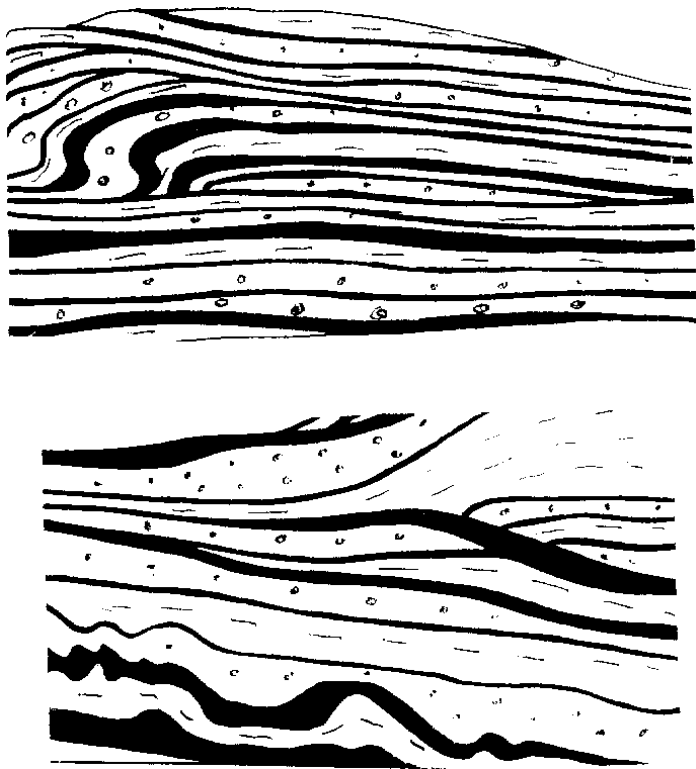


Рис. 1. Характер напластований флишевых образований ирендыкской свиты нижнего девона. Восточный склон Южного Урала, г. Ак-Тюбе (зарисовка автора).

и прочие признаки, характерные для накопления флишевых образований, были известны из работ И. В. Хворовой, вышедшей в 1961 году, и Т. И. Фроловой и И. А. Буриковой, опубликованной в 1977 г. Даже сейчас, когда в составе ирендыкской свиты, в ее верхней части, В. В. Коптевой доказано присутствие регионально распространенного олистостромного горизонта, во всем мире ассоциируемого с флишем, эти ритмы большинство уральских исследователей к флишу не относят. Несколько лучше дело обстоит с вулканокластическими ритмами улутауской свиты живетского яруса среднего девона, завершающими предшествующую им вулканическую серию. В 1973 году, изучая их состав и строение в Уртазымской зоне Магнитогорского синклиория, мы отнесли их к флишевой формации. В последние годы наметилась склонность к признанию этого факта. Флиш этого возраста также сопровождается олистостромообразованием. Структурные особенности улутауского флиша показаны на рис. 2. Отнесение же к флишевой формации ритмичных кластитов зилаирской свиты фаменского яруса верхнего девона в настоящее время мало у кого вызывает сомнение. Бесспорен факт развития средне-верхнекаменноугольного флиша.

Основными особенностями флиша являются:

а) градационная слоистость, ритмичность (импульсность), причудливые оползневые структуры, чередование косослоистых напластований с горизонтальными, развитие мелких сингенетичных дислокаций; б) появляется в те отрезки времени, когда вулканическая деятельность прекращается; в) завершает накопления каждого фор-

мационного ряда, располагаясь согласно на вулканической серии в геологически активной зоне, на кремнях — в соседней со стороны континента, на карбонатной формации — в зоне субплатформенного режима; г) знаменует обстановку максимальных тектонических напряжений сжатия, сопровождается надвигание и складчатость, предшествуя зарождению нового тектонического цикла; д) большая мощность, что является результатом не только высокой скорости седиментации в этот период, но и следствием послынного скупивания; е) парагенетическая связь с гранитными интрузиями и излившимися трахитоидными образованиями; ж) развитие глыбовых горизонтов, известных как олистостромы, дикий флиш, микститы; з) может фациально замещать предыдущую порфиритовую формацию.

3. Преобладающая часть гранитных интрузий и гнейсовых комплексов Урала сосредоточена в пределах Восточно-Уральского поднятия. По данным Д. С. Штейнберга [7] эту формацию характеризуют следующие особенности: широкий возрастной диапазон с отдельными фазами в 380–370, 330–300, 290–270 и 260–250 млн. лет; развитие мигматитовых и гранито-гнейсовых комплексов, окружающих гранитные массивы; приуроченность последних к положительным структурам различного порядка; расположение их среди как осадочных, так и вулканических образований преимущественно основного состава; отсутствие эффузивных аналогов и др.

Считалось, что происхождение гранитов за счет анатексиса находится в противоречии с их приуроченностью к вулканогенным породам основного состава, переплавление которых должно бы привести к значительно более широкой гамме пород. Поэтому, не случайно, многие исследователи большое значение придавали метасоматическим процессам. При этом, надо думать, дополнительным источником сил являлась континентальная кора, тектонически погребенная под аллохтонными океаническими массами. В этом случае объяснима связь гранитов с антиклинальными структурами. Вероятно, процесс анатексиса сопровождался инъецированием исходных пород, подобно тому, как жидкая нефть мигрирует снизу вверх в структурные ловушки.

4. На Урале ошутимые перестройки структурных планов соответствуют предордовикскому, внутриэйфельскому, предверхнефранскому и предверхнетурнейскому времени [3]. Так, хорошо известны факты о резком угле и азимутальном несогласии в основании среднего-верхнего ордовика. Нигде не обнаружено согласных взаимоотношений карамалыташской свиты зйфельского яруса среднего девона, как и мукасовского горизонта франского яруса верхнего девона с более ранними образованиями. С размывом либо несогласно залегают вулканы верхнетурнейского подъяруса нижнего карбона на флише зилаирской свиты, что мы наблюдали в разрезах Хайбулинский, Гусевский и др. Эти факты решили вопрос о неоднократном проявлении фаз складчатости в этом орогене.

Итак, отражением *цикличности* короформирующего процесса является неоднократная повторяемость: тектонического становления гипербазитовых поясов; типовых вещественных комплексов — формационных рядов, представленных двумя сериями — вулканической и флишево-олигостромовой; периодов гранитизации и перестроек структурного плана.

Основная особенность тектонических циклов сводится к направленной смене вещественного состава и структуры от их начала к концу и определяется соответствующей направленностью геодинамического режима.

Ранее мы показали, что последний сводится к предельно низким значениям в начале цикла, постепенно повышающимся на протяжении его развития и максимальным — к концу. При этом каждый более молодой тектонический цикл развивается при возросших значениях напряжений бокового сжатия по сравнению с предыдущим [3].

Эти данные не согласуются с позицией как сторонников одноцикличной в палеозое модели Уральской геосинклинали, так и тектоники плит. Однако, они удовлетворительно объясняются шарьяжно-надвиговой теорией формирования земной коры, в которой зарождение каждого тектонического цикла связано с очередным надвиганием блока океанической коры на континентальное основание, а геохимическое взаимодействие гетерогенных кор обеспечивает их дальнейшую вещественную эволюцию.

Как видим, в результате проведенных нами работ была получена та необходимая дополнительная информация, которая на данном этапе изученности Урала позволила удовлетворительно решить проблему полицикличности этой складчатой области.

Следует обратить особое внимание на импульсный характер геотектонического режима [1].

Каждый ритм флиша является результатом действия тектонического импульса, а одна из установленных нами закономерностей об уменьшении мощности ритмов в более молодом по возрасту флише свидетельствует о возрастании частоты проявлений таких импульсов.

Можно предположить, что на внутрiformационном уровне эти импульсы являются минициклами. На уровне формационного ряда это, возможно, мидициклы, а максциклы характеризуют развитие всей складчатой области. К мегауровню следует относить цикл Вильсона, который лучше рассматривать в интерпретации В. Е. Хаина.

Литература: 1. *Казанцева Т. Т.* Происхождение и развитие геосинклиналей / БФАН СССР. Уфа. 1981. 26 с.



Рис. 2. Структурные особенности улутауского флиша среднего девона. Правый берег р. Таналык, южнее д. Таш-Тугай (зарисовка и фото автора).

2. *Казанцева Т. Т.* Тектонические циклы и формационные ряды / БФАН СССР. Уфа. 1983. 37 с. 3. *Казанцева Т. Т.* Аллохтонные структуры и формирование земной коры Урала. М.: Наука, 1987. 158 с. 4. *Казанцева Т. Т.* К упорядочению тектонической периодизации // Ежегодник—1996. Информационные материалы / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 1998. С. 103–105. 5. *Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А.* Об аллохтонном залегании гипербазитовых массивов западного склона Южного Урала // ДАН СССР. 1969. Т. 189, № 5. С. 1077–1080. 6. *Фролова Т. И., Бурикова И. А.* Геосинклинали вулканизма (на примере восточного склона Южного Урала). М.: Изд. МГУ, 1977. 266 с. 7. *Штейнберг Д. С.* Интрузивные формации // Геология СССР. Т. XII, ч. 1. М.: Недра, 1969.