

ДИСКУССИИ

УДК 551.3:550.834

И.А. ВЫЛЦАН, В.Н. УСТИНОВА

ЦИКЛЫ В ГЕОЛОГИИ

Геологические циклы есть отражение непрерывно-прерывистого процесса эволюции литосферы. В ее составе и строении зафиксированы иерархически взаимосвязанные геологические тела, позволяющие при системном подходе выявлять не только соподчинение между мелкими и крупными овеществленными подразделениями, но и осуществлять их естественную ранжировку и корреляцию.

Проблема геоцикличности на протяжении более века занимает умы ученых. Представления о цикличности природных процессов и явлений в России, европейских странах (Франция, Германия, Англия и др.), в Северной Америке высказывали: А. Броньяр, Ж. Кювье, Э. Ог, А. Вернер, И. Вальтер, Г. Штилле, В. Смит, Ч. Лайель, Ч. Дарвин, М.В. Ломоносов, Н.А. Головкинский, А.А. Иностранцев, А.П. Карпинский, В.А. Обручев, Л.В. Пустовалов, Н.С. Шатский, М.А. Усов, В.В. Белоусов, В.И. Попов, Дж. Ньюберри, Р. Мур, А. Гребо, Ф.Б. Кинг, Дж. Уилсон и др. В конце XX в. вопросам геоцикличности и ее анализу посвятили свои исследования многие ученые СССР и России, в том числе Ю.А. Жемчужников, Н.Б. Вассоевич, Л.Б. Рухин, Н.Ф. Балуховский, С.Н. Бубнов, Б.М. Келлер, Л.Н. Ботвинкина, И.В. Хворова, Д.В. Наливкин, Г.А. Иванов, П.П. Тимофеев, В.Е. Хаин, Е.Е. Милановский, А.А. Трофимук, Ю.А. Кузнецов, В.М. Цейслер, Ю.Н. Карогодин, С.Л. Афанасьев, В.П. Алексеев, И.А. Вылцан, С.И. Романовский, И.А. Одесский, В.Т. Фролов, Ю.Н. Соколов и др.

Повторяемость событий и явлений в геологии как одна из причин есть результат вращательного движения планетных тел и систем, группирующихся в спиралевидные либо шарового облика скопления вещества, в которых вследствие повторяющегося характера движений возникают близкие динамические напряжения в геологических средах и происходят циклически повторяющиеся процессы.

В эволюции природных процессов, связанных с внешней частью первой из внутренних оболочек Земли — литосферой, реализуется целый ряд самостоятельно и по существу одновременно развивающихся геологических циклов. Среди них наиболее контрастно проявляются, широко распространены, поэтому принадлежат к лучше изученным и

более значимым для практической геологии, литолого-седиментологические, стратиграфические, тектонические, магматические, сейсмологические, геоэкологические циклы. Все они взаимосвязаны одни с другими и своими корнями с литосферой. Данные (структурно-вещественные и опосредованные в земной коре) геологические образования относятся ко второму иерархическому уровню структурной организации вещества (УрСОВ) в составе первого — геосферного, т. е. совпадающего с литосферой (таблица), уровня СОВ.

Все перечисленные (таблица) гетерогенные типы специализированных геологических рядов состоят из циклических разных рангов подразделений от самых крупных до микроэлементарных, которые объединяются в своих рядах единством происхождения, а также формы и содержания. Каждый конкретный ранговый уровень структурной организации вещества в свою очередь по соподчиненности регламентируется хронологической составляющей, имеющей неравнозначные интервалы времени, необходимого для образования эквивалентных соответствующему уровню тел (или адекватных им процессов).

Проявление геологических циклов в структуре осадочного чехла земной коры издавна привлекает внимание ученых, исследующих общие и частные закономерности седиментационной цикличности, что привело к открытию целого ряда новых свойств и особенностей в строении геологических разрезов. Эти особенности связаны не только со структурными и текстурными изменениями отдельных слоев и породно-слоевых ансамблей, разнящихся между собой структурно-вещественными, фациальными, мощностными признаками, характером границ и взаимоотношений со смежными аналогами, но с соответствием определенному возрасту, иерархическому порядку и УрСОВ.

Схема иерархических подразделений геологических циклов различных рангов, связанных непосредственно или опосредованно с литосферным УрСОВ

УрСОВ и его ранги	Гетерогенные циклические ряды						Масштаб распространения
	седиментологический	стратиграфический	тектонический	магматический	сейсмологический	геоэкологический	
I — оболочечный	Геосферный ГЦ	Геосферный страто ЦЛ Акротема	Геосферный тектоно ЦЛ	Геосферный магно ЦЛ	Геосферный сейсмо ЦЛ	Геосферный геоэко ЦЛ	Вся литосфера
II — субоболочечный	Гига ГЦ	Энотема	Гига-тектоно ЦЛ БКЦТ	Гигамагно ЦЛ	Гигасейсмо ЦЛ	Гигагеоэко ЦЛ	Глобальный
III — полиформационный	Супер ГЦ	Эратема, надсерия	Супертектоно ЦЛ ПБ-БЦТ	Супермагно ЦЛ	Суперсейсмо ЦЛ	Супергеоэко ЦЛ	Полуглобальный
IV — надформационный	Мега ГЦ	Система	Мегатектоно ЦЛ В-КЦТ	Мегамагно ЦЛ	Мегасейсмо ЦЛ	Мегагеоэко ЦЛ	Межрегиональный
V — формационный	Макро ГЦ	Отдел, свита, ярус	Макротектоно ЦЛ ГЦТ	Макромагно ЦЛ Комплекс	Макросейсмо ЦЛ	Макрогеоэко ЦЛ	Региональный
VI — надпорodный	Мезо ГЦ	Зона (подсвита/свита, пачка)	Мезотектоно ЦЛ К-ТЦТ Фаза	Мезомагно ЦЛ	Мезосейсмо ЦЛ	Мезогеоэко ЦЛ	Местный
VII — породный	Микро ГЦ	Слои, многослои	Микротектоно ЦЛ АЦТ	Микромагно ЦЛ	Микросейсмо ЦЛ	Микрогеоэко ЦЛ	Локальный

Осознание того, что тела в стратисфере ранжированы и обнаруживают иерархическую соподчиненность и взаимосвязь, позволило, опираясь на системный подход, выстроить многоуровневую систему тел, состоящую из семи основных рангов. В ней каждая вещественная единица (циклическая единица — ЦЕ) мелкого порядка является подчиненной частью, которая входит в состав более сложной, относящейся к ЦЕ другого, структурно более крупного (высокого), порядка. Совокупность из нескольких ЦЕ надпорodного УрСОВ (от 1–3 до 5–8, в среднем 4–5) образует ЦЕ более высокого порядка, которые отличаются от ЦЕ подчиненного порядка мощностью, вещественно-фациальным содержанием, иногда резкостью границ [9].

В составе литосферы можно выделить семь УрСОВ, каждый из которых эквивалентен определенному рангу (от крупных к мелким): I — оболочечный, II — субоболочечный, III — полиформационный, IV — надформационный, V — формационный, VI — надпорodный, VII — породный.

В составе седиментологического ряда соответственно будут различаться следующие семь подразделений, выступающих мерой рангов УрСОВ с предложенными для их идентификации названиями: I — геосферный геологический циклит (ГЦ), состоящий из триады — стратисфера, гранитный и базальтовый слои; II — гигагеологический циклит (ГГЦ) — эквивалент стратисферы; III — супергеологический циклит (СГЦ), который соответствует полиформационному УрСОВ, а геоструктурно равен примерно 1/2 или 1/3 стратисферы или IX — X порядку ЦЕ [8, 9]; IV — мегагеологический циклит (МГЦ) — данный ранг ЦЕ в объемном отношении в полной мере является аналогом таких формационных тел, которые именуются надформациями [18] или ЦЕ VIII порядка [8]; V — макрогеологический

циклит (МаГЦ) по размерности, масштабу соответствует формационному УрСОВ и является аналогом распространения регионального подразделения типа формации или свиты; VI — мезогеологический циклит (МзГЦ), выступающий в роли ЦЕ, эквивалентной по размерности подформации или подсвите или более мелким, нередко образованиям типа пачек или пакета слоев; VII — микрогеологический циклит (МкГЦ) — эквивалент многослою (элементарному циклиту), пласту или отдельным слоевым телам порodного УрСОВ [3, 5].

Необходимо подчеркнуть, что в полном соответствии со структурно-вещественной последовательностью, а также соподчиненностью экзогенных литоритмостратиграфических тел в геологической летописи уже на второй сессии Международного геологического конгресса (1881 г.) рассмотрена и принята единая Стратиграфическая шкала с согласованными латинскими буквенными обозначениями названий периодов и возрастной индексации отложений, начиная с докембрия и кончая четвертичными отложениями. При этом главными и, несомненно, важными чертами предложенных стратиграфических и геохронологических шкал являлись единство и общность их свойств и строения, выражающееся, во-первых, в способности разделения на определенную систему тел разных порядков и адекватных им интервалов продолжительности периодов времени, необходимого для формирования, что и было закреплено в стратиграфической шкале. Во-вторых, упомянутые шкалы и соответствующие им хроностратиграфические подразделения имеют сходное и закономерное строение. Оно отражает иерархическое соподчинение и соотношение структурно-вещественных фрагментов разрезов, что является одним из кардинальных свойств, выражающих принципы построения не только стратиграфических разрезов вообще, но эти

свойства и особенности вполне адекватны также циклическому, периодическому строению тех же разрезов, т. е. наличию в их составе естественной седиментационной цикличности. Отсюда, следуя закону аналогии, представляется возможным данное свойство распространить, опираясь на выделенную выше классификацию УрСОВ и рангов седиментологического ряда подразделений (таблица), на другой, стратиграфический, ряд.

При таком подходе последовательность субординированных стратиграфических подразделений (см. Стратиграфический кодекс) с рангами (здесь они показаны римскими цифрами) и соответствующими УрСОВ, а также эквивалентными им седиментологическими телами (циклитами) примет вид (от крупных к мелким): I — оболочечный УрСОВ или геосферный ГЦ с его стратисферой, которая верхней половиной (корни ее еще недоизучены) будет выступать в качестве эквивалента — акротемы; II — субоболочечный УрСОВ, эквивалентный в предыдущем ряду гигагеологическому циклу, в стратиграфическом ряду будет коррелироваться с эонотемой — фанерозоем; III — полиформационный УрСОВ, соответствующий супергеологическому циклиту (СГЦ), в рассматриваемом ряду его эквивалентом будет эратема или группа, надсерия; IV — надформационный УрСОВ, представленный в седиментологической последовательности мегагеологическим циклитом (МГЦ), в стратиграфическом ряду соответствует системе, а среди межрегиональных и региональных подразделений — серии; V — формационный УрСОВ — в стратиграфическом ряду в качестве его аналога выступает такое подразделение, как отдел, эквивалентный в геологической практике свите или формации, [7, 8] отвечает ЦЕ VII порядка; VI — надпородный УрСОВ, с которым коррелируются обычно мелкие «зональные» стратиграфические тела, подсвиты или пачки; VII — породный УрСОВ в стратиграфическом ряду тел реализуется в форме элементарных многослоев (циклитов), пластов и отдельных единичных слоев.

Следующие тектонические и магматические циклы и их ряды (таблица) еще не получили более или менее единообразной трактовки, так как среди ученых наметились существенные расхождения в подходах и оценках ранжирования и временной этапности тектогенеза и эпох тектономагматической активизации. Последнее можно объяснить большим влиянием субъективного фактора, отсутствием общепринятой концепции, недостатками объективного характера, связанными с трудностями получения необходимого объема геологического материала, не всегда корректными выводами, нередко заблуждениями и искушением выдавать желаемое за действительное. В связи с этим авторы, не претендуя на истину в последней инстанции, опираясь на современные представления о циклическом развитии природы, в том числе и геологических явлений, попытались изложить свое видение и оценку, а также схему классификации тектонических циклов и магматизма, опираясь на масштаб явления, время, форму и содержание, а

также причинную зависимость от разнообразных пульсаций тектоносферы и, в первую очередь, эволюции Земли.

Необходимость выделения и обособления тектонических циклов в истории развития Земли назревала постепенно, по мере роста и расширения уровня знаний о составе и строении земной коры и явления дать объяснение наблюдаемой картины периодической смены во времени тектонических событий, инициирующих также и проявление магматизма. Возникли представления о качественном изменении во времени тектонических режимов, об эпохах складчатости, их периодическом, циклическом характере развития. Среди тех, кто первыми оценили значение тектонических явлений, были Л. фон Бух, М. Бертран, Э. Ог и др. В первой половине XX столетия разработано представление о геотектоническом цикле [19], включающем четыре стадии: геосинклиналиную, орогенную, квазикратонную и кратонную (платформенную). Позднее данные вопросы нашли отражение в трудах многих отечественных и зарубежных ученых: М.А. Усова, В.В. Белоусова, С.Н. Бубнова, В.Е. Хаина [16], А.А. Богданова, Ю.А. Кузнецова и др.

С учетом представлений Г. Штилле, М.А. Усова, С.Н. Бубнова, В.В. Белоусова, Ю.А. Кузнецова, В.Е. Хаина [17], А.А. Богданова и других исследователей предлагается следующая ранжировка и последовательность тектонических циклов и циклов тектономагматической активизации (ЦТМА), согласующаяся, по мнению авторов, с единой и общей иерархической системой УрСОВ (таблица). Выше отражены объективно существующие циклические подразделения и их последовательность для первых двух, седиментологического и стратиграфического, рядов.

В свете сказанного тектонический и тектономагматический ряды циклов (во избежание повторов) здесь объединены в одну общую последовательность, которая примет вид (от крупных — к подчиненным порядкам тектоноструктур, рисунок):

I УрСОВ — геосферный тектоноцикл (геосферный ТЦ), эквивалент стратисферы; как тектоническое образование ориентировочно совпадает или близко к тому, что предшествовало, а также выделяется как аналог раннеархейских структур, относящихся к самым начальным этапам формирования стратисферы. Одновременно в рамках данного геосферного уровня происходили процессы глубинного магматизма, завершившиеся глобальной дифференциацией вещества на гранитный и базальтовый слои, которые условно можно соотнести с понятием «геосферный магмоциклит».

II — гигатектоноцикл (ГТЦ) на порядок меньше предыдущего и приблизительно эквивалентен беломорско-карельскому циклу тектогенеза (БКЦТ), датируемого AR₁—PR₁. Ему по рангу УрСОВ эквивалентен цикл тектономагматической активизации (ЦТМА), для которого вводится наименование «гигамагмоцикл» (ГМЦ). Он проявляется глобально и субглобально в составе инициального, орогенного и посторогенного магматизма с направленным изменением вещества магм.

III — супертектонцикл (СТЦ), являющийся эквивалентом предбайкальско-байкальского цикла тектогенеза (ПБ-БЦТ), примерно соответствует альгонскому, по С.Н. Бубнову [6], но древнее по возрасту — (PR₂-R). Для зон ТМА аналогом СТЦ будут образования супермагмоцикла (СМЦ), состоящие из полиформационных продуктов магматизма разной основности, распространенных в пределах отдельных континентов.

IV — мегатектоноцикл (МТЦ), эквивалент венд-каледонскому (В-КЦТ) (V-PZ₂), который совпадает с одновременными проявлениями ТМА и назван «мегамагмоцикл» (ММЦ). Он реализуется в пределах надформационного УрСОВ, поэтому в качестве его аналогов межрегионального масштаба могут выступать такие магматические образования, как траппы, поля гранитоидов типа батолитов и другие проявления данного ранга.

V — макротектоноцикл (МаТЦ) коррелирует с герцинским (варисийским) ЦТ (ГЦТ) — PZ₃, одновременный ему ЦТМА в принятой здесь системе является аналогом макромагмоцикла (МаМЦ), соответствует формационному уровню и понятию «магматический комплекс». Последний трактуется, вслед за Ю.А. Кузнецовым [12], как конкретная, занимающая определенное место в пространстве и времени, ассоциация магматических пород, связанная парагенетическими отношениями, возрастом и условиями образования.

VI — мезотектоноцикл (МзТЦ), эквивалент киммерийско-тихоокеанскому ЦТ (К-ТЦТ) (Т-J) или понятию фаза. В системе тел, производных этапа ТМА, аналогами ему служат однофазные и двух-трехфазные массивы plutonic горных пород.

VII — микротектоноцикл (МкТЦ) по размерности, вероятно, может совпадать с фазами или субфазами, например, альпийского ЦТ (АЦТ) (К-N), в составе которого неоднократно проявлялись эпизоды ТМА, с соответствующими данному УрСОВ образованиями микромагматических тел, эквивалентных локальным пластовым интрузивным или эффузивным залежам, силлам и дайкам.

Иерархия сейсмоформационных объектов (СФО) тесно связана с геолого-тектоническими и стратиграфическими представлениями на исследуемых территориях, определяется наряду с особенностями строения разреза модификацией сейсмического метода (ГСЗ, ОГТ, КМПВ и др.), разрешающей способностью сейсморазведки. Методы выделения на сейсмических разрезах формационных объектов различных рангов и масштабов разработаны А.К. Яновским, В.В. Макаровым, И.А. Мушиным и др. С учетом классификации И.А. Мушина [11] и в соответствии с таблицей, микросейсмоциклиту может соответствовать сейсмоассоциация (СА), мезосейсмоциклиту — сейсмособформация (ССФ), макросейсмоциклиту — сейсмоформация (СФ), мегасейсмоциклиту — сейсмоформационный комплекс (СФК), суперсейсмоциклиту — сейсмоформационная система (СФС). Гигосейсмоциклиты должны выделяться как субоболочечные в строении осадочного покрова, консолидированной коры, литосферы, мантии. Ранжирование сейсмоциклитов позволяет на сейсмических разрезах установить не только наличие и особенности проявления на временных разрезах, в полях сейсмических параметров циклических подразделений того или иного уровня, но изучить характер соподчинения в геосферных единицах циклитов меньших рангов, порядков. На глубинных сейсмических

Зоны (эпохи)	Эры (эратемы)	Периоды (системы)	Начало, млн. лет назад	Горообразование
ФАНЕРОЗОЙ (570 млн. лет)	Кайнозой (66 млн. лет)	Антропоген	0,7	VII
		Неоген (25 млн. лет)	25 ± 2	
		Палеоген (41 млн. лет)	66 ± 3	
	Мезозой (169 млн. лет)	Мел (66 млн. лет)	132 ± 5	VI
		Юра (53 млн. лет)	185 ± 5	
		Триас (50 млн. лет)	235 ± 5	
	Палеозой (340 млн. лет)	Пермь (45 млн. лет)	280 ± 10	V
		Карбон (65 млн. лет)	345 ± 10	
		Девон (55 млн. лет)	400 ± 10	
		Силур (30 млн. лет)	435 ± 10	
Ордовик (65 млн. лет)		490 ± 10		
	Кембрий (80 млн. лет)	570 ± 20	IV	
КРИТОВОЙ (> 3000 млн. лет)	Протерозой (> 2000 млн. лет)		650 ± 10	III
	Архей (> 1000 млн. лет)		> 3500	II I

Хронологическая шкала с тектоническими и тектономагматическими рядами циклов

ностями строения разреза модификацией сейсмического метода (ГСЗ, ОГТ, КМПВ и др.), разрешающей способностью сейсморазведки. Методы выделения на сейсмических разрезах формационных объектов различных рангов и масштабов разработаны А.К. Яновским, В.В. Макаровым, И.А. Мушиным и др. С учетом классификации И.А. Мушина [11] и в соответствии с таблицей, микросейсмоциклиту может соответствовать сейсмоассоциация (СА), мезосейсмоциклиту — сейсмособформация (ССФ), макросейсмоциклиту — сейсмоформация (СФ), мегасейсмоциклиту — сейсмоформационный комплекс (СФК), суперсейсмоциклиту — сейсмоформационная система (СФС). Гигосейсмоциклиты должны выделяться как субоболочечные в строении осадочного покрова, консолидированной коры, литосферы, мантии. Ранжирование сейсмоциклитов позволяет на сейсмических разрезах установить не только наличие и особенности проявления на временных разрезах, в полях сейсмических параметров циклических подразделений того или иного уровня, но изучить характер соподчинения в геосферных единицах циклитов меньших рангов, порядков. На глубинных сейсмических

разрезах (как и во всех уровнях циклических единиц) наиболее контрастно проявляется кратность вложенности более мелких составляющих в более крупные, равная трем (от 2 до 5 по М.А. Садовскому и др. [14]). На временных сейсмических разрезах ранг циклита проявляется через контрастность сейсмических границ. Центральнo-зональная иерархия контрастности границ в составе сеймоциклита обусловлена тектоно-динамическими условиями формирования отложений, включающих последовательность колебательных движений поверхности с наиболее интенсивными отрицательными движениями в близцентральной части ритмита. Концепция многофазного «кососимметричного» колебательного процесса с максимальной (относительной) интенсивностью прогибания в центре цикла подробно рассматривалась В.В. Белоусовым [4], для осадочных бассейнов получила развитие в исследованиях Е.В. Артюшкова, М.А. Безра [2], ее образно-логическое представление наиболее ярко изложено в модели колебательного процесса С.Н. Бубнова (эмерсия, первая трансгрессия, вторая трансгрессия, инундация, дифференциация, регрессия) [6].

На глубинных сейсмических разрезах достаточно контрастными отражениями характеризуются границы М, К и Ф [10]. По известным (методическим) причинам контрастность границ сверху вниз ухудшается, если границы Ф прослеживаются в виде непрерывных отражений, границы К и М выявляются по коррелирующимся отражающим площадкам. Степень детальности сейсмогеологического расчленения снизу вверх увеличивается. Циклиты верхней части земной коры изучены более подробно, расчленение до мезо- и микрообъемов выполнены исключительно для осадочных комплексов различной генетической природы (континентальных, морских, прибрежно-морских фаций). Наиболее контрастно, как сказано выше, при анализе вертикального соподчинения более мелких рангов циклитов по отношению к более крупным проявляется кратность вложенности, равная трем. Детальный анализ количества и особенностей соподчинения иерархических систем позволяет выделить в составе циклита порядка 11—12 компонент [15]. Каждая из подсистем характеризуется и осуществляется в собственных морфотектонических условиях, изменяющихся от одной подсистемы к другой и имеющих латеральное скольжение. Морфологические особенности палеоперехностей и формирующихся фаций достаточно надежно выявляются по сейсмическим данным, так как определяются, свойственными типическому объекту (морфоструктурному по основной направленности решаемых задач сейсморазведки), типом волновой картины, формой сейсмического сигнала, частотным диапазоном компонент отражений, скоростными и упругими свойствами отражающих комплексов и др.

Близкая направленность в ритмическом колебании поверхности, сопровождающаяся изменчивостью латеральных объемов вещества, участвующих в строении циклических единиц различных рангов,

проявляется в наличии устойчивых типовых форм поверхности, характерных как для малых объектов, так и для макро- и гигаобъемов, выявляется для песчаных отложений (в нефтегазоносных провинциях) — в формировании пространственной согласованности в распределении разновозрастных нефтегазоносных фаций. В юрских отложениях юго-востока Западно-Сибирской плиты эта согласованность имеет облик вертикально-зональной, дополнительного типа (по А.Д. Арманду [1]) системы с узловым следованием линзовидных тел повышенных мощностей песчаных отложений от подножия на своды структур первого порядка, с преобладанием трехзонального облика в плановом пространственном дополнении линзовидно-слоевых ассоциаций мощных песчаных отложений. Эти пространственно-упорядоченные системы локализируются в обрамлении рифтовых структур пермь-триасового возраста [13]. Для меловых комплексов Западно-Сибирской плиты в пространственном расположении мощных песчаных отложений наблюдается приуроченность (тяготение) к субцентрально-зональным системам максимальных меридиональных и субширотных напряжений. Глобальные и локальные рисунки латеральной составленности залежей УВ в отложениях мелового возраста имеют четырехзональный облик.

Симметрия в плановых рисунках тектонических структур геометрически может быть описана фигурами Гвидо Гранди. Количество составляющих элементов часто возрастает от центра структуры к периферии.

В центрально-зональном следовании и латеральном дополнении элементов в пределах структуры выявляется строгая иерархия уровней. Она определяется формой структуры и обладает законами «пространственного следования» элементарных компонентов. В соподчиненности элементов проявляется ряд основных закономерностей. Устанавливается возрастание от центра к периферии сложности строения структуры. По замыкающим изолиниям от свода к периферии наиболее контрастно проявляются трех-, четырех-, семизональность и более сложные формы — у подножия. Характерна дополнительность [1, 15] в радиально-концентрическом сочетании масс. Она проявляется в уравновешенности положительных и отрицательных форм по веществу и объему. Ей свойственно наличие в пределах свода структуры только одного крупного поднятия, подчиненность размеров в структурных осложнениях одного уровня, существование в полуволновом диапазоне отрицательного осложнения — по отношению к каждому положительному, с зеркальным отображением взаимного расположения и сочетания структурных линий и др. Каждая структура имеет типичные черты (или особенности), более рельефно в ней проявляется один из структурно-морфологических типов строения вещества [15]. Преобладание выявляется также в унаследованности форм. В пределах структуры первого порядка определенной формы структуры второго и последующих порядков похожи на эту структуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арманд А.Д. Иерархия информационных структур мира // Вестник РАН. 2001. № 9. Т. 71. С. 797–805.
2. Артюшков Е.В., Беэр М.А. О механизме образования нефтегазоносных бассейнов Западно-Сибирской плиты и Русской платформы // Геология и геофизика. 1987. № 11. С. 25–36.
3. Афанасьев С.Л. Классификация природных циклов и циклитов // Формационный анализ в геологических исследованиях. Томск: Изд-во ТГУ, 2002. С. 9–11.
4. Белоусов В.В. Основы геотектоники. М.: Недра, 1989. 382 с.
5. Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1991. 336 с.
6. Бубнов С.Н. Основные проблемы геологии. М.: Изд-во МГУ, 1960. 233 с.
7. Выхван И.А. К вопросу о соотношении ритмов различных порядков и их стратиграфических эквивалентах в осадочных формациях // Геология и геофизика. № 11. 1967. С. 43–52.
8. Выхван И.А. Осадочные формации Горного Алтая. Томск: Изд-во ТГУ, 1974. 188 с.
9. Выхван И.А. Осадочные формации и их историко-геологические типы. Томск: Изд-во ТПУ, 2000. 123 с.
10. Егоркин А.В., Павленкова Н.И. Изучение структуры мантии на территории СССР по длинным сейсмическим профилям // Геология и геофизика. 1981. № 4. С. 86–94.
11. Интерпретация данных сейсморазведки / Под ред. О.А. Потапова. М.: Недра, 1990. 448 с.
12. Кузнецов Ю.А. Главные типы магматических формаций. М.: Недра, 1964. 387 с.
13. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты / Под ред. В.С. Суркова. М.: Недра, 1986. 149 с.
14. Садовский М.А., Писаренко В.Ф. Подобие в геофизике // Природа. 1991. № 1. С. 13–23.
15. Устинова В.Н. Циклическое строение терригенного нефтегазоносного разреза юры Западной Сибири // Циклы. Ставрополь: Изд-во С-КГТУ, 2000. С. 33–38.
16. Хаин В.Е. Общая геотектоника. М.: Недра, 1973. 510 с.
17. Хаин В.Е. Крупномасштабная цикличность в тектонической истории Земли и её возможные причины // Геотектоника. 2000. № 6. С. 3–14.
18. Херасков Н.П. Тектоника и формации // Избранные труды. М.: Наука, 1967. 404 с.
19. Штлелл Г. Современные деформации земной коры в свете деформаций, происходивших в более ранние эпохи. М., 1957. 212 с.

Томский государственный университет
Рецензенты — В.М. Цейслер, В.Т. Караулов