

ДИСКУССИЯ. К ПРОБЛЕМЕ ЦИКЛИЧНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

© Казанцева Тамара Тимофеевна,

ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан»;

Институт геологии Уфимский федеральный исследовательский центр

Российской Академии наук, г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. В статье отмечается, что тектонический цикл периода сжатия обусловлен очередным надвиганием блока океанической (мафической) коры на континентальную (сиалическую), их геохимическим взаимодействием, определяющим его вещественное выполнение. Тектонический цикл двухэтапен. Один этап – эволюционный. Вещественное выполнение его представлено серией формаций осадочно-вулканического происхождения с эволюционной направленностью состава и строения. Другой этап – деформационный. Смена эволюционного этапа на деформационный является результатом возрастания напряжений бокового сжатия до критических для данных пород значений. Вследствие этого, с одной стороны, залечиваются магмо-проницаемые зоны, закрываются каналы излияний, разрушаются ранее сформированные толщи, с другой – накапливаются толщи флиша, образуются интрузивные тела преобладающе кислого состава, происходит массовое надвигание и смятие возникших аллохтонов в складки. Каждый тектонический этап многофазен. Тектоническая фаза соответствует времени формирования одной формационной единицы.

Ключевые слова: цикличность, геологические процессы, геологический цикл, земная кора.

DISCUSSION. TO THE PROBLEM OF CYCLE OF GEOLOGICAL PROCESSES

© Kazantseva Tamara Timofeevna,

GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan";

Institute of Geology Ufa Federal Research Center

Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation

Summary. The article notes that the tectonic cycle of the compression period is due to the next thrusting of a block of the oceanic (mafic) crust on the continental (sialic), their geochemical interaction, which determines its material fulfillment. The tectonic cycle is two-stage. One stage is evolutionary. Its material implementation is represented by a series of formations of sedimentary-volcanic origin with an evolutionary direction of composition and structure. The other stage is deformation. The change from the evolutionary stage to the deformation stage is the result of an increase in lateral compression stresses to critical values for these rocks. As a result, on the one hand, magma-permeable zones are healed, effusion channels are closed, previously formed strata are destroyed, on the other hand, flysch strata are accumulated, intrusive bodies of predominantly acidic composition are formed, and massive thrusting and crushing of the resulting allochthons into folds occurs. Each tectonic stage is multiphase. The tectonic phase corresponds to the time of formation of one formational unit.

Key words: cyclicity, geological processes, geological cycle, earth's crust.

Введение. Одна из наших предыдущих работ на тему «Шарьяжи. Шарьяжно-надвиговая теория формирования земной коры. Теория Шарьяжей. общности и принципиальные отличия» заинтересовала ученых-геологов тем, что в ней впервые была затронута проблематика тектонической цикличности. Нами было установлено, что существует корреляция между некоторыми тектоническими циклами и биотическими. Причём эти циклы стремительно сокращаются (от цикла к циклу, примерно, в одно и то же количество раз). И это – при остывающей земле.

В интенсивности горообразования (по площади гор, относительно единицы) это соотносится с разработанной нами концепцией формирования земной коры (рисунок 1).

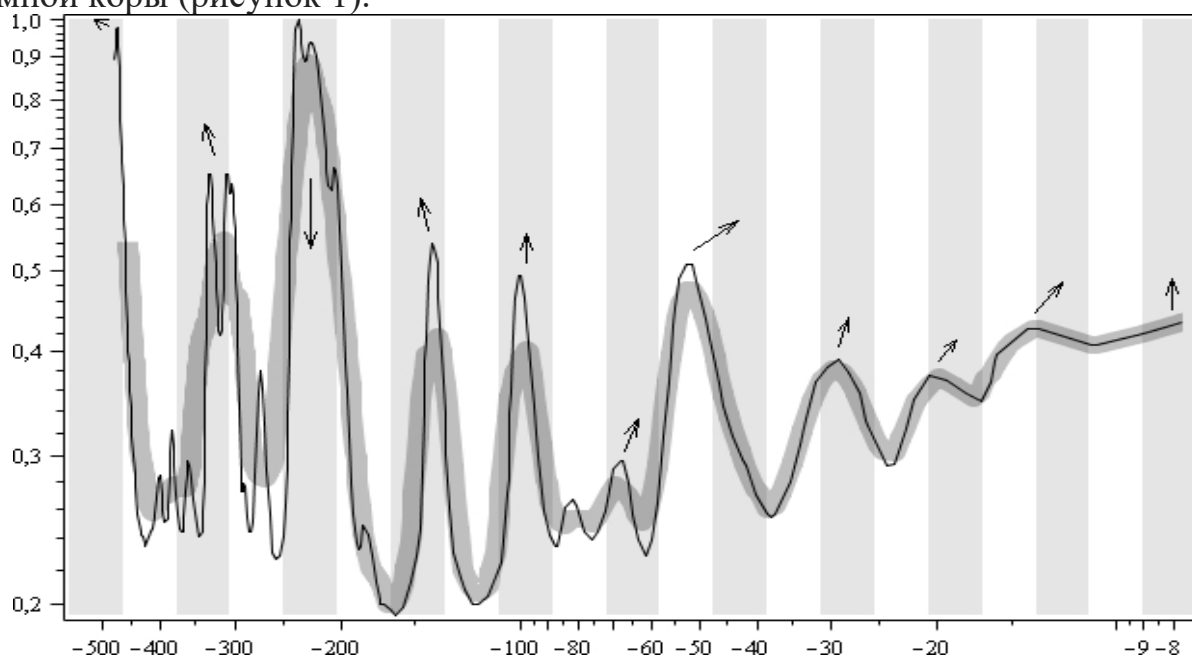


Рис. 1 Абсцисс календарные млн л. (логарифмическая шкала)

Если по оси абсцисс расположить календарные миллионы лет, то мы увидим логарифмическую шкалу. Иначе говоря, если вместо отрицательных абсцисс взять модуль, то получатся миллионы лет до нашей эры. Тёмные полосы – это вторые половины биотических циклов. От цикла к циклу они сокращаются, примерно в 1,51 раза. Но поскольку шкала – логарифмическая, то они выглядят, практически, как постоянно-периодические».

Результаты исследования. Известно, что геологический цикл представляет собой полный набор (круг) геологических процессов. Неоднократная повторяемость такого набора в складчатой области свидетельствует о полицикличности. Попытку ввести 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 эволюционного учения Дарвина геологами не принималось [1].

Цикличностью геологических процессов заинтересовались после того, как французский исследователь М. Бертран в 1887 году обратил внимание на факты повторения однотипных комплексов пород в разных складчатых областях [2].

Особое его внимание привлекли толщи черных блестящих сланцев, сменяющихся ритмитами с Градационной слоистостью – закономерным чередованием гравелитов, песчаников (от крупно- до мелкозернистых), алевролитов и аргиллитов. Такие ритмично построенные образования стали называть флишем. Размер наращивался молассой, представляющие собой наслоения, аналогичные флишу, но значительно менее ритмичные. В них ритмы отсутствуют, но широко развиты красноцветы. Эта последовательность: сланцы, флиш, моласса представляла собой закономерный естественный ряд, в связи с чем, М. Бертран сделал справедливый вывод о направленной смене режима накопления геологического вещества в таком ряду. Названные вещественные комплексы стали называть формациями, 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 миллионов лет, следовательно, каждый цикл развивался в течение 150 миллионов лет.

«Геологическая история нашей планеты» – напишет позднее Эмиль Ог в своей «Геологии» (1933 г.) – «есть не что иное, как история следующих друг за другом циклов» [3, С.16].

Представление о тектоно-магматическом цикле, как известно, внедрено Г. Штилле, разделившем 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 синонимы, что, вероятно, правомочно, но, по нашему мнению, нецелесообразно, так как терминологическая неоднозначность всегда приводит к лишней усложненности. Были предложения применять их раздельно, согласно иерархическому уровню включающего их подразделения. Например, стадии рассматривать как разнонаправленные по тектоническому знаку отрезки очень крупных циклов (например, Вильсона), а этапы – как части однознаковых тектонических циклов, что вряд ли целесообразно [4].

Позже В.Е. Хайным (2001) выделяются три разнообъемных по времени их протекания цикла в тектонической истории Земли. Это циклы Вилсона, Бертрانا и Штилле. Он считает, что циклы Вильсона длятся -600 млн. лет. Они проявляются в образовании и распаде суперконтинентов с появлением и последующим закрытием океанических бассейнов. Циклы Бертрана длятся около 150 млн. лет. Они выражены частичным закрытием океанов вследствие столкновения микроконтинентов либо крупных вулканических дуг с их окраинами. Циклы Штилле длительностью порядка 30 млн. лет отражают периоды орогенеза в связи со столкновением вулканических дуг с континентами или микроконтинентами. Полагается, что циклы Вильсона связаны с процессами общемантийной конвекции, циклы Бертрана – верхнемантийной, а циклы Штилле – конвекции в астеносферном слое. Это только предположение.

Существуют и другие представления. Например, Ю.Н. Авсюк /2001/ цикличность связывает со взаимодействием планет, в частности Земли, Луны и Солнца.

По его мнению, все глобальные процессы, такие как горообразование, трансгрессии-регрессии океана, «переполусовка» магнитного поля объясняются с единых позиций такого взаимодействия. Вопреки общепринятому представлению о монотонном удалении Луны от Земли, он считает, что расстояние между названными планетами то возрастает, то убывает, что сказывается на интенсивности приливного воздействия. Это изменение носит циклический характер, а циклы эти коррелируют с циклами Бертрана.

Достаточно давно некоторые исследователи уже обращали внимание на совпадение длительности крупномасштабных тектонических циклов, установленных еще в самом конце XX в. французским геологом М Бертраном, со временем обращения Земли и всей Солнечной системы по галактической орбите.

Вопросы цикличности крайне интересовали и чл.-корр. РАН В.Д. Наливкина [7] который, кроме интересных, весьма сложных расчетов считал, как мне представляется, что циклы являются полным кругом геологических событий, каждое из которых отражено в созданном им веществе. В этом наши мнения, безусловно, совпадают.

А это в складчатых областях, как известно, не только комплексы определенных вулканических формаций, но и не менее распространенные: 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, сопровождающие магматизм и накапливающиеся вне рамок его развития, после него, такие как флиш, олистостромы и перекрывающие их субплатформенные толщи; 3) наложенные региональные метаморфические преобразования и различного рода локальные вещественные изменения, связанные с рудообразованием и нефтегазонакоплением; 4) месторождения руд и нефтяных углеводородов, являющихся 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 (разломообразований и проявлений складчатости).

Основой новой теории формирования земной коры планеты, которую мы назвали шарьяжно-надвиговой, явились такие. Стадийность модели определяется тектоническими режимами растяжения и сжатия. Режим растяжения обуславливает развитие океанического дна и образование океанической коры. Это рифтогенно-спрединг-овая стадия. Режим сжатия обеспечивает формирование континентальной коры, протекающей в такой последовательности. Мощное тангенциальное сжатие разряжается надвиганием аллохтона океанической коры на сопредельный край континента, что приводит к тектоническому совмещению контрастных по составу масс, при котором легкоплавкая сиалическая кора оказывается расположенной под тяжелой тугоплавкой. Это способствует рождению магматического очага сложного состава, чему благоприятствует повышение температур за счет трения и снятия литостатического давления при скалывании аллохтона. Следующее за этим последовательное возрастание бокового давления приводит к образованию вулканической серии формационного ряда, а максимально возросшие латеральные нагрузки ведут к закрытию магноподводящих дизъюнктивов, массовому надвиганию. Надвиги способствуют тектоническому расслаиванию данного участка литосферы, что определяет развитие складчатости. В зонах надвигов концентрируются полезные ископаемые, состав которых зависит от возможностей вмещающих пород, повышения здесь температур и снятия давления. В этот период формируются и флише – олистостромовые комплексы, а скученные аллохтонные массы образуют горы. В пределах океанических зон

тектонически совмещаются океанические пластины, В результате рождаются подводные хребты, а очередное надвигание океанической коры на континентальную приводит к зарождению нового тектонического цикла. Движение тектонических пластин вновь обеспечивает развитие магматизма, метаморфизма, образование руд и преобразование органического вещества в углеводороды, формирование структуры, горного рельефа и пр. В результате скручивания горных масс на сопредельном крае континента происходит частичное его здесь погружение. Это так называемые «корни гор», которые свойственны складчатым сооружениям.

В свете современных системных представлений в геологии земную кору следует рассматривать как наиболее крупную по рангу геологическую систему. Эта система состоит из территориально сочленяющихся двуединых противоположностей: с одной стороны – континентов, другой – океанов, объединяющихся активными зонами геологического взаимодействия, где формируются складчатые области. При этом стадия – это геотектонический период с геодинамическими условиями одного знака, в течение которого формируется кора (океаническая, либо континентальная). Каждая стадия представлена одним или несколькими циклами. Каждый тектонический цикл рифтогенной стадии является результатом одного импульса растяжения. Тектонический цикл периода сжатия обусловлен очередным надвиганием океанической (мафической коры) на континентальную (сиалическую), их геохимическим взаимодействием, определяющим его вещественное выполнение. Тектонический цикл двухэтапен. Один этап – эволюционный. Вещественное выполнение его серией (формаций) осадочно-вулканического происхождения с эволюционной направленностью состава и строения. Другой этап – деформационный. Смена этапов является результатом возрастанием напряжений бокового сжатия до критических для данных пород значений. Так выглядит предложенная шкала уровней тектонической периодизации, показанная в таблице 1.

Таблица 1 – Корреляция ранговых подразделений геологического вещества и уровней и геотектонической периодизации [5]

Ранги геологического вещества	Уровни тектонической периодизации	Режим
Минерал Порода	Палеогеографическая обстановка	Термодинамический
Формация Формационная серия Формационный ряд Комплекс формационных рядов Сегмент земной коры	Геотектоническая фаза Геотектонический этап Геотектонический цикл Геотектоническая стадия Глобальный цикл Вильсона	Геодинамический

На рисунке 2 показан характер изменчивости структурных характеристик в сопряженных по времени в условиях развивающейся среды. Это суть разработанной нами вещественно-структурной методики.



Рис. 2. Эволюция структуры формаций тектонического цикла [5]

Одна из установленных нами закономерностей об уменьшении мощности ритмов в каждом сравнительно молодом флише свидетельствует о возрастании частоты проявлений импульсов.

На рисунке 3 отражено, что импульсный характер и его возрастание во времени свойственен, как для каждого цикла, так и для комплексов в целом.

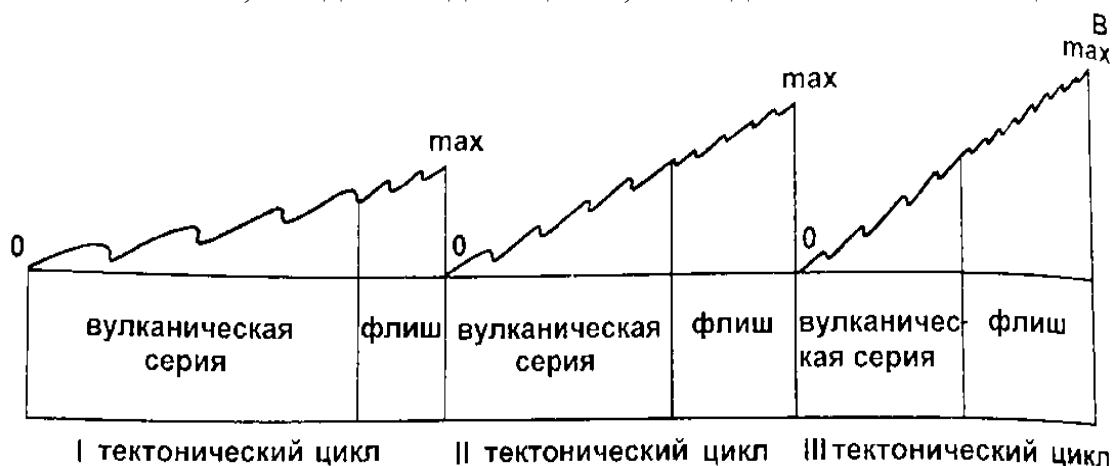


Рис. 3. Импульсный геодинамический режим для каждого тектономагматического цикла

Это уменьшение общего состава (снижение вулканизма и возрастание флиша) по горизонтали (во времени) и соответствующее возрастание от древних к молодым циклам (по вертикали) [5].

Движение тектонических пластин обеспечивает развитие магматизма, метаморфизма, образования руд и преобразование органического вещества в углеводороды, формирование структуры, горного рельефа (рис. 4).

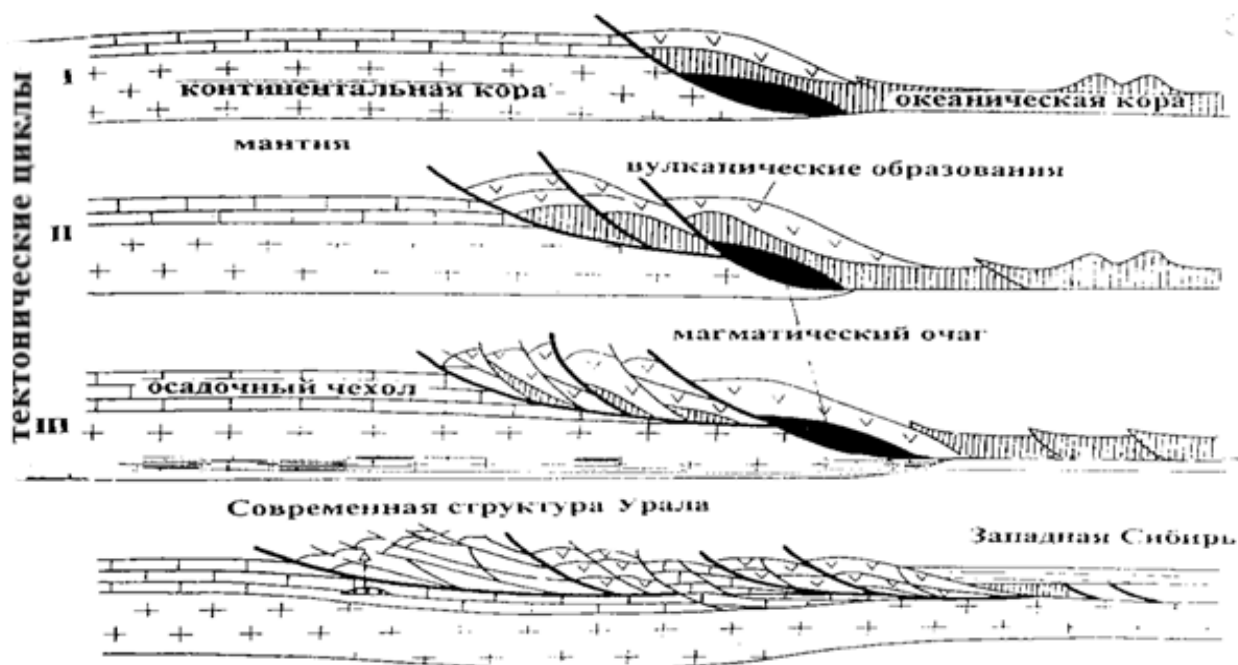


Рис. 4. Схема полицикличности формирования земной коры Урала

Выводы. Формирование земной коры континентов осуществляется мегациклично (под мегациклом понимается цикл Вильсона). Каждый мегацикл представлен двумя стадиями: стадией растяжения (мы назвали ее рифтогенно-спрединговой (Казанцева, 1981)) и стадией сжатия (геосинклинальной в теории геосинклиналей, аккреционной и коллизионной – в новой глобальной тектонике). В рифтогенно-спрединговую стадию – деструктивную для континентов, но конструктивную для океанов – образуется океаническая кора с доминантной мафической составляющей. Стадия растяжения начинается континентальным рифтогенезом. Постепенно эволюционирует в океанический. Заложение рифтов связано с разрывом сплошности толщ, деструкцией континентальной коры. Океанический рифтогенез сопровождается формированием океанической коры, состоящей из гипербазитов, габброидов и пелагических кремней. Их развитие обладает цикличностью и эволюционной направленностью. В геосинклинально-коллизионно-аккреционный период рождается определенный участок континентальной коры за счет неоднократно возникающего взаимодействия двух вышеназванных кор. Процесс этой стадии деструктивен для океанической поры и конструктивен для континентальной. Смена стадий обуславливается сменой знака тектонических напряжений. Следовательно, стадия – это геотектонический период с геодинамическими условиями одного знака, в течение которого формируется земная кора (океаническая либо континентальная). Каждая стадия представлена одним или несколькими тектоническими циклами. Каждый тектонический цикл рифтогенно-спрединговой стадии является результатом одного импульса растяжения.

Тектонический цикл периода сжатия обусловлен очередным надвиганием блока океанической (мафической) коры на континентальную (сиалическую), их геохимическим взаимодействием, определяющим его вещественное выполнение. Тектонический цикл двухэтапен. Один этап – эволюционный. Вещественное выполнение его представлено серией формаций осадочно-вулканического происхождения с эволюционной направленностью состава и строения. Другой этап – деформационный. Смена эволюционного этапа на деформационный является результатом возрастания напряжений бокового сжатия до критических для данных пород значений. Вследствие этого, с одной стороны, залечиваются магмо-проницаемые зоны, закрываются каналы излияний, разрушаются ранее сформированные толщ, с другой – накапливаются толщ флиша, образуются интрузивные тела преобладающе кислого состава, происходит массовое надвигание и смятие возникших аллохтонов в складки. Каждый тектонический этап многофазен. Тектоническая фаза соответствует времени формирования одной формационной единицы.

Названные разноуровневые таксоны являются геодинамическими системами, порождающими определенные вещественные системы. Предложена шкала уровней геотектонической периодизации, куда входят геотектонические стадии, циклы, этапы и фазы. Названные разноуровневые тектонические таксоны соответствуют геодинамическим системам, порождающим

соответствующие вещественные комплексы. Это отображено в приведенной таблице.

По мере омоложения тектонических циклов начальные формации постепенно редуцируют, уступая место зрелым, а затем и конечным членам. Это приводит к тому, что объем излившихся пород основного состава от цикла к циклу уменьшается [4, 5]. Вместе с тем роль гранитов нарастает, и количество их в завершающих циклах доминирует, что также убеждает в направленном возрастании тектонических напряжений по мере омоложения их циклов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геттон Д. Теория земли. Королевское общество Эдинбурга. 1788. Т. 1. С. 209-304.
2. Бертран М. О тектонических циклах, 1887.
3. Ог Э. Геология. Москва; Ленинград; Горно-геолого-нефтеиздат. 1933. 571 с.
4. Казанцева Т.Т. Эволюция геологических процессов с позиций шарьяжно-надвиговой теории / Т.Т. Казанцева. // Геология Известия отделения наук о земле. Академия наук Республики Башкортостан. 1997. №. 1. С.84–87
5. Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В. Структурный фактор в теоретической геологии. Уфа: Гилем, 2010. 323 с.
6. Мельхиор П. Земные приливы. М.: Мир, 1968. 486 с.
7. Наливкин В.Д. Комментарии к гипотезам происхождения нефти. Геология. Известия отделения наук о Земле. Академия наук Республики Башкортостан. 1991. С. 13–16.

REFERENCES

1. Getton D. Theory of the earth. Royal Society of Edinburgh. 1788. Vol.1. Pp. 209-304.
2. Bertrand M. About tectonic cycles, 1887
3. Og E. Geology, Moscow; Leningrad; Mining-geological-oil publishing house. 1933. 571 p.
4. Kazantseva T.T. Evolution of geological processes from the standpoint of thrust-shock theory / T.T. Kazantsev. // Geology Proceedings of the Department of Earth Sciences. Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 1997. No. 1. Pp. 84–87
5. Kazantseva T.T. and Kazantsev Yu.V. Structural factor in theoretical geology. Ufa, Gilem, 2010. 323 p.
6. Melchior P. Earth tides. Moscow, Mir, 1968. 486 p.
7. Nalivkin V.D. Comments on the hypotheses of the origin of oil. Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences. Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 1991. pp. 13–16.

Сведения об авторах:

Казанцева Тамара Тимофеевна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Академик Академии наук Республики Башкортостан, ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан»; главный научный сотрудник Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», 450006, Уфа, Российская Федерация. E-mail: tt.kazantseva@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-9227-9218.

Author's personal details

Kazantseva Tamara Timofeevna, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan"; Chief Researcher Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 450006, Ufa, Russian Federation. E-mail: tt.kazantseva@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-9227-9218.

© Казанцева Т.Т.